

ラジオロジー

放射線医療と患者さんを結ぶ広報誌

18
2012年

特集◎乳がんの放射線治療

東京放射線クリニック 山下 孝 (やました たかし)

■世界の街角から——
森と水とハイテクの街 シアトル
(社)日本画像医療システム工業会
和辻 秀信 (わに ひでのぶ)

■My Hobby——
ジャズ
戸塚共立第2病院 放射線科
本田 実 (ほんだ みのも)

患者さんに

やさしい放射線医学を求めて…

ラジオロジー(Radiology)とは放射線科学のことです。
ラジオロジーは体の中を切らずに、見ます。レントゲン写真からはじまり、ここまで来ました。

日本ラジオロジー協会

「みえる・わかる・なおる」をテーマとして放射線科学は医療に幅広く貢献しております。

[特集]

乳がんの放射線治療

東京放射線クリニック

山下 孝 (やました たかし)

はじめに

私は40年以上に亘って、放射線治療医（最近では放射線腫瘍医という）として、乳がん患者さんのいろいろな状況で放射線治療を行ってきました。それらをまとめてみると、①乳がん手術後の補助療法、②局所進行・再発がんの主に緩和治療、③転移がんへの緩和治療の3つに大きく分けられます。それぞれについても述べてみたいと思います。最近では、放射線治療の役割を明確にするために、臨床比較試験が行われ、統計学的にも差があることが確認されていることが多いので、治療方法が科学的に洗練されています。ところで、2011年に日本乳癌学会の編集で金原出版から出された「科学的根拠に基づく 乳癌診療ガイドライン①治療編」は乳がんの放射線治療に携わっているリーダーの方々が集めて仕上げたもので、大変よく書かれています。この本はweb上でも公開されていますので参考にするとよいでしょう。しかし、実際の臨床では患者さんの年齢、既往疾患などで、ガイドライン通りには進まないことも多いので、臨床医の経験を参考にすることも大切です。

1. 乳がん検診を受けよう

乳がん検診特にマンモグラフィをもっと受けるようにとのキャンペーンが進められています。乳がんにならないようにする方法はまだ確立されていませんが、検査法の進歩・普及により早期の乳がんを多く見つけることができるようになりました。また、今までの乳がん治療の発展により、早期の乳がんの方が進行した乳がん比べてより治すことができるようになりました。すなわち、早期の乳がんでは90%以上治りますが、リンパ節に転移した進行癌では50%くらいしか治りません。そして、図1に示すように乳がん学会で調べたデータでは乳がん治療患者の半数以上が、自己診断で、病院を訪れています。その多くが2cm以上のがんを触知しているわけで、図2で分かるように、多くは早期がんではありません。乳房撮影、乳房超音波検査では1cm以下の腫瘍を診断できます。また、我が国の検診受診率は、まだまだ欧米に比べて少ないことが問題にされています。

2. 放射線治療の原理

放射線治療の原理について簡単に説明します。がん細胞も正常細胞も放射線の照射によりDNAの切断という細胞障害が起こり、一部は死滅し、一部は生き残ります。図3に細胞の中の遺伝子であるDNAが切断される様子を示します。照射されたがん細胞の方が、がん周囲の正常細胞に比べて、細胞障害からの回復が悪いので、がん細胞の方が多く死滅します。この差を利用してがんの放射線治療が行われています。そして、約20-30回に分けて照射した時（分割照射といいます）にがん細胞と正常細胞の生き残りの差が一番大きくなるのが今までの経験から分かっています。がん細胞周囲の正常細胞に多く照射をせざるをえないときにはがん細胞と正常細胞の照射後の生き残りの差が最も大きい1回2Gy（グレイ）で30回照射します。しかし、照射技術の進歩により、がん周囲の正常細胞への照射が少なくて済むことができる場合には1回の照射線量を増やして、短期間に照射することも可能です。

3. 放射線治療の反応 — 早期反応、晩期反応

放射線による細胞死はDNA損傷が判明するとき、すなわち、細胞が分裂しようとするときに起こります。細胞によって分裂する時期、すなわち細胞周期は異なるので、細胞死が起こる時期が異なります。大きく分けて、照射後すぐに死亡する細胞と数週間以降に死亡する細胞に分けられます。

図1. 乳がんの発見状況

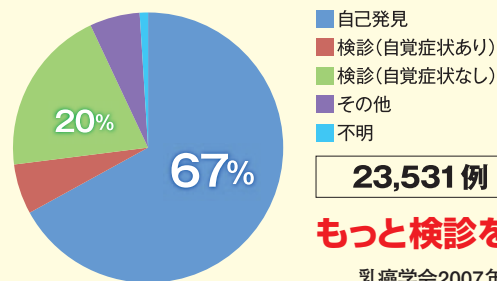
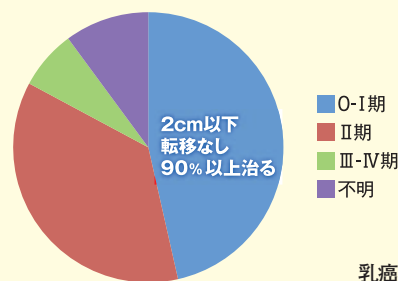


図2. 発見時の病期



早期反応は照射後すぐに死亡する細胞（皮膚細胞や粘膜細胞そしてリンパ球など）によって起こされ、晩期反応は照射後、数週間以上経って死亡する結合組織（血管内皮細胞、筋肉、骨など）の細胞によって起こります。すなわち、放射線は身体を通過して、いろいろな細胞と反応を起こします。皮膚や粘膜の細胞は細胞周期が短いので、細胞死が照射後短期間すなわち数日以内に起こり、逆に血管内皮細胞や骨細胞は細胞周期が長いので、照射されてから1ヶ月以上経過しないと、照射による細胞死が起きないので、反応は遅れます。通常の分割照射では早期反応は数週間で快復しますが、晩期反応は快復が少なく、注意が必要です。術後乳房への照射によって起こった皮膚反応を図4に示します。この反応は照射が終了して、1ヶ月以内に治ります。

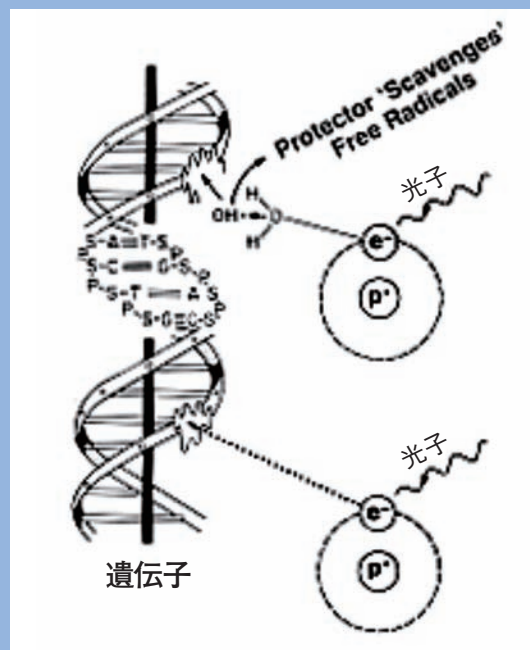
4. 照射の手順

照射の手順をまとめたものを右表に示します。照射の精度が上がってきましたから、手順も複雑になってきました。計画から1週間程度かかります。

照射までの手順

- ・カンファランス
- ・照射の依頼
- ・計画用CT撮影（シエルの作成、皮膚マーク）
- ・治療計画装置で計画
- ・照射位置の照合
- ・照射開始（位置の確認）
- ・照射中の照射部位と線量の変更

図3. がんになぜ放射線治療が効くか



- ・放射線は人体を貫通しがん細胞に到達する。
- ・放射線はがん細胞の遺伝子DNAを損傷する。
- ・DNAの損傷からの回復は正常細胞に比べて、がん細胞の方が弱い。

5. 照射期間中の診察と経過観察

照射中は原則としては毎日の観察・診察となりますが、少なくとも週に1回は治療の経過を記録します。治療後は月に1回から初めて、経過を見ながら、2年以上経つと年に1回程度の診察と、診察の間隔を広げていきます。5年以上経過して、再発転移がなければ、経過観察から検診として、他の部位のがん発見を含めた観察が必要になります。図5に照射経過による皮膚反応を示します。照射直後は皮膚に日焼けしたような反応が出ますが、1ヶ月くらいで、その反応も収まり、皮膚の反応は2ヶ月経つと照射していない乳房との差がなくなります。80%以上の患者さんで、軟膏などの処置は必要ありません。

6. 放射線の種類と線量分布 電子線、X線、粒子線

乳がんの放射線治療で用いられる放射線は電子線とX線が主です。陽子線や重粒子線などの粒子線は通常用いられません。図6に他の放射線と比較した電子線とX線の線量分布を示します。電子線は皮膚からある一定の深さまでしか放射線が届かないので、皮膚から浅い部位を照射したいときに用います。照射する深さの調節は、用いる電子線のエネルギーを変えることで行えます。X線は身体を貫通するので、深い部位の照射に用います。乳房への照射の場合は切線照射と言う斜め方向から肺組織になるべく照射しない方法が用いられます。

図4. 乳房温存療法での照射後



照射終了時、脇の下に皮膚炎

図5. 乳房温存治療による皮膚変化



手術前

照射後1ヶ月

照射後1年

(提供：東京放射線クリニック 柏原 賢一氏)

7. 照射機器 リニアック

照射機器は図7に示すように、照射する部位の精度を上げるためにいろいろ工夫された照射装置が使われています。



図7. リニアック装置

8. 再発

図8に示すようにがんの治療法は、最近30年間で、拡大手術から縮小手術に変わってきました。しかし図9に示すように手術創からの局所再発が認められることがあるので、切り取った組織の検査で再発の可能性が疑われる場合は切り取った後への再発予防照射が行われます。

9. 骨への照射 予防照射

乳がんは骨転移の多いがんの一つです。転移を起こした場合の治療法として、化学療法が行われますが、進行を食い止めることが難しい場合が多く、骨転移により、痛みが発生した場合や、骨折が起こりそうな場合は放射線治療が行われます。1回で照射される場合と10回/2週間で行われる場合があります。その治療法の選択は、病状などで決めます。また、図10のように、照射により造骨が進み骨折しにくくなります。痛みも80%以上緩和され、鎮痛剤の投与が

いらなくなります。全身に広がった骨転移では、ミサイル療法と言われるメタストロンの治療があります。

10. 骨転移へのメタストロン治療

これはがん治療の理想の治療法と言われる抗体療法の一つです。骨シンチグラムで集積のある転移巣に投与した放射線ストロンチウムが集積して骨転移したがん細胞をミサイル攻撃します。骨転移へ集積したストロンチウムが放出するベータ線で骨転移にあるがん細胞を死滅させるのです。北海道がんセンターの西尾院長から提供された乳がん患者で、骨転移全身の症例を図11に提示します。なお、この治療の副作用は軽微で、1回の外来でのアイソトープの注射で済みます。

11. 脳への照射

脳転移も乳がんで起こる転移の多いものです。脳転移では転移部位により、様々な症状が出ますが、手術で転移部分を取り除くか放射線治療で取り除くかしか、根本的な症状軽減はえられません。手術による侵襲を考えると、外来通院治療でできる放射線治療を選択する患者さんが増えています。図12に脳転移に対する照射にて、転移巣が消失した症例を提示します。転移が一つ発生すると、多くの場合、

図6. 各種放射線の線量分布

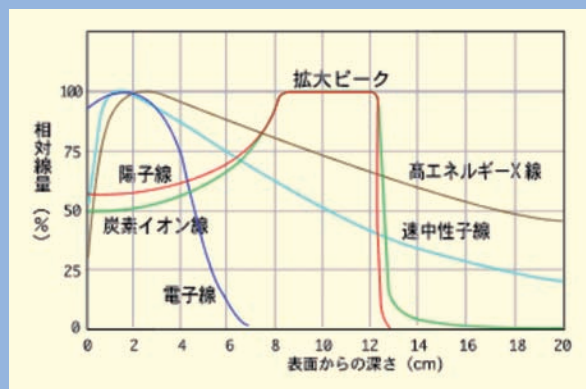


図8. 乳がん手術の変遷 (がん研究会附属病院 2004)

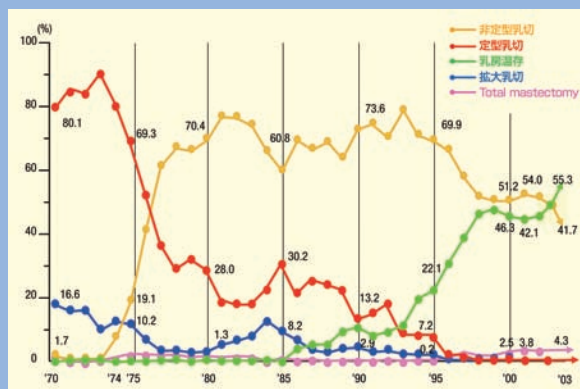


図9. 乳がん術後局所再発例



図10. 骨転移への照射 (照射による骨化)

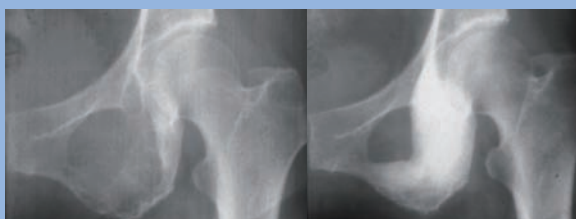
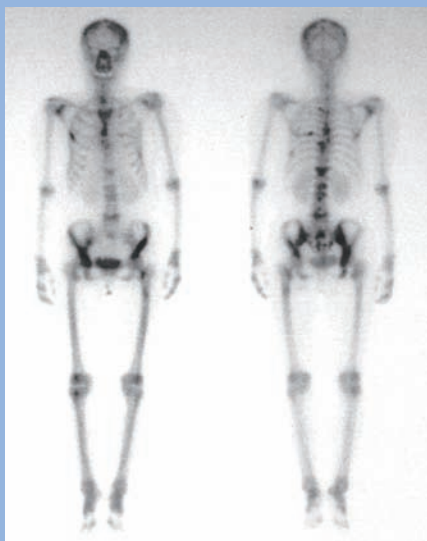


図11. 乳がん症例の骨シンチグラフィ



提供：北海道がんセンター 西尾 正道 先生

- ・乳がんの肺転移とともに、脊椎を中心に全身骨へ多発性骨転移を認めた。
- ・メタストロン投与前：
最大推奨用量のNSAIDsを使用するも、中等度の骨性疼痛があり、歩行困難などにより日常生活全般に支障
- ・投与により疼痛緩和と3ヶ月持続した

図12. 脳転移への定位照射

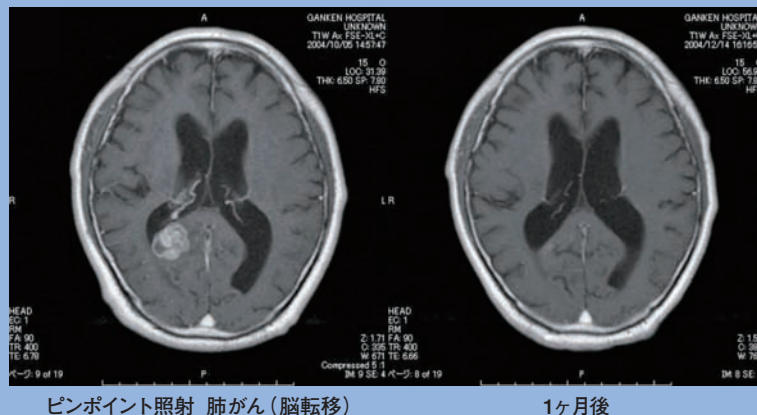


図13. サイバーナイフ
ロボットアームによる、回転中心を持たないマルチショット

2つめ3つめの脳転移が発生しますが、放射線治療なら、次々にピンポイントに照射して症状の軽減が得られます。高精度リニアックでも治療できますが、最近は図13で示すようなサイバーナイフなどが多く用いられています。

12. 乳癌診療ガイドライン治療編の要約Q&Aの紹介

2011年に乳癌学会が編纂した乳癌診療ガイドライン治療編は、下記に示すように新しいQ&A方式でまとめたガイドラインで、患者さんやその家族が受けている治療が妥当であるかどうか、判定するよい参考になるでしょう。インフォームドコンセント、セカンドオピニオンが一般化した現在、治療する医師にすべて任せるのではなく、治療方法についても十分理解して治療を受ける時代になっています。医療は日進月歩していますので、新しい、よい治療を受けるには患者さん自身も知る努力が必要となります。

Q：早期乳がんに対する乳房温存手術後の放射線治療は勧められるか？

推奨A：

早期乳癌(Stage I、II)に対する乳房温存手術後は放射線治療を行うことが強く勧められる。

13. がんの放射線治療に関する情報発信

私どもは、がんの放射線治療をより理解していただき、欧米並みに放射線治療をがんの治療現場で利用していただくために、「マイプロジェクト」という会社を作り、放射線治療の広報活動を行うことにしました(houshasen-chiryu.com)。がんの治療医が、放射線治療を理解することも大切ですが、がん患者さんが自分の問題として、放射線治療を理解して、放射線治療を自ら望んで治療を受ける時代になることを願っています。

14. 放射線治療施設の紹介

放射線治療は今、大病院だけではなく、気軽にクリニックで受けることができるようになりました。待つこともなく、かつ精度の高い治療をがん患者さんに提供していくために、私も乳がん術後照射から、進行・転移した患者さんへの緩和治療まで、患者さんの目線で治療するように頑張っています。セカンドオピニオン外来も気軽に相談できるようにしています。

世界の街角から

森と水とハイテクの街 シアトル

(社)日本画像医療システム工業会
和迩 秀信 (わに ひでのぶ)

人口約60万人のシアトルはアメリカ西海岸の北に位置し、海流の関係で穏やかな気候のため、森林が豊かで、木材工業などで日本とも交流が深い街です。航空機で有名なボーイングの工場があり、WINDOWSのマイクロソフト、ネット販売のアマゾン、コーヒーのスターバックス等の誕生の地です。私にはシアトルに、仕事上の友人が住んでおり、近くに別荘を持っているアメリカ人夫婦の自宅がある町であり、引受けた交換留学生の故郷であり、また私の娘が留学した町です。何回か訪れ、家族で数週間を過ごしたこともあります。



写真1. フェリーで移動



写真3. 森の避暑地



写真2. 休日は自然を楽しむに



写真4. 電気バス



写真6. シーフードレストラン(左から 妻、著者、娘、友人)

市街地を含めると約40%が水面の町で、ワシントンステートフェリーというアメリカ最大の船の交通機関が発達しています(写真1)。森の街でもあり、日曜日には車で1時間ほど走ると滝の見える公園があり、涼しさを求めて皆はドライブに出かけます(写真2)。夏のバカンスは森の中に自分で小屋を建て、数週間を過ごします(写真3)。環境の維持にも熱心でガソリンを使わない電気バスが縦横に町の中を走っています(写真4)。海産物も素晴らしいものがあり、オイスター、ダンジネスクラブ、サーモン等美味しい食材があり、ウワジマヤマーケット(写真5)へ行くとなんでも売っており、私の趣味が料理なのでシアトルの友人宅で日本料理を作り

楽しみました。シーフードレストランも多くあり、レストランでは入るといろいろな帽子を貸してくれ、好みのものを被って食事をします(写真6)。もちろんハイテクのシンボルのタワーもあります(写真7)。イチローの活躍するシアトルマリナーズも楽しめます(写真8)。

ボーイング社の見学コースもある観光の町でもありますが、森と水を楽しみながら、住むにもシアトルは素晴らしい町です。一度訪問して見てください。

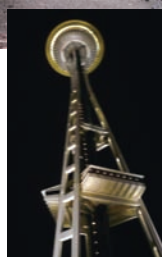


写真7. スペースニードル



写真5. マーケットで材料を買い、日本食ホームパーティー
(近くに別荘を持つフェルトン夫妻宅にて)

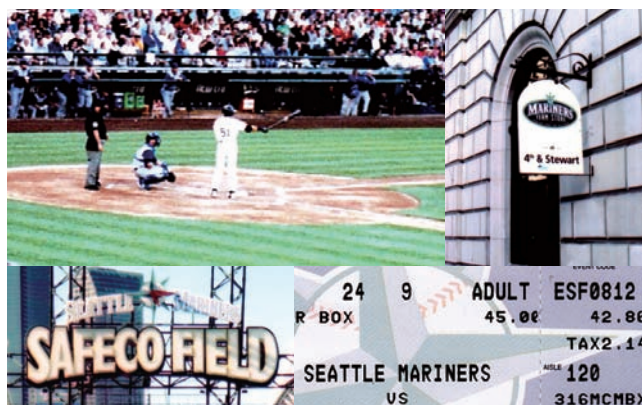


写真8. シアトルマリナーズ

My Hobby

ジャズ

戸塚共立第2病院 放射線科
本田 実 (ほんだ みのる)

私の趣味はジャズです。ジャズが流れていないと落ち着かないという禁断症状を伴いますから、ジャズ中毒です。

1. ジャズとの出会い

昭和大学入学式の際、音楽部(MAS: Medical All Stars)に勧誘されました。中学時代ブラスバンドでトランペットを吹いていたと話したとたん入部が決まりました。入部したものの譜面の読み方がブラスバンドの行進曲とは全く違い、なかなかジャズらしく読めませんでした。音楽部の合宿の夜に、シンコーペーションの練習で先輩からしごかれました。やがて、ビッグバンド・ジャズのスイング感とダイナミック・レンジの大きさに、感動を覚えるようになりました。ビッグ

バンドの先輩から、放射線科入局をすすめられました。内科入局を考えていたのですが、「放射線科の大学院に入れば、4年で学位をもらえる」という先輩の甘い言葉に負けました。大学院1年目と2年目には、音楽部のリサイタルに出演し、トランペットを演奏しました。放射線科医になってからは、ジャズ中毒がますます進行しました。医学生時代にはレコードは高価で買えませんでした。昔の名盤がCDで復刻発売されるようになり、ブルーノートのCDを中心に買い集めました。それをCDチェンジャーに入れて聴いています。また、CDの曲をiPodに入れ、通勤の車の中で聴いています。まさに、ジャズ漬けの毎日を送っています。



写真1. 教授退任の会 (ビッグバンド)

バンド以外のジャズも聴くようにと、マイルス・デイビス(ジャズの帝王)のレコードを先輩が貸してくれました。はじめて聴いた時は良さがわかりませんでした。しかし、何回も聴いているうちに、「これはすごい」と思うようになりました。医学生時代は、ジャズのFM深夜放送をカセット・テープに録音して聴きました。この頃から、ジャズが流れていないと落ち着かないジャズ中毒になりました。医学部4年生の時、日比谷野外音楽堂で聴いたメイナード・ファーガソンのライブ演奏は、レコードでは味わえないすごい迫力で、今も時々思い出します。

2. 放射線科入局

音楽部の顧問は、放射線科のK教授でした。そのためか放射線科の医局員の過半数を音楽部の先輩が占めてい

3. 教授退任の会

ジャズ中毒の私のために、ジャズ・パーティー形式の教授退任の会を、音楽部の後輩であるS医局長が企画してくれました。2010年4月4日に東京目黒のブルース・アレイで、音楽部OBによる即席のビッグバンドとコンボバンドの演奏を行いました。ぶっつけ本番のコンボでは、「枯葉」を吹きました。音楽部の後輩でセミプロ級のG教授、O先生およびT教授にバックをお願いしました(写真1,2)。



写真2. 教授退任の会 (コンボバンド)

私にとって、ジャズは毎日の生活になくはならないものになっています。時々、トランペットをとりだして、マイナスイオン(カラオケ)のCDの伴奏で吹いています。いつまで経っても上達しませんが、趣味としては最高だと自己満足しています。また、ジャズのライブ演奏を聴きに出かけ、ジャズとビールは生(live)に限ることを実感しています。

編集後記



X線CTで撮影した
ミッキーのおもちゃ

2011年3月11日の東日本大震災とそれにより引き起こされた福島第一原発の事故は、放射線や放射能に対する一般の人々の関心を大いに引き、ベクレル、シーベルトという単語が普通に交わされる様になっています。なかには放射線の全てを否定する様な極論も見受けられます。しかし、本誌に今回紹介した様に、放射線の適切な利用は医療上の望ましい効果を実現することができ、決して無意味でも有害でもないことが明らかです。放射線、放射能の利用にあたっては、闇雲に怖がり忌避するのではなく、冷静に効果と危険を理解することが必要と思います。「正しく知って正しく怖がる」ことが今ほど求められている時期はないと思います。

すくなくとも医学の世界では放射線利用の初期に起こった有害事象を学んで、十分安全な利用が実現されていることをご理解お願いいたします。

JRC広報委員



JRC

Japan Radiology Congress

監修 社団法人 日本医学放射線学会
<http://www.radiology.or.jp/public.html>

発行 一般社団法人 日本ラジオロジー協会
〒101-0052 東京都千代田区神田小川町3-8
神田駿河台ビル7F
TEL 03-3518-6111/FAX 03-3518-6139
<http://www.j-rc.org/>

発行日 平成24年2月25日 第10巻第1号 通巻18号