

埼玉県内における放射線治療現場の状況把握のためのアンケート調査報告

Structure survey for radiotherapy facilities in Saitama prefecture

畑中 星吾^{1), 2)}, 轟 圭介¹⁾, 新保 宗史²⁾, 松田 恵雄³⁾, 日戸 諒一⁴⁾, 西山 史朗⁵⁾, 渡邊 哲也⁶⁾, 石井 建吏⁷⁾, 守谷 文貴⁸⁾, 荒川 翼⁹⁾, 清水 裕之¹⁰⁾, 工藤 滋弘¹¹⁾, 芦田 哲也¹²⁾, 高橋 健夫²⁾

1) 埼玉医科大学総合医療センター 中央放射線部 2) 埼玉医科大学総合医療センター 放射線腫瘍科
3) 埼玉医科大学国際医療センター 中央放射線部 4) さいたま赤十字病院 放射線治療科
5) 済生会川口総合病院 放射線技術科 6) 羽生総合病院 放射線治療科 7) 上尾中央総合病院 放射線技術科
8) 埼玉医科大学病院 中央放射線部 9) 新久喜総合病院 放射線科 10) 北里大学メディカルセンター 放射線部
11) 埼玉県立がんセンター 放射線治療科 12) 春日部市立医療センター 放射線科

Key words: Saitama prefecture, survey for radiotherapy, questionnaire survey

[Abstract]

We conducted the structure survey for radiotherapy in Saitama and evaluated the structure in terms of equipment, personnel, patient load. A questionnaire was requested to 26 facilities in Saitama prefecture by e-mail and mail. The survey response rate was 22/26 (84.6%). As results, facilities were found to have fewer staff for the number of patients and devices compared to other facilities. Through the questionnaire survey, we were able to clarify the current situation in Saitama Prefecture and compile data to provide useful information for improving the environment of facilities with insufficient personnel.

[要旨]

埼玉県内の放射線治療施設における人的配置に着目した詳細な調査は近年行われていない。そこで現状を明らかにするためアンケート調査を実施した。メールおよび郵送により埼玉県内の放射線治療実施26施設にアンケートを依頼した。項目は施設規模や装置、スタッフ配置などに関するものとした。またスタッフ数当たりの患者数や装置当たりのスタッフ数を算出した。アンケート回収率は84.6%であった。結果より、患者数や装置数に対するスタッフ数が、他施設と比較して少ない施設が散見された。アンケート調査により、埼玉県の実状を明らかにし、各施設の環境改善に有用な情報となるようにデータをまとめることができた。

1. 背景

安全に放射線治療を実施するためには、専門的な知識・技術に加え、十分なスタッフ数も重要である。日本放射線腫瘍学会(Japanese Society for Radiation Oncology, JASTRO)が定期的実施している国内の放射線治療施設に対する構造調査報告¹⁾によると、

埼玉県内の放射線治療実患者数は都道府県別で9番目に多く、埼玉県が担う役割は大きいと考えられる。また同調査報告では各スタッフの正規職員(Full Time Equivalent: FTE 以下, FTE)に対する年間実患者数(新規患者数+再来患者数)も示されており、放射線治療担当技師の実患者数/FTEは全国平均が98.5であるのに対して、埼玉県では118.1となっている

HATANAKA Shogo^{1), 2)}, TODOROKI Keisuke¹⁾, SHIMBO Munefumi²⁾, MATSUDA Shigeo³⁾, HINOTO Ryoichi⁴⁾, NISHIYAMA Shiro⁵⁾, WATANABE Tetsuya⁶⁾, ISHII Kenji⁷⁾, MORIYA Fumitaka⁸⁾, ARAKAWA Tsubasa⁹⁾, SHIMIZU Hiroyuki¹⁰⁾, KUDO Shigehiro¹¹⁾, ASHIDA Tetsuya¹²⁾, TAKAHASHI Takeo²⁾

- 1) Department of radiology, Saitama Medical University Saitama Medical Center
- 2) Department of radiation oncology, Saitama Medical University Saitama Medical Center
- 3) Department of radiology, Saitama Medical University International Medical Center
- 4) Department of Radiation Oncology, Saitama Red Cross Hospital
- 5) Department of Radiation Technology, Saisei-

kai Kawaguchi General Hospital

- 6) Department of Radiation Oncology, Hanyu General Hospital
- 7) Department of Radiological Technology, Ageo Central General Hospital
- 8) Department of Radiation Technology, Saitama Medical University Hospital
- 9) Department of radiology, Shin-Kuki General Hospital
- 10) Department of Radiological Technology, Kitasato University Medical Center
- 11) Department of Radiation Oncology, Saitama Cancer Center
- 12) Department of radiology, Kasukabe Medical Center

Received September 2, 2020; accepted December 23, 2020

Table 1 アンケート質問項目

①施設名, 回答者氏名
②年間放射線治療実患者数および年間放射線治療新規患者数
③常勤の放射線治療医の数, および放射線治療専門医の数
④非常勤の放射線治療医の数 (週1日勤務を0.2とした)
⑤放射線治療部門に配属されている診療放射線技師の数 (専ら品質管理を担当する者を除く), およびそのうち1日に治療部門で勤務している者の数
⑥専ら品質管理を担当する者の数 (実際の業務の8割以上を品質管理に従事する者の数)
⑦放射線治療専門放射線技師, 医学物理士, および放射線治療品質管理士有資格者の数
⑧放射線治療部門に配属されている看護師の数, およびそのうち1日に治療部門で勤務している者の数
⑨所有する外部放射線治療装置の台数, 機種
⑩所有する放射線治療計画装置および治療計画支援装置の台数, 機種
⑪小線源治療, 強度変調放射線治療, 定位放射線治療, 画像誘導放射線治療の実施の有無
⑫医療機器安全管理料2の取得の有無
⑬全体に対する強度変調放射線治療および定位放射線治療の割合
⑭放射線治療品質管理室, 医学物理室などの設置の有無
⑮放射線治療品質管理委員会などの委員会の実施の有無, および外部委員 (院外スタッフ) の参加の有無
⑯リファレンス線量計の校正頻度
⑰過去3年以内における第三者による装置の出力評価の実施の有無

(JASTROではFTEを週40時間放射線治療専任業務に換算し直した実質的マンパワーと定義している)。これは関東で最も多く、全国でも5番目に多い値となっている。さらに放射線治療担当医師でも同様の傾向が見られており、埼玉県は患者数が多いにもかかわらず、それに対するスタッフ数が他の地域と比べて少ないことが明らかになっている。施設規模に対してスタッフ数が少ない施設では、スタッフに負荷がかかりすぎている、もしくは安全な治療体制の構築が困難な可能性が高いと考えられる²⁾。そういった施設の人員充足のために、各施設の状況を把握し情報を共有することは重要である。しかし、過去に実施されているJASTRO定期構造調査報告¹⁾および日本診療放射線技師会による放射線治療施設に関するアンケート調査は³⁾全国規模での調査報告であり、人的配置について埼玉県の施設に着目した詳細な調査結果は近年報告されていない。そこで現状を明らかにするため、埼玉県内における放射線治療現場の状況把握のためのアンケート調査を実施したので報告する。

2. 方法

メールおよび郵送により、埼玉県内で直線加速器(リニアック)を保有し放射線治療を実施している26施設⁴⁾にアンケートを依頼した。回答形式はGoogleフォームもしくは紙面とし、集計期間は2020年2月1日から2020年3月31日までとした。アンケート結果について、施設や回答者が特定されない形式で論文により公表することは、全ての回答施設に承諾いただい

ている。

質問項目をTable 1に示す。質問項目は施設規模や装置、スタッフ配置、および実施している照射技術などに関する全17項目とした。回答について、合計、1施設当たりの平均値および中央値、全体の割合などを算出した。

また各施設におけるスタッフ当たりの患者数、放射線治療装置1台当たりの患者数、治療計画装置1台当たりの患者数、放射線治療装置1台当たりのスタッフ数、治療計画装置1台当たりのスタッフ数について、1施設当たりの平均値±標準偏差および中央値を算出した。

3. 結果

3-1 集計結果

回答があったのは22/26施設(回収率84.6%)であった。そのうちメールで依頼したのは20/21施設(回収率95.2%)、郵送で依頼したのは2/5施設(回収率40.0%)であった。年間放射線治療実患者数は合計9,490件(施設平均 431.4 ± 380.4 , 中央値300.5)、新規患者数は8,044件(施設平均 365.6 ± 307.8 , 中央値250.5)であった。

各施設の医師数(常勤医, 常勤の放射線治療専門医, 非常勤医, 常勤+非常勤医)についてFig.1に示す。本アンケートでは、非常勤医はフルタイム勤務でない医師とし、週当たり1日(8時間)勤務を0.2相当として計算した。各施設の医師数の合計、平均値、中央値はそれぞれ、常勤医は47, 2.1, 1.5人、放射線治療専門

医は36, 1.6, 1.0人, 非常勤医は5.9, 0.3, 0.2人, 常勤医+非常勤医は52.9, 2.4, 1.9人であった。

各施設の診療放射線技師および品質管理専従者数についてFig.2に示す。放射線治療部門配置技師数は116.5, 5.3, 4.5人, 出勤技師数は86, 3.9, 3.0人, 品質管理専従者は25, 1.1, 1.0人であった。本アンケートでは, 放射線治療部門配置技師数とは, 治療部門に配属されている診療放射線技師の数(後述する品質管理専従者を除く)とし, 出勤技師数はその中で1日当たり治療部門において勤務している者の数とした。品質管理専従者数は実際の業務の8割以上を品質管理業務(患者への照射業務は含まない)に従事する者の数とした。また放射線治療専門放射線技師, 医学物理士, 放射線治療品質管理士の有資格者数(重複を含む)についてFig.3に示す。治療専門技師の有資格

者数は25, 1.1, 1.0人, 医学物理士は25, 1.1, 1.0人, 品質管理士は30, 1.4, 1.0人であった。

各施設の看護師数についてFig.4に示す。放射線治療部門配置看護師数は78, 3.5, 3.5人, 出勤看護師数は44.5, 2.0, 2.0人であった。本アンケートでは, 放射線治療部門配置看護師数とは治療部門に配属されている看護師の数とし, 出勤看護師数はその中で1日当たり治療部門において勤務している者の数とした。

放射線治療装置の台数と機種についてFig.5に示す。台数の合計, 施設平均値および中央値は31, 1.4, 1.0台であった。機種はVarian社製が10台, Elekta社製が8台, Siemens(または東芝)社製が5台, Brainlab社製が1台, Accuray社製が7台(サイバーナイフが4台, TomoTherapyが3台)であった。以下, サイバーナイフおよびTomoTherapy以外を汎用^{はんよう}

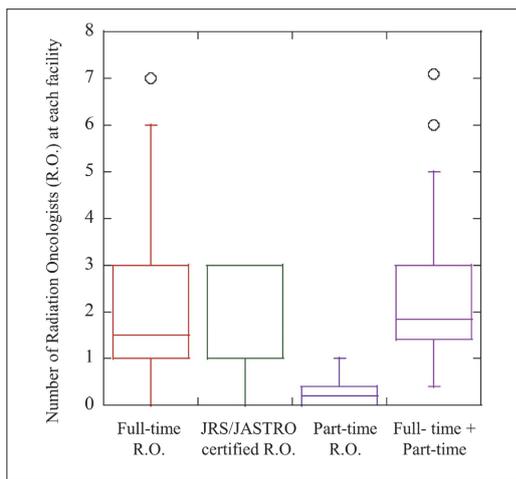


Fig.1 Number of Radiation Oncologists at each facility

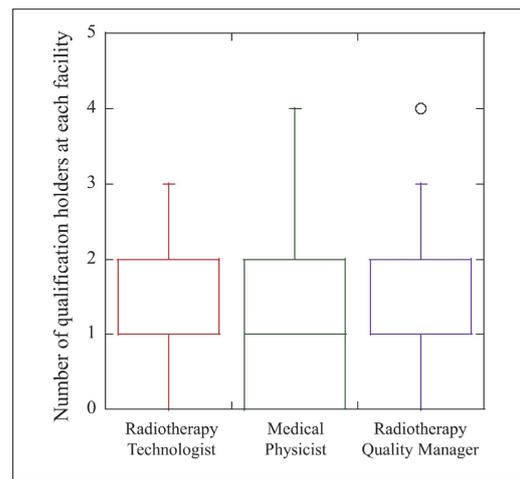


Fig.3 Number of qualification holders at each facility

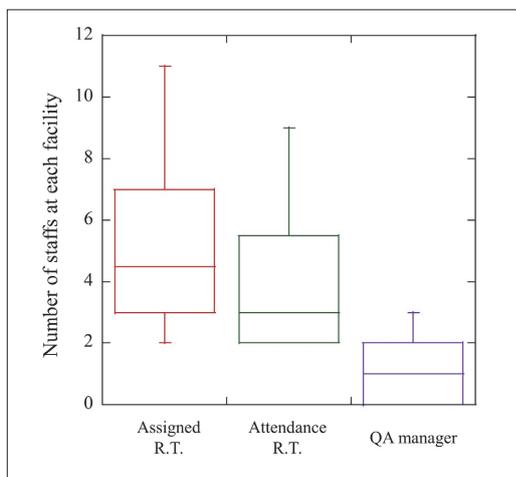


Fig.2 Number of staffs at each facility (R.T.: Radiotherapy Technologist)

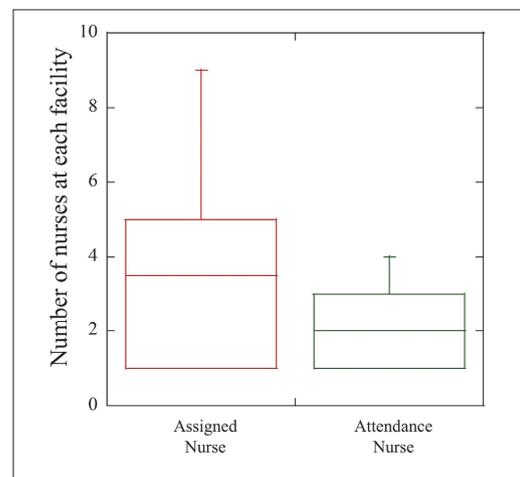


Fig.4 Number of nurses at each facility

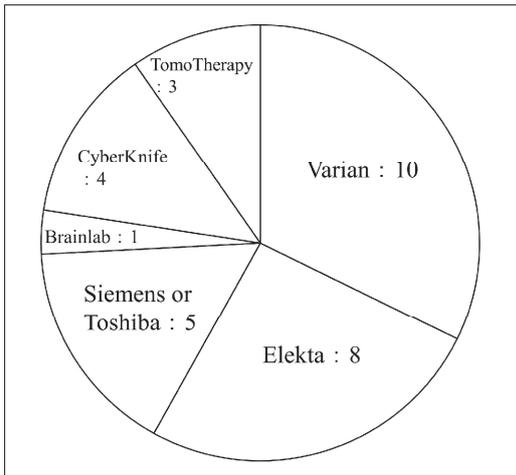


Fig.5 Number of linear accelerator (Linac)

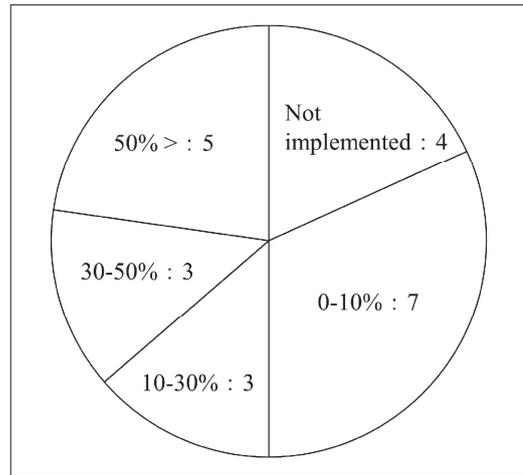


Fig.7 Ratio of IMRT and SRT to the whole

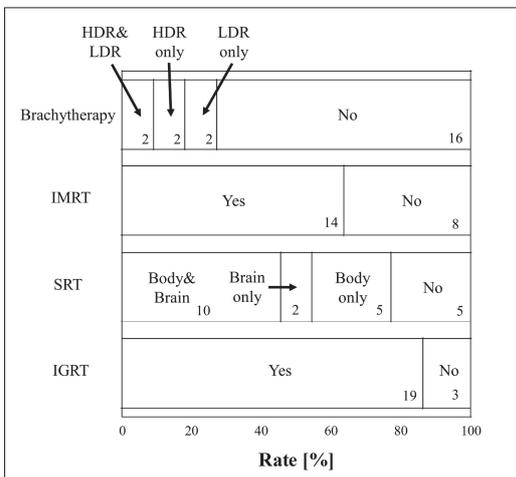


Fig.6 Special radiation therapy other than conventional irradiation (HDR: High Dose Rate, LDR: Low Dose Rate, IMRT: Intensity Modulated Radiation Therapy, SRT: Stereotactic Radiation Therapy, IGRT: Image Guided Radiation Therapy)

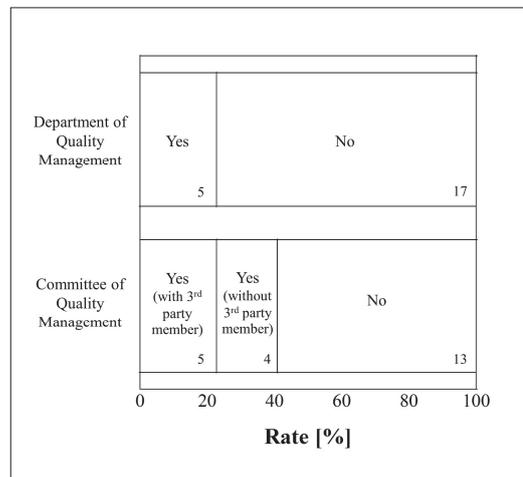


Fig.8 Establishment of "Department of Quality Management", and implementation of "Committee of Quality Management"

リアックと表記する。

小線源治療・強度変調放射線治療・定位放射線治療・画像誘導放射線治療の実施の有無について Fig.6 に示す。小線源治療は、高・低線量率のどちらも実施している施設は 2 施設、高線量率のみ実施は 2 施設、低線量率のみ実施は 2 施設、未実施は 16 施設であった。強度変調放射線治療は、実施が 14 施設、未実施が 8 施設であった。定位放射線治療は、頭部・体幹部のどちらも実施している施設は 10 施設、頭部のみ実施は 2 施設、体幹部のみ実施は 5 施設、未実施は 5 施設であった。画像誘導放射線治療は、実施が 19 施設、未実施が 3 施設であった。

医療機器安全管理料 2 について、取得している施設は 15 施設、未取得は 7 施設であった。

全体のうち、強度変調放射線治療と定位放射線治療の実施割合について Fig.7 に示す。どちらも未実施の施設が 4 施設、0 以上 10% 未満が 7 施設、10 以上 30% 未満が 3 施設、30 以上 50% 未満が 3 施設、50% 以上が 5 施設であった。

放射線治療品質管理室などの設置の有無、および品質管理委員会などの開催の有無について Fig.8 に示す。品質管理室などを設置している施設は 5 施設、未設置の施設は 17 施設であった。品質管理委員会などについて、外部委員を含めて開催している施設は 5 施設、

外部委員を含めずに開催しているのは4施設、開催していないのは13施設であった。

リファレンス線量計の校正頻度について、1年に1度が21施設、2年に1度が1施設であった。

過去3年以内の第三者による装置の出力評価について、実施は18施設、未実施は4施設であった。

3-2 スタッフ数および装置1台当たりのデータ解析

医師当たりの年間実患者数についてFig.9-1に示す。常勤医当たりの患者数の施設平均値±標準偏差および中央値は214.9±111.2人、222.0人、専門医当たりは254.7±126.5人、247.3人、常勤+非常勤医当たりは174.8±79.3人、161.3人であった。

出勤技師、技術者(出勤技師+品質管理専従者)、出勤看護師当たりの年間実患者数についてFig.9-2に示

す。出勤技師当たりは103.0±41.1人、92.7人、技術者当たりは78.8±31.1人、74.2人、出勤看護師当たりは212.8±115.8人、160.1人であった。

複数職種当たりの年間患者数についてFig.9-3に示す。医師(常勤+非常勤)+技術者当たりは52.6±19.3人、50.6人、医師+看護師当たりは89.6±37.4人、80.8人、技術者+看護師当たりは55.6±21.7人、46.7人、医師+技術者+看護師当たりは41.1±15.4人、35.8人であった。

放射線治療装置および治療計画装置1台当たりの年間実患者数についてFig.10に示す。放射線治療装置1台当たりは283.8±123.4人、274.5人、治療計画装置1台当たりは176.4±98.8人、139.3人であった。

放射線治療装置1台当たりのスタッフ数についてFig.11-1~3に示す。1台当たりの常勤医数の施設平

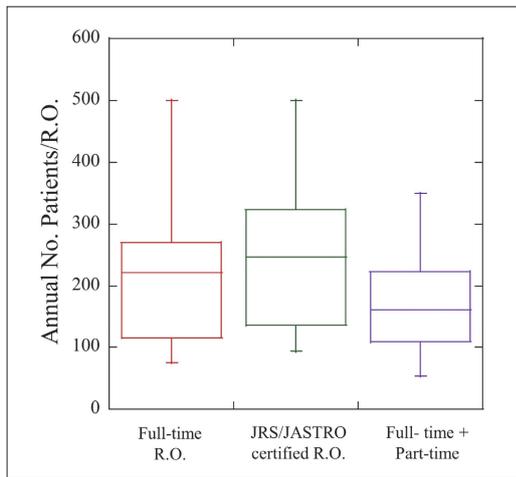


Fig.9-1 Annual number of Patients per Radiation Oncologists

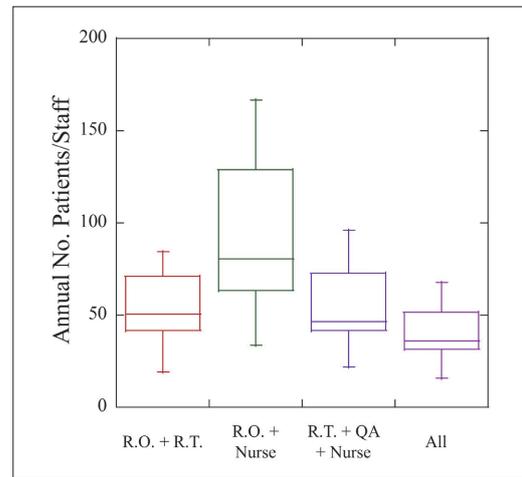


Fig.9-3 Annual number of Patients per staffs in multiple jobs

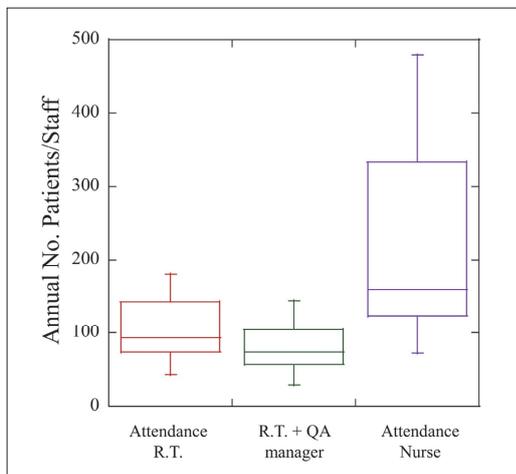


Fig.9-2 Annual number of Patients per staffs

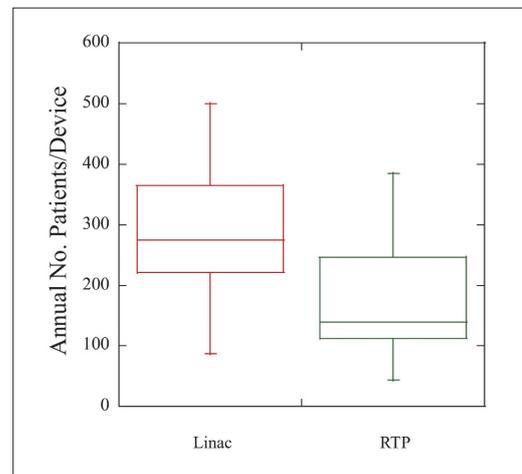


Fig.10 Annual number of Patients per devices

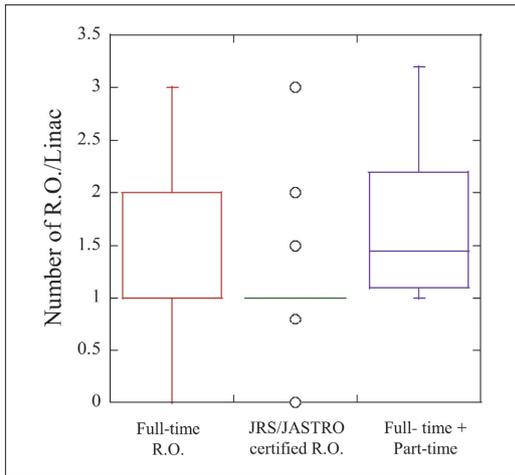


Fig.11-1 Number of Radiation Oncologists per Linac

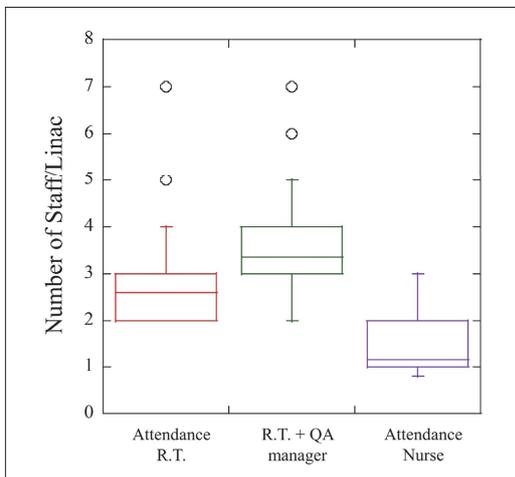


Fig.11-2 Number of staffs per Linac

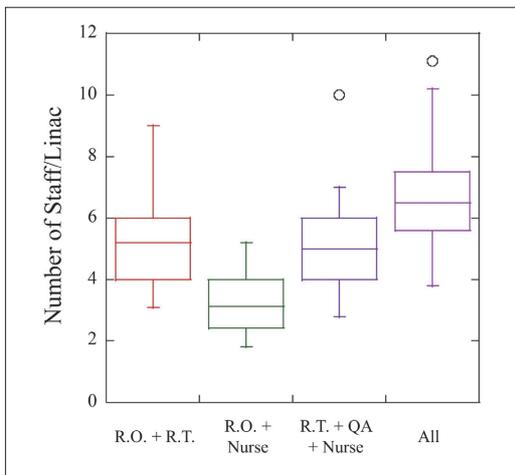


Fig.11-3 Number of staffs in multiple jobs per Linac

均値±標準偏差および中央値は1.5±0.9人, 1.0人, 専門医数は1.2±0.8人, 1.0人, 常勤+非常勤医数は1.7±0.7人, 1.5人, 出勤技師数は2.8±1.2人, 2.6人, 技術者数は3.7±1.2人, 3.3人, 出勤看護師数は1.5±0.6人, 1.2人, 医師+技術者数は5.4±1.6人, 5.2人, 医師+看護師数は3.2±0.9人, 3.2人, 技術者+看護師数は5.1±1.6人, 5.0人, 医師+技術者+看護師数は6.9±1.9人, 6.5人であった。

放射線治療装置1台当たりの治療計画装置台数の施設平均値±標準偏差および中央値は1.9±0.9台, 2.0台であった。

4. 考察

オンラインで依頼した施設はほぼ回答が得られたが, 郵送によるオフラインでの依頼では半分以上で回答が得られなかった。今後, アンケート調査を継続し回収率を向上させていくためには, オンラインでのアンケートが有効であると考えられる。

JASTRO定期構造調査報告では, 2009~2015年の埼玉県内の放射線治療患者は増加傾向となっている^{1, 2)}。2015年の結果が年間放射線治療実患者数8,648人, 新規患者数7,319人(回答施設数23)となっているのに対して, 本アンケート結果は実患者数9,490人, 新規患者数8,044人(回答施設数22)であり, 現在も患者は増加傾向であると考えられる。

各施設のスタッフ数について, 平均値が中央値より大きい結果となった。これは, 一部の施設規模の大きい施設においてスタッフが多く配置されていることが理由と考えられる。全ての施設で2人以上の診療放射線技師および1人以上の看護師が配置されていた。配置数に対して出勤者数は少なく, 特にその割合は診療放射線技師よりも看護師で低かった。これは, 他のモダリティでの勤務, 夜勤や当直などの勤務シフトが影響していると考えられる。

保有する外部放射線治療装置はおよそ4分の3が汎用リニアックであった。JASTRO定期構造調査報告では, 2015年の結果で汎用リニアック数に対するサイバーナイフの割合が26/936=2.8%, トモセラピーの割合が43/936=4.6%に対して, 本アンケートでは4/26=15.4%, および3/26=11.5%であった。調査年が異なるものの, 全国平均に比べて埼玉県は特殊装置の割合が高いと考えられるが, その理由については本アンケート結果からは判断が困難であった。治療計画装置は全ての施設で保有しているのに対して, 治療

計画支援装置を保有していたのは22施設中7施設であった。計画支援装置は作業の補助・効率化が主な目的であり、治療に必須である場合は少ないため、導入のハードルがかなり高いと考えられる。

密封小線源治療を実施する施設は高線量率・低線量率共に全体に対して5分の1以下であった。小線源治療設備は、導入・維持管理に多大な費用を要し、また症例数も限定されるため、全ての施設に導入する必要はないと考えられる。JASTRO定期構造調査報告では、放射線治療施設全体に対する高線量率小線源治療実施施設の割合は $150/737=20.4\%$ (^{192}Ir および ^{60}Co)、低線量率小線源治療実施施設は $97/737=13.2\%$ (前立腺ヨード) に対して、本アンケートではどちらも18.2%であり、こちらも調査年が異なるものの、全国平均と大きくは変わらなかった。本アンケート調査では小線源治療の患者数は調査しなかったため、今後は埼玉県における小線源治療施設数の妥当性を評価していく必要があると考えられる。

強度変調放射線治療・定位放射線治療・画像誘導放射線治療では未実施の施設が見られた。これは、装置が対応していないことや常勤医・品質管理専従者がいない施設があり、診療報酬で規定されている要件を満たしていないことなどが原因と考えられる。また施設によって強度変調放射線治療や定位放射線治療の割合は大きく異なることが分かった。これは、施設が保有する装置や症例、マンパワーに依存していることが理由と考えられる。しかし、2015年のJASTRO定期構造調査報告では、強度変調放射線治療実施施設の割合は $277/737=37.6\%$ 、定位放射線治療実施施設は頭部で $266/737=36.1\%$ 、体幹部で $329/737=44.6\%$ であるのに対して、本アンケートではいずれも50%を超えており、全国での傾向と同様に、埼玉での実施施設の割合は増加してきていると考えられる。

放射線治療品質管理委員会の開催率は品質管理室などの設置率より高く、実施のハードルが比較的低いことが分かった。しかし、それでも委員会は半分以上の施設が開催していなかった。JASTROが刊行している外部放射線治療におけるQAシステムガイドライン⁵⁾では、全ての放射線治療施設での定期的な委員会開催を強く推奨している。さらにIMRTガイドライン⁶⁾では、品質管理に詳しい外部の専門家を第三者として委員会に参加させることを推奨している。アンケートで強度変調放射線治療実施施設数が14であったにもかかわらず、外部委員を含めた委員会実施施設数は5で

あった。リファレンス線量計の校正頻度について、標準計測法12⁷⁾およびJASTRO QAシステムガイドライン⁵⁾では1年に1度の校正を推奨しているが、校正頻度が2年に1度の施設が見られた。過去3年間における第三者による装置の出力評価の実施の有無については、第三者評価ガイドライン2019⁸⁾では、3年に1度実施しなければならないと記載されているが、未実施の施設が見られた。上記のように、ガイドライン等で学会に強く推奨されているにもかかわらず、基準を満たしていない施設が散見された。今後はそういった施設を減らしていくような活動が重要であると考えられる。

スタッフ当たりの患者数は、施設によって大きな差があることが分かった。特に看護師で施設間の差が大きく、患者数に対する看護師の配置数は施設に依存していることが示唆された。医師および診療放射線技師1人当たりの年間患者数は、埼玉県の平均ではおおそガイドライン推奨値と変わらないと考えられる^{1,5,9)}。しかし、ガイドラインが策定された時よりも全国的に高精度放射線治療の割合は大きく増加しており²⁾、患者数が同じであっても1人にかかる負担が増加していることや、施設によってはスタッフ数に対する患者数がガイドラインを大きく上回っている施設があること、さらに埼玉県はそもそも全国平均に比べてスタッフ数が少ない¹⁾ことが分かっているため、件数や平均との比較だけで判断するのは危険な可能性がある。最適なスタッフ配置には、高精度放射線治療の割合などを考慮した最適な件数などを、今後はガイドラインに導入していくことが必要と考えられる。また埼玉県内の放射線治療施設は、患者数に対するスタッフ数が少ないにもかかわらず、高精度放射線治療の実施率が高いことが明らかとなった。よって労働環境の改善が必要と考えられる。

その他、放射線治療装置および治療計画装置1台当たりの患者数・スタッフ数による解析結果も本論文には掲載した。本データが、人員不足や装置不足と思われる施設が環境を改善するための一助になれば幸いである。

5. 結語

本アンケート調査により、埼玉県内における放射線治療施設の現状を明らかにすることができた。さらに本論文では、人員不足の施設の環境改善に有用な情報となるようにデータをまとめた。

謝 辞

お忙しい中、本アンケートにご回答いただいた下記施設の担当者の方々に深く感謝致します。

- ・ 埼玉医科大学総合医療センター
- ・ 埼玉医科大学国際医療センター
- ・ さいたま赤十字病院
- ・ 済生会川口総合病院
- ・ 国立病院機構埼玉病院
- ・ 羽生総合病院
- ・ 上尾中央総合病院
- ・ 埼玉医科大学病院
- ・ 新久喜総合病院

- ・ 北里大学メディカルセンター
- ・ 自治医科大学附属さいたま医療センター
- ・ 埼玉県立がんセンター
- ・ 戸田中央総合病院
- ・ 春日部市立医療センター
- ・ 医療法人啓清会 関東脳神経外科病院
- ・ 深谷赤十字病院
- ・ さいたま市立病院
- ・ その他、5施設

また本アンケート調査は、埼玉県放射線腫瘍研究会の支援を受けて実施しました。

図の説明

- Fig.1 各施設の医師数（常勤医、常勤の専門医、非常勤医、常勤+非常勤医）
- Fig.2 各施設の診療放射線技師および品質管理専従者数(R.T.: Radiotherapy Technologist)
- Fig.3 放射線治療専門放射線技師、医学物理士、放射線治療品質管理士の有資格者数（重複含む）
- Fig.4 各施設の看護師数
- Fig.5 放射線治療装置の台数と機種
- Fig.6 小線源治療、強度変調放射線治療、定位放射線治療、画像誘導放射線治療の実施の有無（HDR: High Dose Rate, LDR: Low Dose Rate, IMRT: Intensity Modulated Radiation Therapy, SRT: Stereotactic Radiation Therapy, IGRT: Image Guided Radiation Therapy）
- Fig.7 全体のうち、強度変調放射線治療と定位放射線治療の実施割合
- Fig.8 放射線治療品質管理室などの設置、および品質管理委員会などの実施の有無
- Fig.9 (1) 医師当たりの年間実患者数
(2) 出勤技師、技術者（出勤技師+品質管理専従者）、出勤看護師当たりの年間実患者数
(3) 複数職種当たりの年間患者数
- Fig.10 放射線治療装置および治療計画装置1台当たりの年間実患者数
- Fig.11 (1) リニアック1台当たりの医師数
(2) リニアック1台当たりの出勤技師、技術者（出勤技師+品質管理専従者）、出勤看護師数
(3) リニアック1台当たりのスタッフ数（複数職種）

参考文献

- 1) 日本放射線腫瘍学会：2015年全国放射線治療施設構造調査の解析結果 第1報, 第2報. 2019. https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/data_center/cat6/cat/2015.html
- 2) 畑中星吾：全国平均に対する埼玉県の放射線治療スタッフの現状. 埼玉放射線, 第67巻, 第4号, 32-35, 2019.
- 3) 日本診療放射線技師会：がん診療連携拠点病院における放射線治療スタッフ数調査の報告. 日放技誌, 第63巻, 第12号, 94-97, 2016.
- 4) エム・イー振興協会：月刊新医療2019年12月号, 119-120, 2019.
- 5) 日本放射線腫瘍学会：外部放射線治療におけるQAシステムガイドライン2016年版. 2016. https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/guideline/qa_guideline2016.pdf
- 6) 日本放射線腫瘍学会：強度変調放射線治療における物理・技術的ガイドライン2011. 2011. <https://www.jastro.or.jp/customer/guideline/2016/10/IMRT2011.pdf>
- 7) 日本医学物理学会：外部放射線治療における水吸収線量の標準計測法（標準計測法12）. 通商産業研究社, 2012.
- 8) 日本医学物理学会, 日本放射線技術学会, 日本放射線腫瘍学会：放射線治療における第三者機関による出力線量評価に関するガイドライン2019. 2019. <http://www.jsmp.org/wp-content/uploads/daisanshahyouka20190716.pdf>
- 9) 日本PCS作業部会：厚生労働省がん研究助成金計画研究班18-4 がんの集学治療における放射線腫瘍学—医療実態調査研究に基づく放射線治療の品質確保に必要とされる基準構造—. 2019. https://www.jastro.or.jp/medicalpersonnel/data_center/JBBG2009_Jpn.pdf