

Table 14 Number of radiation oncology facilities, treatment devices, patient load, and personnel: trend 1990–2007

	1990 <sup>1)</sup>	1993 <sup>2)</sup>	1995 <sup>3)</sup>	1997 <sup>4)</sup>	1999 <sup>5)</sup>	2001 <sup>6)</sup>	2003 <sup>7), 8)</sup>	2005 <sup>9), 10)</sup>	2007
施設数(回収率[%])	378(48.5)	629(88.3)	504(73.9)	568(78.6)	636(86.3)	603(85.3)	726(100)	712(96.9)	721(94.2)
新患者数	62,829	–	71,696	84,379	107,150	118,016	149,793	156,318	170,229
実患者数	–	–	–	–	–	–	–	191,173	205,087
施設平均新患者数	166	–	142	149	168	196	206	220	236
治療装置台数(稼働中)									
リニアック	311	508	407	475	626	626	744	765	807
テレコバルト	170	213	127	98	83	45	42	11	15
Ir-192 RALS	–	–	29	50	73	93	117	119	123
常勤放射線治療医数	547	748	821	889	925	878	921	1,003	1,007
FTE放射線治療医数	–	–	–	–	–	–	–	774	826
常勤JASTRO認定医数	–	–	–	–	–	308	369	426	477
放射線治療担当技師数	592	877	665	733	771	918	1,555	1,635	1,634
周辺装置台数									
X線シミュレータ	295	430	394	452	512	464	532	502	445
CTシミュレータ	30	75	55	96	164	247	329	407	497
治療計画コンピュータ	238	468	374	453	682	680	874	940	1,070

2005年放射線治療実施施設数を735施設と推測した場合の推定新患者数：約16万2,000人。  
 2007年放射線治療実施施設数を765施設と推測した場合の推定新患者数：約18万1,000人。  
 2005年放射線治療実施施設数を735施設と推測した場合の推定実患者数：約19万8,000人。  
 2007年放射線治療実施施設数を765施設と推測した場合の推定実患者数：約21万8,000人。

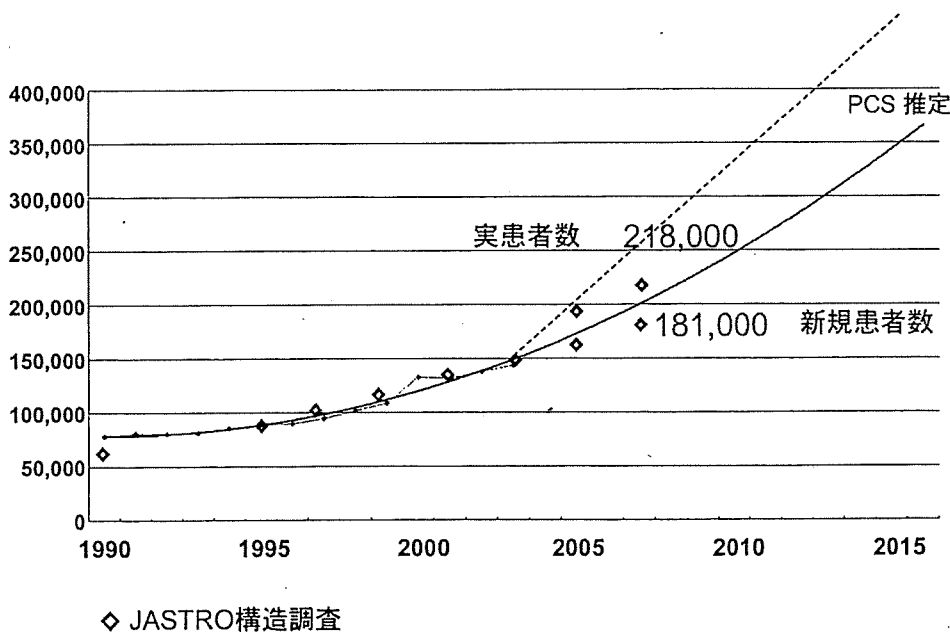


Fig. 2 Estimate of increases in demand for radiotherapy in Japan, based on statistical correction of annual changes in the number of new patients per year at PCS survey facilities supported in part by the Grant-in-Aid for Cancer Research (No. 14-6) from the Ministry of Health, Labor and Welfare<sup>12)</sup>, ◇ denotes the total number of survey results in regular structure surveys by the JASTRO.

14.6%の患者数を受け持っており、特に100~400人未満の施設が全体の50.2%の患者を治療して、重要な役割を果たしている。2005年に比べて300人以上の施設の扱う患者数比率が4.2%増加している。患者数の増加を反映している。地域別では、ほぼ人口に相応しての年間新患者数を示しているが、認定医の集積度による地域差もある。人口1,000人当たりの新患者数の全国平均値は1.3人で、2005年より0.1人

増えている。確実に増加したという見方もできる。地域別には、東京都や石川県で人口1,000人当たりの新患者数は多くなっている。次いで、群馬県、宮城県、鳥取県となっていた。東京都には近隣県からの患者移動が想定されるので、人口集積度と放射線治療の人口当たりの新患者数の高さは一致しておらず、認定医の存在や各県の高齢化率なども影響しているかもしれない。1施設当たりの患者数で

は、首都圏の東京都、千葉県、埼玉県、神奈川県と徳島県で、300人前後の治療を行っていた。次に、宮城県、福岡県、奈良県、北海道が270人台の患者を治療していた(全国平均236.1人/施設)。一方、大阪府、兵庫県、愛知県、静岡県は認定医がある程度集積できているが、施設当たりの患者数は全国平均並みであった。まだ余裕があるという見方もできるのかもしれない。以上、地域的にかなりの違いはあるが、放射線治療施設数としては全国の各地域をほぼ網羅できている。

装備の充実度は施設規模により差はあるが、急速に優れた機能を備えたものに置換されている。至適エネルギーの選択可能性、3DCRT以上の治療のための機能は67~69%に確保されていた。体幹部定位照射、IMRTは2005年<sup>9), 10)</sup>のそれぞれ1.5倍、3.7倍の症例が治療されており、急速に適用が拡大していた。それぞれの施行施設も2005年に比較して31施設、25施設増えていた。組織内照射、特に前立腺ヨード治療は顕著で、925例増加しており、施行施設も39施設増加している。周辺機器として、CTシミュレータはすでに68%の施設に普及していた。2005年より11%増加していた。しかし、施設規模で尚49~100%のバリエーションがあった。小規模施設でも半数近くに普及していることは注目すべきことである。放射線治療計画の難易度は小規模施設程、単純が多く、規模が大きくなるにつれて徐々に中間、複雑が多くなっていった。施設規模では、A: 99人以下とF: 500人以上で、複雑は15%から30%へと、約2倍の違いが観察された。逆に単純は62%から39%へと、約2/3に減少していた。

スタッフ数は患者数増加に相応して増えてはきている。総患者数負荷を1 FTE放射線腫瘍医当たりで換算すると248.2人となり、米国<sup>15)</sup>やわが国の基準<sup>12)</sup>である200人をかなり凌駕していた。2005年の246.8人より1.4名増えている。既報でも考案したように、昨今の治療技術の複雑化を考慮すると、現場での負荷増加が当初予想した患者数増加にブレーキをかけていないか、詳細な分析が必要である。医療スタッフのQOL低下も懸念される。詳細は第2報で報告する。今回、施設間の医療スタッフの動きも調査したので、何らかの分析結果を提示できると思う。診療放射線技師は2005年度<sup>9), 10)</sup>に比較して増加していない。常勤物理士は、実数としては144人増加していた。品質管理士は270人増加していた。今回は診療放射線技師業務との重複を避けるためFTEで分析すると、前者は63.9人、後者は105.6人であり、実態はほとんど診療放射線技師との兼任業務が主体であり、専任でない実態あるいは専任の場合は、施設が極めて限られていることが明らかとなった。

原発巣別割合は2005年に比べて、肺癌が0.9%、乳癌が1.9%、泌尿器系、前立腺癌が1.0%増加していた。欧米化の傾向が放射線治療症例の分布にも明らかに反映されていた。骨転移、脳転移の症例は、実患者数全体のそれぞれ10.4%、13.6%に見られ、放射線治療は緩和医療に重要な役割を果たしていることが示された。施設規模で見ると、C:

200~299人以下の中小規模で、骨転移症例が全体の15%を超えていた。緩和治療と根治治療の棲み分けが、施設規模でさらに進んでいるのかもしれない。一方、脳転移は、B: 100~199人、C: 200~299人、D: 300~399人、E: 400~499人の施設で比率が高く、脳定位照射の普及も一因と推測された。

地域別には、人口1,000人当たりの放射線治療新患者数は1.8~0.8人の2倍以上の差が観察された。全国平均で1.3人であり、この値は2005年度<sup>9), 10)</sup>より0.1人増加した。1施設当たりが受け持つ人口規模は全国平均17万7,000人となり、2005年より2,000人減少した。地域的にも、埼玉県の37万3,000人から大分県の9万3,000人までの顕著な差が観察された。米国の基準<sup>12)</sup>では20万人に1台であり、平均的にはほぼ近い値を示している。わが国は地域のバリエーションはあるものの、全国に均一に分布させていることが分かる。1装置当たりの患者数は243.2人であり、2005年<sup>9)</sup>より8.6人増加した。今後、適応率そのものの増加によって、真に増加した患者数を治療するのに人員を確実に補充すれば、装備は数のうえでは十分あるといえる。しかし、過重な負荷がかかっている大規模施設も12%に見られるので、医療機関連携など、具体的に現実的な役割分担も必要である。また、装備のスペックにも配慮が必要である。3次元以上、dual energy以上は、今や標準装備となってきた。JASTRO認定医数はすべての都道府県で最低1人以上確保されているが、患者数/FTE放射線腫瘍医数の値からは、さらに大幅な増員が必要である。特に放射線治療患者数増加率が、がん罹患数の増加率より高く推移しているの、本来の放射線治療の適用拡大が、すなわち欧米の適用率50~60%へ近づくように、数値データとして徐々に現れつつあるのかもしれない。日本の放射線治療の適応率はまだ26.1%であり、2005年と比較して1.6%増加しているとはいえ、治療技術の高度化にともなう負荷増加と相対的人員不足によって、本来の患者数伸びにブレーキがかかっているのかもしれない。今後の十分な人材供給によって大きく改善する可能性は秘めている。たとえば、現在、非常勤施設の放射線腫瘍医で支援されている施設に常勤を配置することにより、大幅な患者数増加を見込める可能性がある。さらに、非常勤施設もFTE数を増加させることにより、患者数増加を見込めるであろう。

最後に、この定期構造調査はアンケートではなく、認定制度とも連携した学会事業である。各分野に有効活用され、JASTRO会員や患者の利益とともにJASTROの発展に大きく寄与している。今回協力いただけなかった施設には、この調査の趣旨をご理解のうえ、次回は是非協力願いたい。

謝辞: 本調査に協力いただいた全国の放射線治療施設の放射線科長、技師長、担当医、担当技師各位ならびに調査協力の督促に協力いただいた各地域のリーダーの先生各位に厚く御礼申し上げます。また、回収データのクリーニング、入力、解析、事務作業に従事した大阪大学大学院医学系研

究科医用物理工学講座, 大学院生各位, 秘書の木本愛津美, 七河由美, 岡本佐智, 小林美都穂氏に感謝する。

## 文 献

- 1) 佐藤眞一郎, 中村 譲, 川島勝弘, 他: 日本の放射線治療の現状—1990年における実態調査の概要—放射線治療体制に関する検討. 日放腫会誌 6 : 83-89, 1994.
- 2) 森田皓三, 内山幸男: 第 2 回放射線治療施設の構造調査結果. 日放腫会誌 7 : 251-261, 1995.
- 3) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1995年定期構造調査結果. 日放腫会誌 9 : 231-253, 1997.
- 4) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1997年定期構造調査結果. 日放腫会誌 13 : 175-182, 2001.
- 5) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1999年定期構造調査結果. 日放腫会誌 13 : 227-235, 2001.
- 6) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の2001年定期構造調査結果. 日放腫会誌 15 : 51-59, 2003.
- 7) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の2003年定期構造調査報告. 日放腫会誌 17 : 115-121, 2005.
- 8) Shibuya H, Tsujii H: The structural characteristics of radiation oncology in Japan in 2003. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 62 (5) 1472-1476, 2005.
- 9) JASTROデータベース委員会. 全国放射線治療施設の2005年定期構造調査報告(第1報). 日放腫会誌 19 : 181-192, 2007.
- 10) JASTROデータベース委員会. 全国放射線治療施設の2005年定期構造調査報告(第2報). 日放腫会誌 19 : 193-205, 2007.
- 11) <http://www.jastro.jp/> (4/30/2009).
- 12) 日本PCS作業部会(厚生労働省がん研究助成金計画研究班14-6). 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—2005.
- 13) 総務省統計局: 平成19年10月1日現在推計人口. 平成20年4月15日公表. (<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2007np/index.htm>)
- 14) 大島 明, 黒石哲生, 田島和雄: がん・統計白書—罹患/死亡/予後 2004. 篠原出版新社, 2004, p 207.
- 15) Inter-Society Council for Radiation Oncology: Radiation oncology in integrated cancer management. 1991(日本語訳, 廣川 裕, 井上俊彦, 池田 恢(訳)「統合的癌治療における放射線腫瘍学」, (略称)「ブルーブック」), 放射線科専門医学会, 1993.

要旨: JASTROの2007年全国放射線治療施設構造調査を2008年3月から2009年1月までに、調査票を送付して行った。回答率は94.2%(721/765)であった。全国の放射線治療を施行した年間新患者数および総患者数(新患+再患)は、それぞれ約18万1,000人、21万8,000人と推定された。装備はlinac、telecobalt、Gamma Knife<sup>®</sup>、<sup>60</sup>Co RALS、<sup>192</sup>Ir RALS(実稼動中のもの)は、807台、15台、46台、45台、123台であった。linacにはdual energy機能が539台(67%)、3DCRT機能が555台(69%)、IMRT機能が235台(29%)に装備されていた。JASTRO認定医数、放射線腫瘍医数、医学物理士数、放射線治療品質管理士数、放射線治療担当技師数、放射線治療担当看護師数、看護助手+事務員数は、それぞれ477人、826 FTE人、64 FTE人、106 FTE人、1,634 FTE人、494 FTE人、329人であった。2005年に比べて、前立腺癌に対する<sup>125</sup>Iの治療が52%、IMRTが271%増加していた。地域的に放射線治療適用率は、人口1,000人に対して1.8~0.8人(平均1.3人)までのバリエーションが観察された。

## 全国放射線治療施設の2007年定期構造調査報告(第2報)

JASTROデータベース委員会

手島 昭樹<sup>\*1</sup>, 沼崎 穂高<sup>\*1</sup>, 渋谷 均<sup>\*2</sup>, 西尾 正道<sup>\*3</sup>, 池田 恢<sup>\*4</sup>, 関口 建次<sup>\*5</sup>,  
上紺屋 憲彦<sup>\*6</sup>, 小泉 雅彦<sup>\*7</sup>, 多湖 正夫<sup>\*8</sup>, 安藤 裕<sup>\*9</sup>, 塚本 信宏<sup>\*10</sup>,  
寺原 敦朗<sup>\*11</sup>, 中村 和正<sup>\*12</sup>, 光森 通英<sup>\*13</sup>, 西村 哲夫<sup>\*14</sup>, 晴山 雅人<sup>\*15</sup>

JAPANESE STRUCTURE SURVEY OF RADIATION ONCOLOGY IN 2007  
(SECOND REPORT)

JASTRO Database Committee

Teruki TESHIMA<sup>\*1</sup>, Hodaka NUMASAKI<sup>\*1</sup>, Hitoshi SHIBUYA<sup>\*2</sup>, Masamichi NISHIO<sup>\*3</sup>, Hiroshi IKEDA<sup>\*4</sup>,  
Kenji SEKIGUCHI<sup>\*5</sup>, Norihiko KAMIKONYA<sup>\*6</sup>, Masahiko KOIZUMI<sup>\*7</sup>, Masao TAGO<sup>\*8</sup>, Yutaka ANDO<sup>\*9</sup>,  
Nobuhiro TSUKAMOTO<sup>\*10</sup>, Atsurō TERAHARA<sup>\*11</sup>, Katsumasa NAKAMURA<sup>\*12</sup>,  
Michihide MITSUMORI<sup>\*13</sup>, Tetsuo NISHIMURA<sup>\*14</sup>, and Masato HAREYAMA<sup>\*15</sup>

(Received 24 May 2009, accepted 17 July 2009)

**Abstract:** A national structure survey of radiation oncology in 2007 using questionnaires was conducted from March 2008 to January 2009 by JASTRO. The response rate was 721 out of 765 (94.2%). Annual patient load/FTE (full time equivalent) for radiation oncologists was 248.2. The corresponding data according to the institutional stratification, including more than or equal to 1 FTE radiation oncologist (A) or less than 1 (B), were 212.9 and 157.0 (calculated as FTE=1 to avoid overestimation in B institutions), respectively. More than 300 patients/FTE radiation oncologists (warning level for decline in the quality of care) were treated in one-fourth of the A institutions. The data/radiotherapy technologists were 125.5. In designated cancer care hospitals, larger numbers of cancer patients were treated with more functionally sophisticated linac and CT simulator than in other hospitals. Geographically, there was a significant variation in patient load/FTE radiation oncologists from 130.7 to 391.6. As for radiotherapy technologists, a variation from 87.3 to 258.6 was also observed. The number of cancer patients/linac exceeded 400/year (warning level) in the institutions with heavy load/FTE radiation oncologists more than or equal to 300/year (A) and in those where the number of new patients was more than or equal to 800/year.

Key words: Structure survey, Radiotherapy facility, Radiotherapy personnel

## はじめに

1990年に恒元らによって、第1回日本放射線腫瘍学会(JASTRO)全国放射線治療施設構造調査が実施された<sup>1)</sup>。1993年以降は定期的(2年ごと)に構造調査を学会事業として行っている<sup>2)-10)</sup>。これらのデータ分析によって、JASTROはわが国における放射線治療のおかれている状況を装備、人員、患者数などを中心に正確に把握し、国や地方自治体レベルでの施策の提言や個々の医療機関における構造の改

善に役立つ情報を提供してきた。この調査への協力はJASTROによる放射線治療施設の施設認定制度における認定を受けるための必要条件ともなっている。

今回、2007年を対象とした第9次全国放射線治療施設の構造調査を行った。結果の全貌については第1報として、すでにJASTROホームページ(<http://www.jastro.jp/>)よりdownload可能にしている<sup>11)</sup>。また、解説を含めて本誌に投稿している<sup>12)</sup>。本報告では人員負荷を中心に、より詳細な分析を行い、データベース委員会としての解説と考案を

<sup>\*1</sup> 大阪大学大学院医学系研究科医用物理工学講座(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘1-7) (Department of Medical Physics & Engineering, Osaka University Graduate School of Medicine) (1-7 Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, JAPAN) (委員長, 沼崎 穂高), <sup>\*2</sup> 東京医科歯科大学医学部放射線科 (Department of Radiology, Tokyo Dental and Medical University), <sup>\*3</sup> 国立病院機構北海道がんセンター放射線科 (Department of Radiology, National Hospital Organization Hokkaido Cancer Center), <sup>\*4</sup> 市立堺病院放射線治療科 (Department of Radiation Oncology, Sakai Municipal Hospital), <sup>\*5</sup> 聖路加国際病院放射線腫瘍科 (Department of Radiation Oncology, St. Luke's International Hospital), <sup>\*6</sup> 兵庫医科大学放射線医学 (Department of Radiology, Hyogo College of Medicine), <sup>\*7</sup> 大阪大学医学部附属病院オンコロジーセンター (Oncology Center, Osaka University Hospital), <sup>\*8</sup> 東邦大学医療センター大森病院放射線科 (Department of Radiology, Toho University Omori Medical Center), <sup>\*9</sup> 放射線医学総合研究所重粒子医学センター医療情報課 (Department of Medical Informatics, Heavy Ion Medical Center, National Institute of Radiological Sciences), <sup>\*10</sup> 埼玉医科大学国際医療センター放射線腫瘍科 (Department of Radiation Oncology, Saitama Medical University International Medical Center), <sup>\*11</sup> 東京大学医学部附属病院放射線科 (Department of Radiology, University of Tokyo Hospital), <sup>\*12</sup> 九州大学病院別府先進医療センター放射線科 (Department of Radiology, Kyushu University Hospital at Beppu), <sup>\*13</sup> 京都大学大学院医学研究科放射線医学講座放射線腫瘍学 画像応用治療学 (Department of Radiation Oncology and Image-applied Therapy, Graduate School of Medicine Kyoto University), <sup>\*14</sup> 静岡県立がんセンター放射線治療科 (Division of Radiation Oncology, Shizuoka Cancer Center) (副委員長), <sup>\*15</sup> 札幌医科大学放射線医学講座 (Department of Radiology, Sapporo Medical University) (2008年JASTRO会長)

Table 1 Annual numbers of cancer patients treated with radiation, linac, and by radiation oncology personnel. Plus, patients load/personnel according to stratification of institution by FTE radiation oncologist

	全施設 (721)		A施設層 (316)**		B施設層 (405)***	
	1施設平均	総数	1施設平均	総数	1施設平均	総数
実患者数	284.4	205,087	447.8	141,506	157.0	63,581
新規患者数	236.1	170,229	368.2	116,345	133.0	53,884
Linac台数	1.1	807	1.3	426	0.9	381
放射線治療担当医 (FTE)*数	1.1	826.3	2.1	664.7	0.4	161.6
JASTRO認定医 (常勤)数	0.7	477	1.3	407	0.2	70
実患者数/FTE放射線治療担当医 1名	248.2		212.9		157.0****	
新規患者数/FTE放射線治療担当医 1名	206.0		175.0		133.0****	
放射線治療担当技師 (FTE)数	2.3	1,634.1	3.1	975.8	1.6	658.3
実患者数/FTE放射線治療担当技師 1名	125.5		145.0		96.6	
新規患者数/FTE放射線治療担当技師 1名	104.2		119.2		81.9	
放射線治療担当技師 (FTE)/linac 1台	2.0		2.3		1.7	
医学物理士 (FTE)数	0.09	63.9	0.14	44.9	0.06	19.0
実患者数/FTE医学物理士 1名	3,209.5		3,151.6		3,346.4	
新規患者数/FTE医学物理士 1名	2,664.0		2,591.2		2,836.0	
品質管理士数 (FTE)	0.15	105.6	0.23	72.0	0.11	33.6
実患者数/FTE放射線治療品質管理士 1名	1,942.1		1,965.4		1,892.3	
新規患者数/FTE放射線治療品質管理士 1名	1,612.0		1,615.9		1,603.7	
放射線治療品質管理士数 (FTE)/linac 1台	0.13		0.17		0.09	

\* FTE (full time equivalent) : 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。

\*\* A施設層 : FTE $\geq$ 1 の施設層。

\*\*\* B施設層 : FTE<1 の施設層。

\*\*\*\* FTE<1 の施設の場合はFTE=1として換算。

2007年放射線治療実施施設数を765施設と推測した場合の推定実患者数 : 約21万8,000人。

2007年放射線治療実施施設数を765施設と推測した場合の推定新規患者数 : 約18万1,000人。

行った。このデータはJASTROの共有財産であり、各施設の構造を改善するために利用されることを最終目標としている。各施設での具体的交渉用にcustomizeされたデータが必要な場合、常時連絡願いたい。

## 調査対象と調査経過

2008年3月末に、2007年に放射線治療装置があると想定された全国814施設にJASTRO事務局から、2007年1月1日~12月31日までの放射線治療の診療実態についての構造調査票が発送された。2008年度JASTRO会長とデータベース委員長連名にて、本調査への協力を正式に依頼した。2009年1月末までに、721施設(97.1%)から回答が得られた。すでに放射線治療を止めている施設もあり、2007年に放射線治療を行っている施設は765施設と推定された。解析対象施設数は721施設(94.2%)となった。調査票は2007年4月から、委員会で調査開始直前まで検討された。2005年度の調査票との整合性を保ちながら、新たな調査項目としてlinacのIGRT機能、CT on rail (同室CT)機能、on board imaging(OBI)照射位置照合機能、放射線腫瘍医の常勤、非常勤勤務の兼務による実質的マンパワー分析のための照合データ、放射線治療担当技師の実質的マンパワー-FTE(full time equivalent : 週40時間放射線治療専任業務に換算)数、医学物理士FTE数、放射線治療品質

管理士FTE数、治療担当看護師FTE数などを加えた。ほぼ大略前回と同様の解析を行った。患者負荷は年間実患者数(新患+再患)を各施設のスタッフ数で除して評価した。ただし、放射線治療担当医の場合FTEで換算して、1名以上のマンパワーを持っている施設(A施設)316施設(43.8%)と1名未満の施設(B施設)405施設(56.2%)とに区別して検討した。B施設の患者負荷はFTE値が小数点以下になるため、数値による負荷の過大評価を避けるためFTE=1として計算した。また、国の施策として進められている、がん診療連携拠点病院324施設<sup>13)</sup>のデータを抽出し、全体との比較を行った。ハード面では、linacのdual energy機能、3DCRT機能、IMRT機能、IGRT機能、同室CT機能、照射位置照合機能とCT simulator保有に集中して比較した。さらに、地域的なマンパワー、患者数負荷の分析も行った。最後に、放射線腫瘍医1人が受け持つ患者数について、日米ブルーブック<sup>14), 15)</sup>の改善警告値(300人)を超える高負荷施設118施設および年間新規患者数が800人を超える大規模施設21施設の現状についても分析した。

## 結 果

1. 医療スタッフの実質的マンパワーと年間患者数負荷 : 全体  
Table 1に、施設層別の新規患者数、実患者数(新患+再患)、linac台数と医療スタッフ数(放射線治療担当医数、

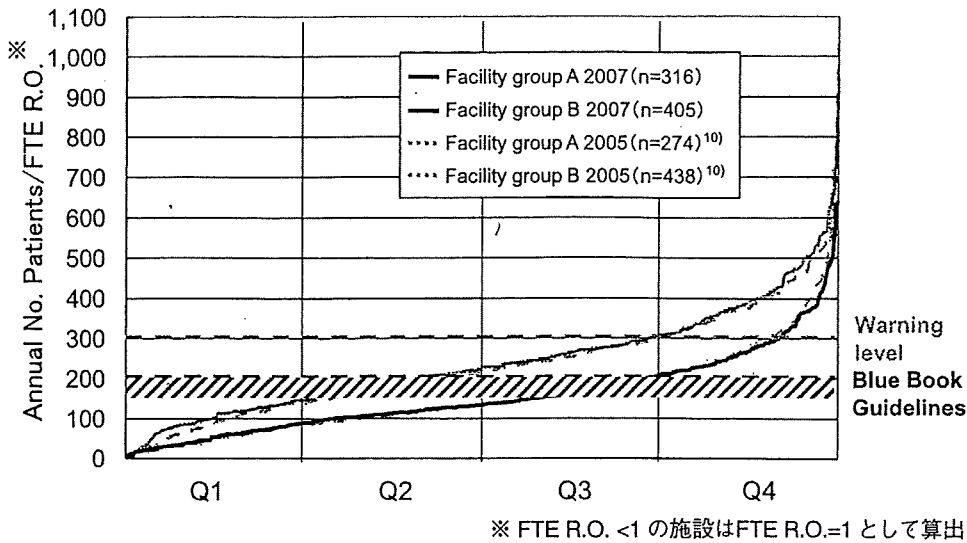


Fig. 1 Distribution of annual patients load/FTE radiation oncologists in a radiation oncology facility. Horizontal axis represents facilities arranged in order of increasing value of annual number of patients/FTE radiation oncologists within the facilities. Q1: 0-25%, Q2: 26-50%, Q3: 51-75%, Q4: 76-100%.

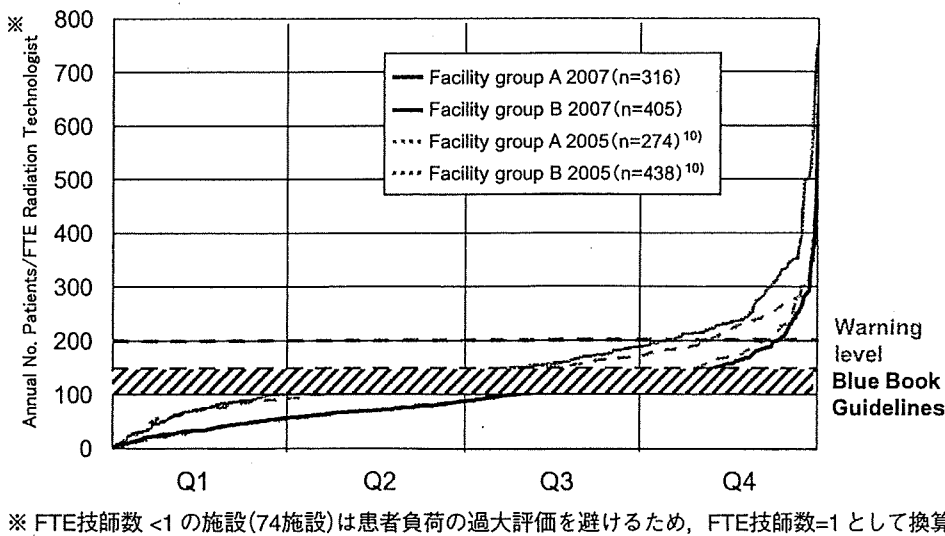


Fig. 2 Distribution of annual patients load/FTE radiation technologists in a radiation oncology facility. Horizontal axis represents facilities arranged in order of increasing value of annual number of patients/FTE radiation technologists within the facilities. Q1: 0-25%, Q2: 26-50%, Q3: 51-75%, Q4: 76-100%.

JASTRO認定医数, 放射線治療診療放射線技師(以下, 放射線治療担当技師)数, 医学物理士数, 品質管理士数ならびに各スタッフ1人当たりの年間実患者数, すなわち年間患者数負荷を示している。A施設(FTE ≥1)で141,506人の患者を治療し, B施設(FTE <1)で63,581人治療していた。linac台数はそれぞれ平均1.3台, 0.9台であった。

放射線治療担当医

1 施設平均のFTE放射線治療担当医数は, A施設2.1人, B施設0.4人であった。常勤のJASTRO認定数は, A施設407人, B施設70人であった。年間実患者数/FTE放射線治療担当医は248.2人で, A施設では平均212.9人, B施設ではFTE=1とした場合(=その施設の年間実患者数)は, 平均157.0人であった。B施設では既述のように, 平均0.4 FTE人で治療しているので, 国全体のマンパワー=FTE総数で除した年間実患者数は上記となる。この負荷の値について, 最小値から最大値まで並べて分布をみると, Fig. 1 に示すように, A施設は日米ブルーブックの基準<sup>14), 15)</sup>である平均200人/FTE放射線治療担当医程度の患者を治療していた。150人

以下の小規模施設も25%に観察されるが, 上位25%の施設では, 逆に改善警告値である300人を超えて治療していた。B施設の上位10%の施設では, 改善警告値300人を超えて治療していた。注意すべきは, B施設では平均0.4 FTE人の放射線治療担当医数なので, 患者の診療にかかわる時間がA施設のそれより実質半数以下である点である。当然, A施設の常勤医がB施設の非常勤医として勤務することが多いので, 今回の調査では照合データを得ている。詳細な分析は次報で行う予定である。

放射線治療担当技師

1 施設平均の放射線治療担当技師FTE数は, A施設3.1人, B施設1.8人であった。年間実患者数/放射線治療担当技師は125.5人で, A施設では145.0人, B施設では96.6人であった。linac 1台当たりの放射線治療担当技師FTE数は2.0人で, A施設では2.3人, B施設では1.7人であった。同様に, これらの負荷の値について, 最小値から最大値までをすべての施設で並べて分布をみると(Fig. 2), A施設は日本版ブルーブックの基準<sup>14)</sup>である100~150人/放射線治療担当技師の範囲以上

Table 2 Annual numbers of cancer patients treated with radiation, linac, by radiation oncology personnel. Plus, patients load/personnel in designated cancer care hospitals according to stratification of institution by FTE radiation oncologist

	全施設 (324)*		A施設層 (203)		B施設層 (121)	
	1施設平均	総数	1施設平均	総数	1施設平均	総数
実患者数	385.1	124,757	503.5	102,204	186.4	22,553
新規患者数	319.6	103,551	414.3	84,098	160.8	19,453
Linac台数	1.3	414	1.5	297	1.0	117
放射線治療担当医 (FTE) 数	1.6	511.8	2.2	451.2	0.5	60.6
JASTRO認定医 (常勤) 数*	1.1	344	1.5	311	0.3	33
実患者数/FTE放射線治療担当医 1名	243.8		226.5		186.4	
新規患者数/FTE放射線治療担当医 1名	202.3		186.4		160.8	
放射線治療担当技師 (FTE) 数	2.7	883.5	3.3	670.9	1.8	212.6
実患者数/FTE放射線治療担当技師 1名	141.2		152.3		106.1	
新規患者数/FTE放射線治療担当技師 1名	117.2		125.4		91.5	
放射線治療担当技師 (FTE) 数/linac 1台	2.1		2.3		1.8	
医学物理士 (FTE) 数	0.19	39.1	0.18	35.9	0.03	3.2
実患者数/FTE医学物理士 1名	3,188.6		2,846.9		7,047.8	
新規患者数/FTE医学物理士 1名	2,646.6		2,342.6		6,079.1	
品質管理士数 (FTE)	0.30	61.9	0.25	50.8	0.09	11.0
実患者数/FTE放射線治療品質管理士 1名	2,015.8		2,011.9		2,050.3	
新規患者数/FTE放射線治療品質管理士 1名	1,673.1		1,655.5		1,768.5	
放射線治療品質管理士数 (FTE)/linac 1台	0.15		0.17		0.09	

\* がん診療連携拠点病院 (国立がんセンター中央病院・東病院含む) 353施設のうち、放射線治療を行っていない、もしくは構造調査の回答がなかった29施設を除いた施設数。

の患者を70%以上の施設で治療していた。上位20%の施設では改善警告値である200人を超えて診療していた。

#### 医学物理士

全体の放射線治療医学物理士FTE数は63.9人であり、A施設では44.9人、B施設では19.0人であった。年間実患者数/医学物理士は3,209.5人であった。

#### 放射線治療品質管理士

全体の放射線治療品質管理士FTE数は105.6人であり、A施設では72.0人、B施設では33.6人であった。年間実患者数/FTE放射線治療品質管理士は1,942.1人であった。

## 2. 医療スタッフの実質的マンパワーと年間患者数負荷：がん診療連携拠点病院<sup>13)</sup>

がん診療連携拠点病院について、同様の解析を行った (Table 2)。A施設 (FTE  $\geq 1$ ) で102,204人の患者を治療し、B施設 (FTE  $< 1$ ) で22,553人治療していた。施設数は、A施設203、B施設121であった。linac台数は、それぞれ平均1.5台、1.0台であった。

#### 放射線治療担当医

1施設平均のFTE放射線治療担当医数は、A施設2.2人、B施設0.5人であった。常勤のJASTRO認定医数は、A施設311人、B施設33人であった。年間実患者数/FTE放射線治療担当医は243.8人で、A施設では平均226.5人、B施設では上記1.と同様にFTE=1とした場合、186.4人であった。B施設では既述のように、平均0.5 FTE人で治療している。これらの患者数負荷について、すべての施設の値の分布をみると

(Fig. 3)、A施設の63%は日米ブルーブックの基準<sup>14), 15)</sup>である200人/FTE放射線治療担当医以上の患者を治療していた。上位25%の施設では改善警告値である300人を超えて治療していた。B施設の上位12%の施設では改善警告値300人を超えて治療していた。上記1.と同様に注意すべきは、平均0.5 FTE人の放射線治療担当医数なので、患者の診療にかかわれる時間がA施設のそれより実質半数である点である。

#### 放射線治療担当技師

1施設平均の放射線治療担当技師FTE数は、A施設3.3人、B施設1.8人であった。年間実患者数/放射線治療担当技師は141.2人で、A施設では152.3人、B施設では106.1人であった。linac 1台当たりの放射線治療担当技師FTE数は2.1人で、A施設では2.3人、B施設では1.8人であった。同様に、これらをすべての施設で分布をみると (Fig. 4)、A施設は日本版ブルーブックの基準<sup>14)</sup>である100~150人/放射線治療担当技師の範囲以上の患者を75%以上の施設で治療していた。上位25%弱の施設では、改善警告値である200人を超えて診療していた。B施設の50%以上の施設で基準値以上の数の治療をしていた。10%の施設では改善警告値を超えていた。

#### 医学物理士

全体の医学物理士FTE数は39.1人であり、A施設では35.9人、B施設では3.2人であった。年間実患者数/FTE医学物理士は3,188.6人であった。

#### 放射線治療品質管理士

全体の放射線治療品質管理士FTE数は61.9人であり、A施



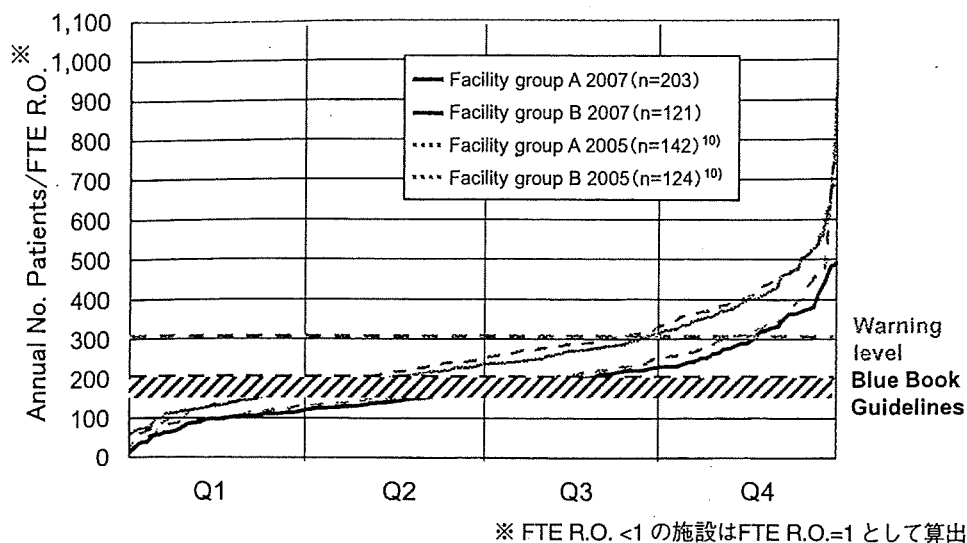


Fig. 3 Distribution of annual patient load/FTE radiation oncologists in designated cancer care hospital. Horizontal axis represents facilities arranged in order of increasing value of annual number of patients/FTE radiation oncologists within the facilities. . Q1: 0-25%, Q2: 26-50%, Q3: 51-75%, Q4: 76-100%.

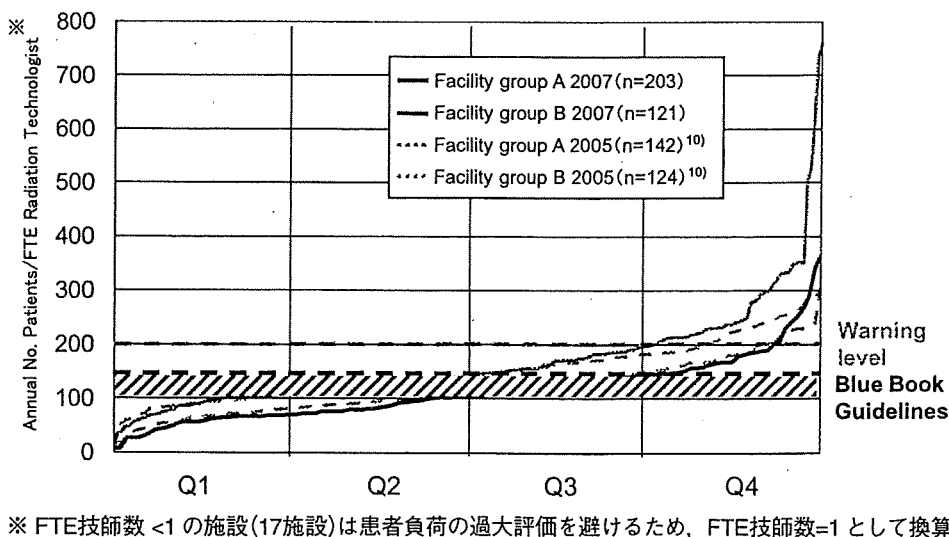


Fig. 4 Distribution of annual patient load/FTE radiation technologists in designated cancer care hospital. Horizontal axis represents facilities arranged in order of increasing value of annual number of patients/FTE radiation technologists within the facilities. Q1: 0-25%, Q2: 26-50%, Q3: 51-75%, Q4: 76-100%.

設では50.8人, B施設では11.0人であった。年間実患者数/FTE放射線治療品質管理士は2,015.8人であった。

3. 施設層(放射線治療担当医のマンパワー)別のlinac機能およびCT simulator装備分布

Table 3 に施設規模別, すなわち放射線治療担当医のマンパワー別(FTE ≥1 対 <1)のlinacの機能およびCT simulator装備の分布を示している。全国的には, dual energy機能は65.9%, 3DCRT機能(MLC幅 ≤1cm)は64.2%, IMRT機能は25.7%, IGRT機能は12.9%, 同室CT機能は6.4%, 照射位置照合機能は12.2%, CT simulatorは65.6%に装備されていた。施設層別では, A施設ではそれぞれ78.8%, 78.2%, 41.5%, 22.8%, 8.9%, 19.6%, 77.2%に装備されていた。B施設ではそれぞれ54.5%, 52%, 13%, 5.1%, 4.3%, 6.3%, 55.2%に装備されていた。A施設とB施設のlinacの各機能とCT simulator設置率には, それぞれ約20%の差異が観察された。

一方, がん診療連携拠点病院<sup>11)</sup>では, 全国的にはdual energy機能は79.9%, 3DCRT機能は74.7%, IMRT機能は

33.6%, IGRT機能は16.4%, 同室CT機能は7.7%, 照射位置照合機能は16.7%, CT simulatorは74.4%に装備され, 施設層別では, A施設ではそれぞれ87.2%, 85.2%, 45.3%, 25.1%, 10.3%, 22.2%, 81.3%に, B施設ではそれぞれ67.8%, 57.0%, 14%, 1.7%, 3.3%, 7.4%, 62.8%に装備されていた。同様に, 施設層別のlinacの各機能とCT simulator設置率には, それぞれ約20%の差異が観察された。全国とがん診療連携拠点病院では, linac各機能とCT simulatorにはそれぞれ約10%の差異が観察された。

4. 地域別の放射線治療実患者数, 放射線治療担当医および放射線治療担当技師当たりの患者数負荷

Table 4 に, 都道府県別の人口<sup>15)</sup>, 放射線治療実患者数(新患+再患), 施設数, JASTRO認定医数, FTE放射線治療担当医数および1 FTE放射線治療担当医当たりの実患者数(患者負荷), FTE放射線治療担当技師数および1 FTE放射線治療担当技師当たりの実患者数(患者負荷), FTE医学物理士数, FTE放射線治療品質管理士数を示している。1 FTE



Table 3 Number of equipments and their functions in both nationwide and designated cancer care hospitals according to stratification of institutions by FTE radiation oncologist

	全施設 (%)	A施設層 (%)	B施設層 (%)
全国放射線治療施設	721施設	316施設	405施設
linac	807(94.3)	426(95.6)	381(91.1)
with dual energy function	539(65.9)	312(78.8)	227(54.5)
with 3DCRT function (MLC width=<1.0 cm)	555(64.2)	338(78.2)	217(52)
with IMRT function	235(25.7)	180(41.5)	55(13)
with IGRT function	108(12.9)	87(22.8)	21 (5.1)
with CT on rail	47 (6.4)	29 (8.9)	18 (4.3)
with treatment position verification system	110(12.2)	84(19.6)	26 (6.3)
CT simulator	497(65.6)	261(77.2)	236(55.2)
がん診療連携拠点病院	324施設	203施設	121施設
linac	414(97.8)	297(99.0)	117(95.9)
with dual energy function	312(79.9)	229(87.2)	83(67.8)
with 3DCRT function (MLC width=<1.0 cm)	312(74.7)	243(85.2)	69(57.0)
with IMRT function	147(33.6)	130(45.3)	17(14)
with IGRT function	65(16.4)	63(25.1)	2 (1.7)
with CT on rail	26 (7.7)	22(10.3)	4 (3.3)
with treatment position verification system	72(16.7)	63(22.2)	9 (7.4)
CT simulator	254(74.4)	175(81.3)	79(62.8)

放射線治療担当医当たりの実患者数(患者負荷)は、391.6人(岐阜県)から130.7人(島根県)までの幅広いバリエーションが観察された。1 FTE放射線治療担当技師当たりの実患者数(患者負荷)にも、258.6人(山梨県)から87.3人(大分県)までの幅広いバリエーションがあった。

医学物理士FTE数は東京都が10.5人と最も多く、次いで北海道6.3人、大阪府4.2人の順であった。9県(岩手、鳥取、徳島、高知、佐賀、大分、宮崎、鹿児島)で不在であった。放射線治療品質管理士FTE数は東京都が14.6人と最も多く、次いで大阪府14.1人、北海道7.6人が多かった。3県(島根、佐賀、沖縄)で不在であった。

##### 5. 高負荷施設および大規模施設の分析

Table 5 に、放射線治療担当医の年間患者数負荷が300人以上(日本版ブルーブック<sup>14)</sup>改善警告値)の高負荷施設と施設当たりの新患者数が800人以上の大規模施設について、スタッフ数を全体との比較のもとに示している。高負荷施設のうちB施設層では35施設あり、放射線治療担当医平均は0.58 FTE人、同A施設層は83施設あり、1.35 FTE人であった。平均放射線治療担当技師FTE数は、それぞれ2.27人、3.18人であった。平均年間実患者数は394.7人と542.0人であった。一方、大規模施設は21施設あり、放射線治療担当医数は平均6.49FTE人で、平均放射線治療担当技師FTE数は7.39人であり、平均年間実患者数は1,288.9人であった。1 FTE放射線治療担当医当たりの患者数負荷(1288.9/6.49=198.6人)は日米ブルーブックガイドライン<sup>14), 15)</sup>内に収まっていた。これらの施設の地域分布をTable 6 に示している。高負荷施設のうちB施設層のものは、全体に比べ関東、近畿により多く、A施設層は北海道、関東、東海により多かった。

大規模施設は北海道、関東により多かった。施設の組織区分をTable 7 に示している。高負荷施設(B施設層)は、G: 国立がんセンター・成人病センター・地方がんセンターとH: 医療法人、医師会病院、個人病院、その他が全体と比してより多くなっていた。高負荷施設(A施設層)は、GとO: 赤十字病院、済生会病院、企業/公社病院、国保/社保/共済/労災/組合/厚生連病院等がより多くなっていた。一方、大規模施設はU: 大学附属病院42.9%とG: 38.1%が大部分であった。

Table 8 に、これらの施設の装備である治療機器と周辺機器の整備状況を示している。高負荷施設(B施設層)は全体と比較し、外部照射装置の機能は充実しているが、brachytherapy装置設置は遅れている。同(A施設層)は、外部照射装置の機能は全体よりやや上回っており、brachytherapy装置は5割弱、CT simulatorはどちらも7割に普及していた。大規模施設では、3DCRT機能9割、IMRT機能65.5%、brachytherapy装置は90.5%、CT simulatorは95.2%に普及していた。linac 1台当たりの年間実患者数負荷は、それぞれ360.4人、406.2人、466.7人であり、後2者で日本版ブルーブック<sup>14)</sup>の改善警告値400人を凌駕していた。

Table 9 に、これらの施設の放射線治療管理料数とその難易度を全施設と比較して示している。3施設層ともに単純(1門照射、対向2門照射)が減少して、複雑(4門以上の照射、運動照射、原体照射)が増えていたが、高負荷施設(A施設層)では全体の平均との違いはわずかであった。Table 10に、特殊治療の施行施設数(率)を示している。腔内照射、組織内照射、前立腺ヨード治療は、高負荷施設(B施設層)で全体より低下しているが、同(A施設層)では全体の2倍の割合の施設で、大規模施設では4~6倍の割合の施設

Table 4 Number of patients, facilities, certified personnel, patient load/personnel according to prefecture

都道府県名	人口 <sup>16)</sup> 単位: 1,000人	放射線治療 実患者数:人 (人口1,000人 当たり実患者数)	治療施設数 (1施設当たり 人口, 単位: 1,000人)	JASTRO 認定医数	FTE放射線治療 担当医数 (実患者数/ FTE:人)	FTE放射線治療 担当技師数 (実患者数/ 技師数:人)	FTE 医学 物理士数	FTE放射線 治療品質 管理士数
北海道	5,570	10,951(2.0)	30(186)	30	49.2(222.6)	64.5(169.8)	6.3	7.6
青森県	1,407	1,933(1.4)	10(141)	10	9.5(203.5)	17.9(108.0)	0.3	1.4
岩手県	1,364	1,986(1.5)	9(152)	2	8.8(225.7)	16.3(121.8)	0.0	0.1
宮城県	2,347	4,888(2.1)	13(181)	10	19.1(255.9)	32.1(152.3)	0.7	1.1
秋田県	1,121	2,064(1.8)	11(102)	3	8.8(234.5)	19.9(103.7)	0.7	0.7
山形県	1,198	1,471(1.2)	7(171)	5	6.7(219.6)	10.7(137.5)	0.8	0.9
福島県	2,067	2,411(1.2)	9(230)	4	11.8(204.3)	25.3(95.3)	0.9	0.1
茨城県	2,969	3,885(1.3)	16(186)	4	12.7(305.9)	30.4(127.8)	0.6	2.6
栃木県	2,014	3,105(1.5)	10(201)	7	12.2(254.5)	31.6(98.3)	1.1	1.4
群馬県	2,016	4,026(2.0)	14(144)	19	27.2(148.0)	30.5(132.0)	0.4	2.3
埼玉県	7,090	6,302(0.9)	19(373)	17	24.9(253.1)	45.8(137.6)	2.1	4.0
千葉県	6,098	8,801(1.4)	24(254)	24	42.4(207.6)	72.7(121.1)	3.6	3.6
東京都	12,758	27,478(2.2)	73(175)	58	103.4(265.7)	206.1(133.3)	10.5	14.6
神奈川県	8,880	12,909(1.5)	38(234)	30	43.4(297.4)	102.0(126.6)	1.8	6.4
新潟県	2,405	3,852(1.6)	13(185)	6	12.6(305.7)	31.3(123.1)	0.8	0.3
富山県	1,106	1,701(1.5)	8(138)	4	5.2(327.1)	19.2(88.6)	0.1	1.2
石川県	1,170	2,273(1.9)	8(146)	3	7.7(295.2)	17.2(132.2)	3.0	0.6
福井県	816	993(1.2)	6(136)	4	5.7(174.2)	8.8(112.8)	1.7	0.2
山梨県	877	1,293(1.5)	4(219)	3	5.9(219.2)	5.0(258.6)	0.2	0.1
長野県	2,180	3,492(1.6)	15(145)	6	10.2(342.4)	26.2(133.3)	0.8	1.8
岐阜県	2,104	2,976(1.4)	10(210)	4	7.6(391.6)	23.0(129.4)	0.6	1.1
静岡県	3,801	7,144(1.9)	27(141)	17	25.1(284.6)	71.9(99.4)	3.4	3.3
愛知県	7,360	10,405(1.4)	37(199)	14	38.9(267.5)	80.3(129.6)	1.3	3.7
三重県	1,876	2,385(1.3)	13(144)	5	6.4(372.7)	20.4(116.9)	0.2	1.6
滋賀県	1,396	2,059(1.5)	11(127)	3	7.6(270.9)	21.5(95.8)	0.5	1.9
京都府	2,635	4,609(1.7)	14(188)	14	22.3(206.7)	33.3(138.4)	0.8	2.5
大阪府	8,812	14,070(1.6)	51(173)	34	59.5(236.5)	144.2(97.6)	4.2	14.1
兵庫県	5,589	9,146(1.6)	35(160)	25	37.1(246.5)	85.4(107.1)	1.9	4.8
奈良県	1,410	2,278(1.6)	7(201)	7	9.1(250.3)	19.3(118.0)	1.9	1.1
和歌山県	1,019	1,627(1.6)	9(113)	4	9.6(169.5)	17.2(94.6)	1.3	1.2
鳥取県	600	1,160(2.0)	6(100)	1	3.8(305.3)	9.9(117.2)	0.0	0.7
島根県	731	941(1.3)	5(146)	6	7.2(130.7)	9.0(104.6)	0.5	0.0
岡山県	1,953	3,326(1.7)	11(178)	8	15.0(221.7)	25.5(130.4)	1.2	2.2
広島県	2,873	5,489(1.9)	18(160)	18	22.5(244.0)	34.6(158.6)	1.4	3.3
山口県	1,474	2,216(1.5)	14(105)	5	10.3(215.1)	18.3(121.1)	3.6	1.1
徳島県	800	1,113(1.4)	3(267)	2	6.6(168.6)	11.1(100.3)	0.0	0.1
香川県	1,006	1,409(1.4)	6(168)	4	6.4(220.2)	8.7(162.0)	0.2	1.3
愛媛県	1,452	2,411(1.7)	12(121)	7	10.4(231.8)	18.5(130.3)	0.3	2.3
高知県	782	1,340(1.7)	6(130)	3	5.1(262.7)	8.8(152.3)	0.0	1.0
福岡県	5,056	9,263(1.8)	27(187)	22	34.8(266.2)	54.1(171.2)	2.2	4.3
佐賀県	859	871(1.0)	4(215)	2	3.5(248.9)	5.0(174.2)	0.0	0.0
長崎県	1,453	2,306(1.6)	8(182)	5	7.3(315.9)	13.5(170.8)	1.4	0.4
熊本県	1,828	3,563(1.9)	14(131)	4	14.1(252.7)	31.0(114.9)	0.2	1.4
大分県	1,203	2,008(1.7)	13(93)	2	7.6(264.2)	23.0(87.3)	0.0	0.2
宮崎県	1,143	1,503(1.3)	5(229)	2	4.6(326.7)	8.6(174.8)	0.0	0.0
鹿児島県	1,730	2,386(1.4)	12(144)	6	11.9(200.5)	15.5(153.9)	0.0	1.0
沖縄県	1,373	1,269(0.9)	6(229)	4	4.6(275.9)	9.0(141.0)	0.4	0.0
合計	127,771	205,087(1.6)	721(177)	477	826.3(248.2)	1,634.1(125.5)	63.9	105.6

2007年放射線治療実施施設数を765施設と推測した場合の推定実患者数:約21万8,000人。

Table 5 The average number of cancer patients treated with radiation and radiation oncology personnel in institutions according to patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

	all facilities (n=721)	heavy load/FTE R.O.* institution in group B (n=35)	heavy load/FTE R.O.* institution in group A (n=83)	new patients ≥800 institution in all facilities (n=21)
平均年間新規患者数	236.1	323.2	421.0	1033.2
平均年間実患者数	284.4	394.7	542.0	1288.9
平均放射線治療担当医FTE数	1.15	0.58	1.35	6.49
平均放射線治療担当技師FTE数	2.27	2.27	3.18	7.39
平均医学物理士FTE数	0.09	0.06	0.08	0.70
平均放射線治療品質管理士FTE数	0.15	0.09	0.20	0.62

\* annual no. patients/FTE R.O. ≥300, B施設層はFTE=1として計算.

Table 6 Region and number of radiation oncology facilities according to patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

地域 (都道府県数)	解析施設数 (%)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group B (n=35)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group A (n=83)	new patients ≥800 (%) institution in all facilities (n=21)
北海道(1)	30 (4.2)	1 (2.9)	9 (10.8)	2 (9.5)
東北(6)	59 (8.2)	2 (5.7)	2 (2.4)	1 (4.8)
関東(8)	198 (27.5)	14 (40.0)	30 (36.1)	12 (57.1)
信越・北陸(5)	50 (6.9)	2 (5.7)	7 (8.4)	1 (4.8)
東海(4)	87 (12.1)	3 (8.6)	12 (14.5)	2 (9.5)
近畿(6)	127 (17.6)	7 (20.0)	9 (10.8)	2 (9.5)
中国(5)	54 (7.5)	2 (5.7)	3 (3.6)	0 (0.0)
四国(4)	27 (3.7)	1 (2.9)	1 (1.2)	0 (0.0)
九州・沖縄(8)	89 (12.3)	3 (8.6)	10 (12.0)	1 (4.8)
全国(47)	721*(100)	35(100)	83(100)	21(100)

\* 2007年放射線治療実施施設数は765施設と推測され、721施設は94.2%に相当.

Table 7 Number of facilities (%) by their category according to patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

	施設組織区分*						Total
	U	G	N	P	O	H	
all facilities (%)	114(15.8)	29 (4.0)	65(9.0)	208(28.8)	174(24.1)	131(18.2)	721(100)
heavy load/FTE R.O. institution in group B (%)	6(17.1)	4(11.4)	1(2.9)	7(20.0)	8(22.9)	9(25.7)	35(100)
heavy load/FTE R.O. institution in group A (%)	12(14.5)	8 (9.6)	5(6.0)	17(20.5)	23(27.7)	18(21.7)	83(100)
new patients ≥800 institution in all facilities (%)	9(42.9)	8(38.1)	0(0.0)	1 (4.8)	1 (4.8)	2 (9.5)	21(100)

\* 施設組織区分

U: 大学附属病院

G: 国立がんセンター・成人病センター・地方がんセンター

N: 独立行政法人国立病院機構(がんセンター等を除く)

P: 公立(都道府県市町村立)病院(がんセンター等を除く)

O: 赤十字病院, 済生会病院, 企業/公社病院, 国保/社保/共済/労災/組合/厚生連病院等

H: 医療法人, 医師会病院, 個人病院, その他

で施行していた。全身照射は、22.9%、49.4%、71.4%の施設で施行していた。定位(脳)照射は全体では25.8%、それぞれ45.7%、43.4%、66.7%の施設で施行していた。定位(体幹部)照射は全体では17.1%、それぞれ17.1%、30.1%、81%の施設で施行していた。IMRTは全体で8.0%、それぞれ5.7%、13.3%、71.4%の施設で施行していた。Table 11に、脳転移、骨転移の全放射線治療実患者数に対する施行割合を示している。高負荷施設(B施設層)で脳転移が全国

平均より1.5倍以上と高くなっていった。骨転移は低くなっていった。同(A施設層)でも同様に、脳転移は全国平均値より高く、骨転移は低くなっていった。大規模施設では、脳転移、骨転移ともに相対的に減少していた。

## 考 察

今回の第9次JASTRO定期構造調査結果の全体像につい

Table 8 Number of equipments and their function in radiation oncology facilities according to patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

治療機器(機能)と 周辺機器	all facilities (n=721)	heavy load/FTE R.O. institution in group B (n=35)	heavy load/FTE R.O. institution in group A (n=83)	new patients ≥800 institution in all facilities (n=21)
linac	807	34	103	58
with dual energy function	539 66.8%*	25 73.5%*	71 68.9%*	45 77.6%*
with 3DCRT function (MLC width=<1.0 cm)	555 68.8%*	22 64.7%*	77 74.8%*	53 91.4%*
with IMRT function	235 29.1%*	11 32.4%*	38 36.9%*	38 65.5%*
with IGRT function	108 13.4%*	4 11.8%*	17 16.5%*	22 37.9%*
with CT on rail	47 5.8%*	0 0%*	7 6.8%*	4 6.9%*
with treatment position verification system	110 13.6%*	4 11.8%*	18 17.5%*	22 37.9%*
annual no. patients/linac	243.2**	360.4**	406.2**	466.7
betatron	0	0	0	0
telecobalt(actual use)	28(15)	0(0)	3(3)	1(1)
Gamma Knife®	46	7	11	2
other accelerator	15	0	0	3
new type Co-60 RALS (actual use)	16(16) 2.2%*** (2.2%)	1(1) 2.9%*** (2.9%)	3(3) 3.6%*** (3.6%)	0(0)
old type Co-60 RALS (actual use)	39(29) 5.4%*** (4.0%)	3(3) 8.6%*** (8.6%)	8(7) 9.6%*** (8.4%)	1(1) 4.8%*** (4.8%)
Ir-192 RALS(actual use)	127(123) 17.6%*** (17.1%)	4(4) 11.4%*** (11.4%)	27(27) 32.5%*** (32.5%)	18(18) 85.7%*** (85.7%)
X-ray simulator	445 60.9%***	18 45.7%***	52 62.7%***	19 90.5%***
CT simulator	497 65.6%***	26 71.4%***	63 71.1%***	25 95.2%***
RTP computer(2 or more)	1,070(168)	43(8)	144(33)	121(20)

\* linacの台数に対する機能の割合.

\*\* linacが設置されていない施設を除いたデータから算出(n=680, 77, 31).

\*\*\* 機器を保有している施設の割合(機器台数には1施設2台以上保有しているものも含まれる).

Table 9 Number of reimbursement request on radiation treatment planning by complexity and patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

管理料種類	放射線治療管理料数(放射線治療管理料総数に対する割合)			
	all facilities (%) (n=548*)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group B (n=18*)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group A (n=61*)	new patients ≥800 (%) institution in all facilities (n=21)
単純 (1門照射, 対向2門照射)	67,174(46.8)	2,400(40.7)	13,396(45.1)	8,393(38.9)
中間 (非対向2門照射, 3門照射)	41,189(28.7)	1,629(27.6)	8,447(28.4)	6,303(29.2)
複雑 (4門以上の照射, 運動照射, 原体照射)	35,239(24.5)	1,871(31.7)	7,857(26.5)	6,896(31.9)
合計	143,602	5,900	29,700	21,592

\* 放射線治療管理料請求数が未記入であった施設を除いたデータから算出.

では、第1報にて詳細を報告した<sup>12)</sup>。その分析で、放射線治療患者数の伸びが当初のPCSでの予想より少し頭打ちになっていたが、全がん患者への放射線治療適用率は26.1%であり<sup>17)</sup>、2005年の24.5%より1.6%増加していた。linacの各機能やCT simulatorに代表されるように、装備はより良いものに改善されていた。しかし、放射線治療担当医数の伸びは十分でなかった。1 FTE放射線治療担当医が扱う年間がん患者実数(新患+再患)は248.2人であり、前回より1.4人増

加し、米国および日本のブルーブックの基準<sup>14), 15)</sup>200人をかなり凌駕していた。この放射線治療担当医数の不足が放射線治療技術の複雑化、高度化に加えて、支援スタッフ寡少のわが国の治療現場を疲弊させる原因になっていないか、2005年同様危惧された。今後の放射線腫瘍学分野の発展のためには放射線腫瘍医ならびに支援スタッフを増やすことが優先課題である。本報告では、わが国の現状を構造調査結果にもとづいて正しく把握し、各施設が人員増に向

Table 10 Special radiation therapy other than external irradiation according to patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

特殊照射	all facilities (%) (n=721)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group B (n=35)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group A (n=83)	new patients ≥800 (%) institution in all facilities (n=21)
腔内照射				
施行施設数	172(23.9)	8(22.9)	39(47.0)	19(90.5)
治療症例数	3,235	124	668	578
組織内照射				
施行施設数	97(13.5)	1(2.9)	20(24.1)	16(76.2)
治療症例数	3,301	29	762	578
前立腺ヨード治療				
施行施設数	78(10.8)	1(2.9)	15(18.1)	13(61.9)
治療症例数	2,690	29	651	444
全身照射				
施行施設数	185(25.7)	8(22.9)	41(49.4)	15(71.4)
治療症例数	1,707	45	412	231
術中照射				
施行施設数	41(5.7)	1(2.9)	4(4.8)	6(28.6)
治療症例数	251	3	15	79
定位(脳)照射				
施行施設数	186(25.8)	16(45.7)	36(43.4)	14(66.7)
治療症例数	12,554	2,101	3,919	853
定位(体幹部)照射				
施行施設数	123(17.1)	6(17.1)	25(30.1)	17(81.0)
治療症例数	2,490	338	711	502
IMRT				
施行施設数	58(8.0)	2(5.7)	11(13.3)	15(71.4)
治療症例数	2,799	249	796	792
温熱併用照射				
施行施設数	23(3.2)	0(0.0)	1(1.2)	3(14.3)
治療症例数	340	0	2	96
Sr-90翼状片治療				
施行施設数	4(0.6)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
治療症例数	149	0	0	0

けて、病院事務や行政との交渉に利用可能な数値データを提供することを目的としている。

国全体で56%の放射線治療施設(B施設)において、FTE ≥ 1人の放射線治療担当医が確保されていない。これは2005年より6%改善はしてきている<sup>9), 10)</sup>。これらの施設では、2005年で年間平均157人の患者数を治療しているので、ブルーブックの基準(150~200人)からは、B施設の患者数の多い方の半数である約200施設では、1人の放射線治療担当医の配置はそろそろ必要な状態といえる。今後の急速な患者数の増加を吸収するために重要な役割を担うのは、この規模の施設でもあろう。したがって、これらの施設にFTE ≥ 1人の常勤放射線治療医を配置することは重要である。この規模における放射線治療の適用率が長らく常勤放射線治療担当医不在のために低く、国全体のがんに対する放射線治療適用率を現在の26.1%に留めている可能性がある<sup>12)</sup>。一方、残り44%のA施設の上位25%の施設は1FTE放射線腫瘍医当たり改善警告値<sup>14)</sup>300人を超えた患者を治療しており、過剰労働状況にあった。現状のインフラのままでは患者数増加の吸収が困難となりつつある。この施設への放射

線治療専門医の配置も優先的に進めなければならない。がん対策基本法の追い風を得て、国全体で早急な人材育成を計るべきで、現在は過渡期と理解される。B施設の上位10%も改善警告値である年間300人を超えて治療しており、人員確保の標的となりうるが、内容を分析してみると、そのうち44%の施設が定位(脳)照射に特化した施設であることが推定された。高負荷施設への放射線腫瘍医の重点的供給とともに大学勤務医師のB施設での非常勤医師としての兼務実態について、大学の給与体系の低さとの比較を含めて総合的に検討すべきである。今回、兼務の情報も追跡・分析すべく調査しており、現在、詳細を分析中である。一方、診療放射線技師の場合は、放射線治療担当技師1FTE当たりの実患者数は125.5人であり、2005年より8.5人増加した。患者数に応じて負荷が増えているようにも見えるが、今回は医学物理士、品質管理士業務を除いた実質的FTE値を詳細に集積したので、前回の方が診療放射線技師に関する国全体のマンパワーとしては少しだけ過大評価し、それに今回は患者数増加が加わっているために前回より負荷が大きく増えているように算定されたと想定される。全体と

Table 11 Annual number of total cancer patients (new+repeat) treated for brain metastasis and bone metastasis by patient load/FTE radiation oncologists or number of new patients

転移	実患者数 (放射線治療実患者総数に対する割合)			
	all facilities (%) (n=721)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group B (n=35)	heavy load/FTE R.O. (%) institution in group A (n=83)	new patients ≥800 (%) institution in all facilities (n=21)
脳転移	21,237(10.4)	2,335(16.9)	6,796(15.1)	2,401(8.9)
骨転移	27,970(13.6)	1,716(12.4)	5,898(13.1)	3,603(13.3)

して、患者数負荷に対して平均的には人員をガイドライン内で配置できている。医学物理士FTE数、品質管理士FTE数はどちらも寡少であったが、A施設層はB施設層の2倍の人員を擁していた。日米ブルーブック<sup>14), 15)</sup>では、医学物理士は400~500人の患者に1人の配置が必要で、現状の負荷は3,000人を超えている。早急な人材育成が必要である。

がん診療連携拠点病院は全国平均よりも装備の機能は約10%ずつ充実しており、患者負荷も約35%、約100人多かった。2005年と比較して、全体でも改善してきている。しかし、今回指定された拠点病院の37%はB施設層であり、1FTE以上の放射線治療担当医が確保されていなかった。この割合は低下し、改善してきている。拠点病院のB施設の平均患者数負荷は約186.4人で、常勤放射線治療担当医を確保すべき状況に近い。以上のように、放射線治療担当医は不足しているので、優先順位をつけて配置していくと同時に、当面は現状のスタッフ数で患者サービスを提供するために地域施設間の医療連携が重要である<sup>14)</sup>。よくいわれているように、欧米のようながん患者の施設集中化をわが国で定着させるべきか否かは、医療従事者の待遇を含めた医療体制の根本にかかわる現実的な施策の中から考案すべきである。現状は放射線治療施設の地域分布について、わが国はよく実現できている。一方、国全体での放射線治療を要する患者数が増加しており、センター、成人病センターや大学病院での患者数急増も、これらの施設の大型化とそこへの患者集中化が促されていることを反映しているのかもしれない。地域別の患者数負荷は各地域の患者数と担当のマンパワーに依存し、放射線治療担当医で3倍、放射線治療担当技師で2.96倍の地域差が観察された。特に負荷の多い地域では人員補充と周辺地域との連携が必要である。現在、基準値の範囲にある施設も、今後の高齢化および放射線治療適応率上昇に伴う患者数の増加に備えて人員補充を怠らないことが肝要である。医学物理士、放射線治療品質管理士は寡少で、分析は困難であるが、大都市圏に集中する傾向がみられる。本データが有効に利用されることを望む。

放射線治療担当医について、人員補充の標的と考えられる日本版ブルーブックの改善警告値<sup>14)</sup>を超える高負荷施設(300人/FTE放射線治療担当医以上)と大規模施設(新患800人以上)について、全体データと比較して分析した。地域的にはB施設層は、関東、近畿により多く、同(A施設層)と大規模施設は、関東、北海道により多かった。施設区分で

は、全体に比し高負荷施設(B施設層)はG、Hがより多く、同(A施設層)はG、Oがより多く、大規模施設はほとんどUとGであった。2005年と比べ、B施設層を除いてほぼ同様の傾向であった。これらの施設区分の病院を管轄する国・自治体において、患者数負荷増加の実態が理解され、人員補充が重点的に行われることを望む。ただ、前回同様に同(B施設層)は、Tables 10, 11から分かるように、半数にγナイフあるいは脳定位照射を行う施設が含まれている。これらは分割回数が少ないため、一般外部照射の人員負荷の分析とは区別する必要があるが、今回も個々の症例の診療内容までの調査はしていないので、厳密には区別できていない。装備は、同(B施設層)でbrachytherapyが普及していないことを除いて、同(A施設層)、大規模施設になるにしたがって、全体平均より充実していた。linac 1台当たりの年間患者数負荷は、いずれも日本版ブルーブックガイドライン<sup>14)</sup>の300人/装置を超えており、同(A施設層)と大規模施設では、さらに同改善警告値400人<sup>14)</sup>を凌駕していた。したがって2007年時点でも、これらの施設104施設(83+21)にはlinac 1台の追加設置が必要と考えられた。これらの施設は2005年調査時より13施設増加していた。放射線治療計画の請求の種類は負荷が大きく、大規模施設では、単純が7.9%減少して、複雑が7.4%増加していた。2005年より、全体の施設でも単純が6.5%減少、複雑が3.9%増加していたが、大規模施設ではこの傾向がさらに顕著になっていた。しかし、高負荷施設(A施設層)の単純、複雑の比率は、全体の施設とほぼ同様であった。これらの施設層では患者数の負荷が、治療計画の複雑化、高精度化を阻害しているのかもしれない。特殊治療の施行数も患者数負荷が大きい程、大規模施設程、増加傾向にあった。大規模施設では1FTE当たりの患者数負荷は、ブルーブックのガイドラインの基準値200人/FTE放射線治療担当医<sup>14), 15)</sup>の範囲にあるが、これらの施設区分はTable 7にあるように、42.9%はU: 大学附属病院、38.1%はG: 国立がんセンター・成人病センター・地方がんセンターであり、教育、研究の責任が他の施設区分よりかなり高く、肝心の人材供給源であることも考慮すると、さらに多くの人員配置が必要であろう。

国全体で今後の患者数増加をどこで吸収するかという視点が重要となる。既述のように、欧米のような集中化、大型化は将来の1つの方向性ではあるが、理想的過ぎるかもしれない。本調査で明らかとなったわが国の現状から、まずは、がん診療連携拠点病院での装備や人員の重点配備は

現実的な選択肢である。ただ、この指定とはかわりなく、地域の放射線治療に重要な貢献をしている施設は多数あることも明らかである。本調査では人員を早急に補充すべき施設をデータとしてある程度特定できた。いずれにしても、人材育成と供給が最重要で、U:大学やG:がんセンターの果たす役割は大きい。これらの施設に所属する常勤スタッフの給与水準は非常に低く、非常勤ポストとの兼任の実態を本調査より詳細に分析し、報告する予定である。並行して、将来のスタッフとしての活躍の場として、常勤ポストを医学物理士ポストとともに各医療機関に確保し、装備整備も着実に進めていくことも重要である。各地域において、本調査のデータが有効利用されることを希望する。地域の詳細な分析依頼にも常時応ずるものである。

謝辞:本調査に協力いただいた全国の放射線治療施設の放射線科長、技師長、担当医、担当技師各位ならびに調査協力の督促に協力いただいた各地域のリーダーの先生各位に厚く御礼申し上げます。また、回収データのクリーニング、入力、解析、事務作業に従事した大阪大学大学院医学系研究科医用物理学講座、大学院生各位、秘書の本木愛津美、七河由美、岡本佐智、小林美都穂氏に感謝する。

## 文 献

- 1) 佐藤眞一郎, 中村 譲, 川島勝弘, 他:日本の放射線治療の現状—1990年における実態調査の概要—放射線治療体制に関する検討. 日放腫会誌 6: 83-89, 1994.
- 2) 森田皓三, 内山幸男:第2回放射線治療施設の構造調査結果. 日放腫会誌 7: 251-261, 1995.
- 3) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1995年定期構造調査結果. 日放腫会誌 9: 231-253, 1997.
- 4) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1997年定期構造調査結果. 日放腫会誌 13: 175-

- 182, 2001.
- 5) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の1999年定期構造調査結果. 日放腫会誌 13: 227-235, 2001.
- 6) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の2001年定期構造調査結果. 日放腫会誌 15: 51-59, 2003.
- 7) 日本放射線腫瘍学会・データベース委員会. 全国放射線治療施設の2003年定期構造調査報告. 日放腫会誌 17: 115-121, 2005.
- 8) Shibuya H, Tsujii H: The structural characteristics of radiation oncology in Japan in 2003. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 62 (5): 1472-1476, 2005.
- 9) JASTROデータベース委員会. 全国放射線治療施設の2005年定期構造調査報告(第1報). 日放腫会誌 19: 181-192, 2007.
- 10) JASTROデータベース委員会. 全国放射線治療施設の2005年定期構造調査報告(第2報). 日放腫会誌 19: 193-205, 2007.
- 11) [http://www.jastro.jp/\(4/30/2009\)](http://www.jastro.jp/(4/30/2009)).
- 12) JASTROデータベース委員会. 全国放射線治療施設の2007年定期構造調査報告(第1報). 日放腫会誌(投稿中).
- 13) 厚生労働省健康局総務課がん対策推進室:がん診療連携拠点病院指定一覧表(H20.4.1掲載). [http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/gan04/index.html\(5/1/2009\)](http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/gan04/index.html(5/1/2009)).
- 14) 日本PCS作業部会(厚生労働省がん研究助成金計画研究班14-6)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—2005.
- 15) Inter-Society Council for Radiation Oncology: Radiation oncology in integrated cancer management. 1991(日本語訳, 廣川 裕, 井上俊彦, 池田 恢(訳)「統合的癌治療における放射線腫瘍学」, (略称)「ブルーブック」), 放射線科専門医会 1993.
- 16) 総務省統計局:平成19年10月1日現在推計人口. 平成20年4月15日公表. (<http://www.stat.go.jp/data/jinsui/2007np/index.htm>).
- 17) 大島 明, 黒石哲生, 田島和雄:がん・統計白書—罹患/死亡/予後 2004. 篠原出版新社, 2004, p 207.

要旨: JASTROの2007年放射線治療施設構造調査を2008年3月から2009年1月までに調査票を送付して行った。回答率は94.2% (721/765)であった。1 FTE (full time equivalent)放射線治療担当医当たりが治療する年間実患者数 (=患者負荷)は248.2人であった。施設層別の同様の値は $\geq 1$  FTE放射線治療担当医を有するA施設層で212.9人、 $< 1$  FTEのB施設層で157人であった(B施設層では過大評価を避けるため、本計算ではFTE=1として算出した。その施設の年間総患者数と同一)。A施設では全体の25%で、B施設の10%で300人以上(診療の質低下が懸念される改善警告値)を治療していた。1 FTE放射線治療担当技師当たりの年間総患者数は125.5人であった。がん診療拠点病院では、全国平均より優れた機能を装備したlinacならびにCT simulatorを使用していた。地域的に1 FTE放射線治療担当医当たりの年間患者総数は130.7~391.6人まで、また1 FTE放射線治療担当技師当たりの年間患者数は87.3~258.6人までの顕著なバリエーションが観察された。1 FTE放射線治療担当医が年間300人以上(改善警告値)治療する高負荷施設(A施設層)と年間新規患者数が800人以上の大規模施設(計104施設)では、linac 1台当たりの患者数が400人(改善警告値)を超過していた。



## Salvage esophagectomy after high-dose chemoradiotherapy for esophageal squamous cell carcinoma

Yuji Tachimori, MD, Norio Kanamori, MD, Norihisa Uemura, MD, Norikazu Hokamura, MD, Hiroyasu Igaki, MD, and Hoichi Kato, MD

**Objective:** Chemoradiotherapy is a popular definitive therapy for esophageal carcinoma among many patients and oncologists. Although the complete response rates are high and short-term survival is favorable after chemoradiotherapy, persistent or recurrent locoregional disease is frequent. Salvage surgery is the sole curative intent treatment option for this course of the disease. The present study evaluates the safety and value of salvage esophagectomy for locoregional failure after high-dose definitive chemoradiotherapy for esophageal squamous cell carcinoma.

**Methods:** We reviewed 59 consecutive patients with thoracic esophageal squamous cell carcinoma who underwent salvage esophagectomy after definitive chemoradiotherapy. All patients received more than 60 Gy of radiation plus concurrent chemotherapy for curative intent. The data were compared with those of patients who received esophagectomy without preoperative therapy.

**Results:** Postoperative morbidity and mortality rates were increased among patients who underwent salvage esophagectomy compared with those who underwent esophagectomy without preoperative therapy (mean hospital stay, 38 vs 33 days; anastomotic leak rates, 31% vs 25%; respiratory complication rates, 31% vs 20%; reintubation within 1 week, 2% vs 2%; hospital mortality rates, 8% vs 2%). Tracheobronchial necrosis and gastric conduit necrosis were highly lethal complications after salvage esophagectomy; 3-year postoperative survivals were 38% and 58%, respectively.

**Conclusion:** Patients who underwent salvage esophagectomy after definitive high-dose chemoradiotherapy had increased morbidity and mortality. Nevertheless, this is acceptable in view of the potential long-term survival after salvage esophagectomy. Such treatment should be considered for carefully selected patients at specialized centers.

Surgical resection has been the standard treatment for localized esophageal squamous cell and adenocarcinoma for several decades. Despite many efforts to improve surgical resection, the associated mortality and morbidity rates remain high and the postoperative quality of life is unsatisfactory. Management algorithms for patients with esophageal carcinoma have changed during the last 2 decades. Multidisciplinary approaches have included surgery, radiotherapy, and chemotherapy, alone or in combination. The Radiation Therapy Oncology Group trial (RTOG 85-01), which added chemotherapy to radiotherapy for resectable esophageal carcinoma, has established chemoradiotherapy (CRT) without surgery as one standard for definitive treatment.<sup>1,2</sup> Many patients and oncologists have accepted the nonsurgical approach with CRT as definitive therapy for esophageal carcinoma. Evaluations of consecutive patients with esoph-

ageal cancer accessed using the National Cancer Database of the American College of Surgeons have shown that radiation combined with chemotherapy is the most frequent treatment strategy for all stages of squamous cell carcinoma in the United States.<sup>3</sup>

Although complete response (CR) rates are high and short-term survival is favorable after definitive CRT, locoregional disease persists or recurs in 40% to 60% of patients.<sup>4</sup> The only curative intent treatment option for locoregional relapse is salvage surgery.<sup>5</sup> Such patients are at increased risk for esophagectomy because they have been treated with higher doses of radiation and the treatment is usually completed months beforehand.<sup>6</sup>

The present study evaluates the safety and efficacy of salvage esophagectomy for locoregional failure after high-dose definitive CRT for esophageal squamous cell carcinoma. We retrospectively reviewed all patients who underwent esophageal resection between 2000 and 2006 at the National Cancer Center Hospital and selected all patients undergoing salvage esophagectomy after failed definitive CRT (n = 59). We compared the data with those of patients treated by esophagectomy without preoperative therapy during the same period (n = 553).

From the Esophageal Surgery Division, Departments of Surgery, National Cancer Center Hospital, Chuo-ku, Tokyo, Japan.

This work was supported by a Grant-in Aid for Cancer Research from the Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan.

Received for publication Dec 5, 2007; revisions received Feb 23, 2008; accepted for publication May 4, 2008.

Address for reprints: Yuji Tachimori, MD, Department of Surgery, National Cancer Center Hospital, Tsukiji 5-1-1, Chuo-ku, Tokyo 104-0045, Japan (E-mail: ytachimo@ncc.go.jp).

J Thorac Cardiovasc Surg 2009;137:49-54  
0022-5223/\$36.00

Copyright © 2009 by The American Association for Thoracic Surgery  
doi:10.1016/j.jtcvs.2008.05.016

### MATERIALS AND METHODS

We reviewed 59 consecutive patients with thoracic esophageal squamous cell carcinoma who underwent salvage esophagectomy after high-dose

**Abbreviations and Acronyms**

- CR = complete response
- CRT = chemoradiotherapy
- RTOG = Radiation Therapy Oncology Group

definitive CRT between 2000 and 2006 at the National Cancer Center Hospital, Tokyo. All selected patients had received more than 60 Gy of external beam radiation as high-dose definitive CRT without planned surgery. The chemotherapeutic regimens for these patients predominantly comprised 5-fluorouracil and cisplatin concurrently with radiation therapy. These patients included 22 who were initially treated at other hospitals with definitive CRT and who were admitted to the National Cancer Center Hospital after the primary tumor relapsed. We reviewed the other hospital records of these patients to confirm treatment details. Assessments of these patients indicated that 23 had achieved CR after CRT, but disease relapsed later. The remaining 36 patients had not achieved CR and underwent salvage surgery for residual tumors.

The data were compared with those of 553 patients who underwent planned esophagectomy without preoperative therapy during the same period. Long-term outcomes, encompassing overall survival, were obtained from hospital records and the tumor registry. Overall survival was calculated from the day of surgery until death or was censored at the time last known to be alive.

Data were statistically analyzed using the Pearson chi-square test or the Fisher exact test as appropriate. Kaplan–Meier survival curves were estimated with differences based on patient characteristics assessed by the log-rank test to compare the distribution of survival. Survival of the 54 patients who underwent salvage esophagectomy after CRT, excluding perioperative deaths, was examined using univariate and multivariable analyses.

**RESULTS**

Table 1 compares the clinical characteristics of patients who underwent salvage esophagectomy after CRT (salvage group) with who did not receive preoperative therapy. The salvage group contained more male patients and less advanced pathologic stages, but age and tumor location did not significantly differ. Of 7 patients with no pathologically residual tumors (pT0) in the resected esophagus, analysis of preoperative endoscopic biopsy revealed that 2 had tumor cells. Another 5 patients had stenosis and ulcers with a thickened wall according to computed tomography examinations suggesting recurrence. All patients with M1 had lymph node metastasis in the neck or celiac area. These patients were indicated for 3-field dissections at the National Cancer Center Hospital.<sup>7</sup> Patients with distant organ metastasis were not candidates for esophagectomy.

Table 2 compares the surgical procedures and results between the 2 groups. Surgical procedures significantly differed, such as in the extent of lymphadenectomy and reconstruction route. The salvage group tended to have fewer cervical anastomoses (75% vs 96%), reflecting a lower proportion of 3-field lymph node dissections (41% vs 91%). Anastomotic techniques in both groups were similar: Neck anastomosis was performed with the single-layer interrupted hand suture technique, and thoracic

**TABLE 1. Clinical characteristics and pathologic factors**

	Salvage after CRT n = 59	No preoperative therapy n = 553	P value
Gender (No.)			
Male	57 (97%)	483 (87%)	.0330
Female	2 (3%)	70 (13%)	
Age (y)			
Median	63	62	.0821
Range	34–75	41–83	
Location			
Upper	13 (22%)	88 (16%)	.4839
Middle	26 (44%)	261 (47%)	
Lower	20 (34%)	204 (37%)	
pT			
pT0	7 (12%)		
pT1	11 (19%)	176 (32%)	<.0001
pT2	5 (8%)	62 (11%)	
pT3	30 (51%)	277 (50%)	
pT4	6 (10%)	38 (7%)	
pN			
pN0	38 (64%)	161 (29%)	<.0001
pN1	21 (36%)	392 (71%)	
pM			
pM0	52 (88%)	440 (80%)	.1238
pM1 lym	7 (12%)	113 (20%)	
pStage			
pStage 0	6 (10%)		.0006
pStage I	5 (9%)	93 (17%)	
pStage IIA	20 (34%)	58 (11%)	
pStage IIB	5 (9%)	100 (18%)	
pStage III	16 (27%)	189 (34%)	
pStage IVA	2 (3%)	19 (5%)	
pStage IVB	5 (9%)	84 (15%)	

CRT, Chemoradiotherapy.

M1 lym had lymph node metastasis in the neck or in the celiac area.

anastomosis was performed with the stapling technique. The rate of noncurative surgery (R1, R2) tended to be more frequent in the salvage group (15% vs 9%), but the difference did not reach statistical significance.

Postoperative morbidity and mortality rates were increased in the salvage group compared with those who did not receive preoperative therapy (Table 3). The salvage group had more respiratory complications (32% vs 20%), including more empyema, mediastinitis, and tracheobronchial necrosis. Tracheobronchial necrosis developed in 4 patients in the salvage group. Tracheobronchial necrosis without anastomotic leak in the neck developed in 2 patients; 1 patient died and 1 patient survived after an omental patch was grafted onto the tracheobronchial fistula. All patients in both groups were extubated in the operating room immediately after surgery. The ratio of those requiring reintubation and ventilation within 1 week after surgery was not increased in the salvage group (2% vs 2%), whereas rates of anastomotic leakage (31% vs 25%) and wound infection

TABLE 2. Surgical factors

	Salvage after CRT n = 59	No preoperative therapy n = 553	P value
Resection approach			
Right thoracotomy	56 (95%)	539 (97%)	.2740
Left thoracotomy		3 (1%)	
Transhiatal	3 (5%)	11 (2%)	
Lymph node dissection			
3-field	24 (41%)	504 (91%)	<.0001
Others	35 (59%)	49 (9%)	
Reconstruction conduit			
Stomach	56 (95%)	506 (92%)	.6931
Colon	3 (5%)	42 (8%)	
Jejunum		2 (.4%)	
Reconstruction route			
Anterior	26 (44%)	404 (73%)	<.0001
Posterior	31 (53%)	132 (24%)	
Subcutaneous	2 (3%)	17 (3%)	
Anastomosis			
Cervical	44 (75%)	530 (96%)	<.0001
Thoracic	13 (22%)	17 (3%)	
Subcutaneous	2 (3%)	6 (1%)	
Curability			
R0	50 (85%)	505 (91%)	.1018
R1, R2	9 (15%)	48 (9%)	

CRT, Chemoradiotherapy.

(27% vs 15%) were significantly increased in the salvage group.

Mean hospital stay (38 vs 33 days) tended to be increased in the salvage group in parallel with increased postoperative morbidity. The hospital mortality rate (8% vs 2%) was significantly increased in the salvage group. Table 4 lists the causes of postoperative hospital mortality. A reconstruction via the anterior mediastinum with cervical anastomosis is our standard procedure. One patient died of tracheobron-

TABLE 3. Postoperative morbidity and mortality

	Salvage after CRT n = 59	No preoperative therapy n = 553	P value
Respiratory complication	19 (32%)	113 (20%)	.0452
Pneumonia	6 (10%)	46 (8%)	
Empyema and mediastinitis	7 (12%)	27 (5%)	
Tracheobronchial necrosis	4 (7%)	1 (.2%)	
Recurrent nerve paralysis	11 (19%)	127 (23%)	.3396
Ventilation within 1 wk	1 (2%)	10 (2%)	>.9999
Tracheotomy	2 (3%)	6 (1%)	
Anastomotic leak	18 (31%)	138 (25%)	.0034
Conduit necrosis	2 (3%)	1 (.2%)	
Wound infection	16 (27%)	83 (15%)	.0163
Hospital stay (d)	38.3 ± 35.1	31.2 ± 33.8	.1279
Hospital mortality	5 (8%)	10 (2%)	.0099
Operative mortality		1 (.2%)	

CRT, Chemoradiotherapy.

TABLE 4. Causes of postoperative hospital mortality

	Salvage after CRT n = 59	No preoperative therapy n = 553
Tracheobronchial necrosis	1 (2%)	
Conduit necrosis and tracheobronchial necrosis	2 (3%)	1 (0.2%)
Leakage and arterial bleeding	1 (2%)	1 (0.2%)
Radiation pneumonitis and cardiac failure	1 (2%)	
Pneumonia		3 (0.5%)
Leakage and mediastinitis		5 (0.9%)

CRT, Chemoradiotherapy.

chial necrosis without anastomotic leak in the neck. A leak into the posterior mediastinum developed in 1 patient, causing mediastinitis and tracheobronchial necrosis; this patient survived after an omental patch was grafted onto the tracheobronchial fistula. A leak and fatal bleeding from the carotid artery developed in 1 patient. After these events, the reconstruction route was changed to the posterior mediastinum with intrathoracic anastomosis and omental cover onto the tracheobronchus. However, gastric conduit necrosis in the posterior mediastinum caused mediastinitis and tracheobronchial necrosis in 2 patients. After these events, the reconstruction route was returned again to the anterior mediastinum with cervical anastomosis. Neck dissection was canceled in the salvage group, in contrast with the other group who underwent 3-field dissection as a standard procedure. One patient died of interstitial pneumonitis and cardiac failure, which were presumed to have been caused by late toxicity of CRT. Three patients in the salvage group died of respiratory failure and cardiac failure, which were presumed to have been caused by late toxicity of CRT, more than 12 months after salvage surgery.

According to differences in operative morbidity and mortality, overall survival was significantly better in the group who received no preoperative therapy (Figure 1).

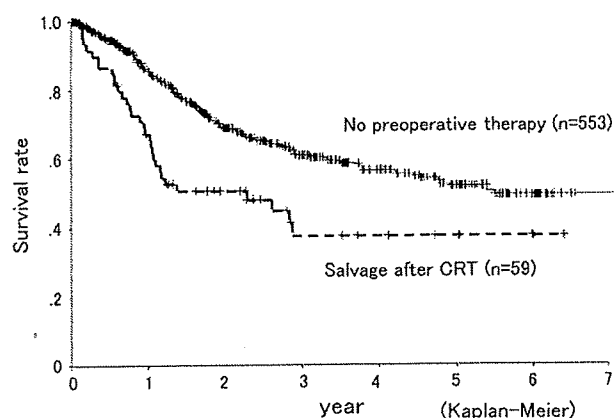
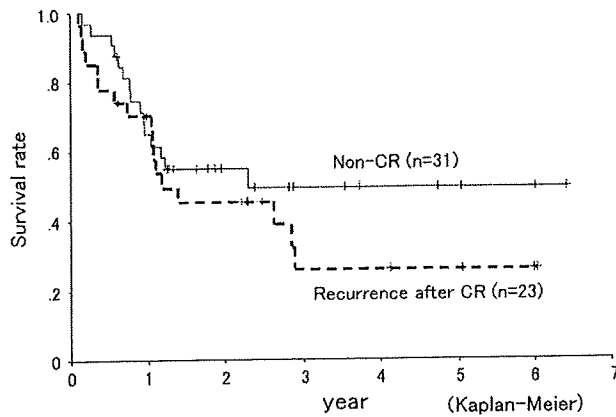


FIGURE 1. Overall survival curves of patients undergoing salvage esophagectomy after definitive CRT (n = 59) or no preoperative therapy (n = 553). CRT, Chemoradiotherapy.



**FIGURE 2.** Overall survival curves of patients undergoing salvage esophagectomy (n = 54) according to CRT response (excluding perioperative deaths, n = 5). CR, Complete response.

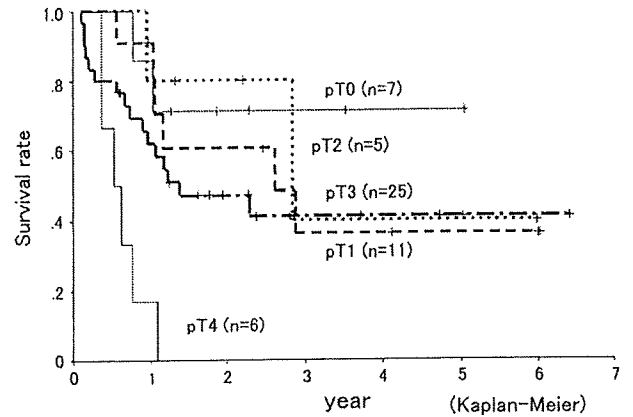
Three-year postoperative survivals were 37.8% in the salvage group and 60.8% in the group without preoperative therapy.

We evaluated the factors associated with long-term survival after salvage esophagectomy in the 54 patients who survived the perioperative period. Univariate analysis revealed no associations between increased survival and any of gender, age (<60 or ≥60 years), tumor location, CRT response (recurrence after CR or non-CR; Figure 2), time from CRT to salvage esophagectomy (≤12 or >12 months), or pathologic N and M factors (Table 5). Pathologic T factor (T1-3 or T4) and R0 resection (R0 or R1-2) were associated with increased survival (Figures 3 and 4). Patients with pathologic T4 and those with noncurative resection (R1-2) closely overlapped. Of 6 patients with pathologic T4 tumors, R0 resection was performed in only 1 patient via combined resection of the pericardium. Noncurative resection was also completed in 2 patients with peritoneal dissemination and in

**TABLE 5.** Univariate and multivariate analyses of salvage esophagectomy long-term survival

Characteristics	Univariate/Multivariate			
	P value	HR	95% CI	P value
Gender (F/M)	.9288	1.574	0.168–14.710	.6910
Age (≥60 y/<60 y)	.8989	3.471	0.997–12.084	.0505
Location (upper/lower)	.5313	1.114	0.228–5.436	.8942
(middle/lower)	.1773	1.884	0.578–6.140	.2934
CRT response (recurrence after CR/non-CR)	.6371	0.786	0.212–2.918	.7188
Time from CRT to salvage (≤12 mo/>12 mo)	.5534	1.460	0.454–4.698	.5256
pT (T1–3/T4)	<.0001	0.047	0.006–0.364	.0034
pN (N0/N1)	.1517	0.522	0.203–1.342	.1772
pM (M0/M1-lym)	.0694	0.128	0.030–0.557	.0061
R (R0/R1-2)	<.0001	0.421	0.070–2.522	.3437

HR, Hazard ratio; CI, confidence interval; CRT, chemoradiotherapy; CR, complete response.

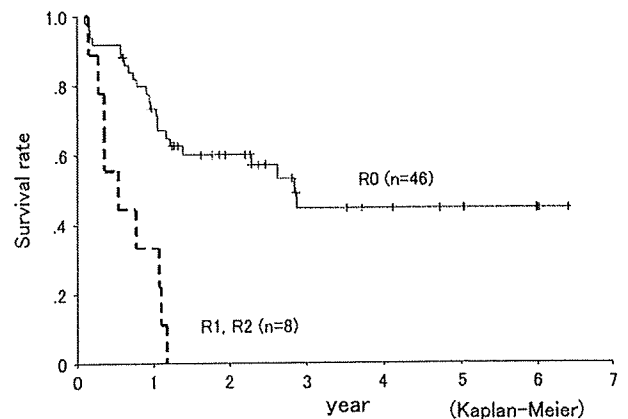


**FIGURE 3.** Overall survival curves of patients undergoing salvage esophagectomy (n = 54) according to pathologic T factor (excluding perioperative deaths, n = 5).

1 patient with extended node metastasis. The most significant factor associated with increased survival seemed to be R0 resection.

**DISCUSSION**

In contrast with Western countries, where the rate of adenocarcinoma is increasing, squamous cell carcinoma persists among most Japanese patients with esophageal cancer.<sup>8,9</sup> The landmark RTOG 85-01 randomized trials have clearly demonstrated that CRT is a curative approach for squamous cell carcinoma.<sup>1,2</sup> Medical and radiation oncologists have reported improved survival of patients with esophageal cancer treated by definitive CRT without surgery.<sup>10-13</sup> Definitive CRT without planned surgery has been offered to patients with potentially resectable esophageal tumors in many Japanese institutions during the past decade.<sup>14</sup> During the period of this analysis, 480 patients received definitive



**FIGURE 4.** Overall survival curves of patients undergoing salvage esophagectomy (n = 54) according to R classification (excluding perioperative deaths, n = 5).

high-dose CRT for stages I to III excluding T4 esophageal squamous cell carcinoma in our institution.

The phase III randomized controlled trial, INT 0123 (RTOG 9405), found no improvement in survival in dose comparisons of high-dose (64.8 Gy) versus standard-dose (50.4 Gy) radiation and the effect on locoregional control did not improve.<sup>15</sup> Thus, the standard radiation dose for definitive CRT has become 50 to 50.4 Gy in the United States. Definitive CRT has mostly comprised combinations with a conventional radiation dose of more than 60 Gy in Japan.<sup>10-13</sup> Clinical trials for definitive CRT at a dose of 50.4 Gy are ongoing. All patients analyzed in the present study were dosed with more than 60 Gy of external beam radiation as definitive CRT.

Before and during the period of this analysis, 2 consecutive phase III randomized controlled trials at the National Cancer Center Hospital compared the outcomes of postoperative chemotherapy with surgery alone (JCOG9208)<sup>16</sup> and postoperative chemotherapy with preoperative chemotherapy (JCOG9907) for surgical patients. Less than 10 surgical candidates received the preoperative CRT, and 45 patients received preoperative chemotherapy. Patients who received no preoperative treatment, including surgery alone or surgery with postoperative chemotherapy, comprised the control group for analysis in the present study.

The morbidity and mortality rates of patients who underwent salvage esophagectomy after CRT increased because of the effects of the radiation administered to the mediastinum and the tissues used as conduits.<sup>17</sup> Higher doses of radiation are associated with increased morbidity,<sup>18,19</sup> and irradiation of the esophagus and stomach might affect the blood supply, which might contribute to leakage. Gastric conduit necrosis in the posterior mediastinum caused mortal mediastinitis in 2 patients, necessitating surgical modifications to reduce the impact of leaks into the thoracic cavity. The reconstruction route was changed to the anterior mediastinum with cervical anastomosis.

Ischemic tracheobronchial lesions are serious complications of esophagectomy with extensive lymph node dissection, particularly in patients undergoing preoperative CRT.<sup>20</sup> Four patients in the salvage group developed tracheobronchial necrosis, of which 3 of them died. The remaining patient who received an omental patch graft survived. Protective measures to prevent ischemic tracheobronchial lesions include, in addition to careful dissection around the airway, preservation of the bronchial arteries during resection.<sup>21</sup> We changed our salvage esophagectomy procedure to preserve the right posterior bronchial artery. Neck dissection was also avoided to preserve the blood supply from the inferior thyroidal artery to the trachea. Although our standard surgery for esophageal cancer is right thoracotomy and 3-field dissection, the extent of lymphadenectomy was reduced in salvage esophagectomy because of high operative risk.

The incidence of acute toxicity of CRT seemed to be substantial. However, long-term or late cardiopulmonary toxicity cannot be ignored in patients who survive after CRT<sup>22,23</sup> or in those who undergo salvage esophagectomy after CRT. One patient in the salvage group died of interstitial pneumonitis and cardiac failure postoperatively, which were supposedly caused by late toxicity of CRT. In addition, 3 patients died of respiratory failure and cardiac failure more than 12 months after salvage surgery. A strategy to minimize the normal tissue toxicity of CRT should be identified.

We reviewed several factors to identify which subset of patients derived a benefit from salvage esophagectomy. Univariate analysis revealed that T1-3 and R0 were significant factors. The most significant factor associated with long-term survival seemed to be R0 resection.<sup>24,25</sup> Fibrosis is usually promoted in radiation fields, and some cancer cells are likely to be left behind in the deep layer of the esophageal wall after radiotherapy. Therefore, to accurately evaluate the T factor of irradiated patients might be difficult preoperatively, and irradiated tissues are difficult to distinguish from tumors during surgery.

## CONCLUSIONS

Patients who underwent salvage esophagectomy after definitive high-dose CRT had higher morbidity and mortality rates than patients undergoing esophagectomy without preoperative therapy. Nevertheless, this is the only established treatment strategy that offers any chance of long-term survival. This morbidity rate is acceptable in view of the potential for long-term survival after salvage esophagectomy. Patients should be carefully selected for salvage esophagectomy after high-dose CRT at referral centers that specialize in esophageal cancers.

## References

1. Herskovic A, Martz K, al-Sarraf M, Leichman L, Brindle J, Vaitkevicius V, et al. Combined chemotherapy and radiotherapy compared with radiotherapy alone in patients with cancer of the esophagus. *N Engl J Med*. 1992;326:1593-8.
2. Al-Sarraf M, Martz K, Herskovic A, Leichman L, Brindle JS, Vaitkevicius VK, et al. Progress report of combined chemoradiotherapy versus radiotherapy alone in patients with esophageal cancer: an intergroup study. *J Clin Oncol*. 1997;15:277-84. Erratum in: *J Clin Oncol*. 1997;15:866.
3. Daly JM, Fry WA, Little AG, Winchester DP, McKee RF, Stewart AK, et al. Esophageal cancer: results of an American College of Surgeons Patient Care Evaluation Study. *J Am Coll Surg*. 2000;190:562-73.
4. Cooper JS, Guo MD, Herskovic A, Macdonald JS, Martenson JA Jr, Al-Sarraf M, et al. Chemoradiotherapy of locally advanced esophageal cancer: long-term follow-up of a prospective randomized trial (RTOG 85-01). Radiation Therapy Oncology Group. *JAMA*. 1999;281:1623-7.
5. Ajani J, Bekaii-Saab T, D'Amico TA, Fuchs C, Gibson MK, Goldberg M, et al. Esophageal cancer clinical practice guidelines. *J Natl Compr Canc Netw*. 2006;4:328-47.
6. Urschel JD, Ashiku S, Thurer R, Sellke FW. Salvage or planned esophagectomy after chemoradiation therapy for locally advanced esophageal cancer—a review. *Dis Esophagus*. 2003;16:60-5.
7. Tachimori Y, Kato H, Watanabe H. Surgery for thoracic esophageal carcinoma with clinically positive cervical nodes. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1998;116:954-9.