



高野靖悟 (たかの・せいご)氏

1979 年日本大学医学部卒。1983 年日本大学医学部付属駿河台病院、2001 年相模原協同病院勤務。2006 年より同院病院長に就任

相模原協同病院ではリニアック「Elekta Synergy (エレクタ/東芝メディカルシステムズ)」と自走式 16 列 CT「Aquilion LB」を組み合わせた放射線治療室を 2 室設置し、高精度な放射線治療を安定的に実施、大きな成果を挙げている



JA神奈川県厚生連

神奈川県

相模原協同病院

高性能リニアックと自走式CTの融合で、
高い精度と安全性を誇る放射線治療を実現。
格段の治療実績と共に経営にも大きく貢献

1945 年終戦直前に設立の相模原協同病院は、70 余年にわたり、神奈川県・東北医療圏の地域医療の要となってきた。同院は、低迷状態に陥っていた放射線治療部門を、地域が要望するがん診療の柱とすべく斯界の雄、福原昇氏を招聘。2004 年にはリニアックと同室 CT を 2 室有した「高精度放射線治療センター」を開設して、驚異の治療実績をマーク。そして 2014 年、リニアックおよび同室 CT を、時代が望む「高精度」に対応させるために最新型装置に更新した。放射線治療への注力を大きな戦略と捉える高野病院長、意欲的な治療に取り組む福原放射線科(治療)部長らに話を聞いた。

INTERVIEW

相模原協同病院
病院長

高野靖悟氏に聞く

—— 相模原協同病院の沿革と地域での位置付けからお聞きます。

太平洋戦争終戦 2 週間前の 1945 年 8 月 1 日に、無医村地域を解消するために J A の前身である農業会によって開設された僅か 20 床の「農業会相模原病院」が嚆矢となります。以来、地域医療を守るという一貫した理念のもと医療を展開してきており、90 年に現在の概要・規模となっています。

地域での位置付けとしては、人口 72 万人の政令指定都市でありながら、唯一、市民病院を持たない相模原市における、同市北部の地域中核病院となっています。なお、高機能を有する急性期病院を目指す

してきたことにより、98 年に地域災害拠点病院、03 年に地域医療支援病院、初期臨床研修指定病院、06 年には地域がん診療連携拠点病院の指定を受けています。なお、市民からの要望が高い救急医療については 2 次救急を担っていますが、設備、スタッフが充実していることから、救急車搬送は年間約 6000 件を収容しています。

—— 診療の特徴、注力領域についてお聞きます。

前述したように市民病院がない地域ゆえに、市民が必要とする診療科はすべて揃えるというのが私の方針であり、総合病院としての責務といえます。ですから専門的な高度医療だけでなく、歯科口腔外科まで含め、標榜診療科目は 33 診療科に至っています。437 床規模では、すべてをカバーするというのも若干無理がありますが、経営的にはかなり厳しいですが、地域完結型医療の実現に可能な限り努めていく所存です。

ただ、私としては当院の診療の核は、がん治療と循環器治療と思っています。前者は外科的治療、化学療法に加え、当院で極めて遅れていた放射線治療の底上げに努力し 04 年には高精度放射線治療センターを開設しています。今では、同センターは当院の大きな柱にまで育っています。また後者は、かつて急性冠症候群を代表とする循環器治療の救急対応に大きな問題を抱えていたのですが、365 日 24 時間体制を敷くことで解決することが出ています。その結果、P C I の件

数は近隣の大学病院を抜いて相模原市で一番です。

——お話に出た高精度放射線治療センター開設の経緯についてお聞きます。

私は外科医ということもあり、がん治療における外科の限界もよく知っています。また化学療法もまだ発展途上であることも承知しています。その一方で、放射線治療の可能性には、かねてより大いに期待していました。私は1991年にアメリカにいたのですが、放射線治療の位置付けが日本とはまったく異なっており、まさに世界の趨勢を目の当たりにしていたのです。帰国してから、当時の日本のがん治療の状況を見ると、さらにその有用性を確信することとなります。ですから、2004年に高精度放射線治療センターが開設する際には、どうせ造るのなら最高のものを、という意気込みがありました。おかげさまで、信連（信用農業協同組合連合会）の理事長をはじめJAの関係者の方々の理解を得ることもでき、無事、装置2台体制という意欲的な施設のオープンに至ったわけです。

加えて、センターの内容については、招聘した福原昇放射線科部長の考え方に非常に共鳴するところがあり、提案を大いに取り入れさせてもらいました。——開設時の課題、障害等はありませんでしたか。

なによりも、患者さんをいかに多く集めるのかということに尽きました。そのため、地域の医療機関に対して最新の放射線治療の重要性、当センターに導入

した高性能な機器、そして優秀なスタッフの存在を強くアピールしたのです。加えて、私が陣頭指揮を執りベッドコントロールをはじめ、院内の各診療科の医師達の理解を求めました。福原部長も農村医学会をはじめ、積極的に放射線治療の有用性と当センターの優位性を発信してくれたことで、徐々に全国から患者さんが来るようになってきたのです。

——2014年にリニアックと放射線治療用CTを最新式に更新されました。

センター開設から13年を経て更新の時期を迎え、新しい装置を導入しました。施設名にあるように、その時代の「高精度」を可能にし、現場スタッフが使いやすく、信用を寄せられるという要件から、エレクタ製リニアックと東芝製CTの組み合わせになりました。

なお、このような高性能機器の導入は、優秀なスタッフのリクルート効果、また既にあるスタッフへの刺激になっていることも事実です。

——今後の予定、展望についてお聞かせください。

2020年を用途にこの地から3km離れた場所に移転を計画しています。移転の最大の理由は、施設の老朽化と狭隘化です。特に後者は、駐車場が狭く駐車に1時間かかるという致命的な問題があります。建設予定地は広大な敷地なため、十分な駐車場が確保できる予定です。これにより、駐車までの待ち時間は解消されるでしょう。これからも地域中核病院として地域住民の健康を支えて参ります。

■相模原協同病院

「CT・リニアックシステム」を2台導入して、高精度放射線治療を安定的かつ積極的に推進



福原 昇（ふくはら・のぼる）氏
1983年東海大学医学部卒（1993年同大学大学院卒）、1989年東海大学、東京女子医科大学、愛知医科大学を経て、2004年より現職。Best Doctors in Japan 2012-2013に選出。日本放射線腫瘍学会認定医、日本医学放射線学会専門医

相模原協同病院
放射線科（治療）部長
福原 昇氏に聞く

相模原協同病院は、2004年7月、高精度放射線治療センターを開設した。同センター創設のために招聘された放射線科（治療）部長の福原昇氏は、当時のことをつぎのように振り返る。

「赴任時には、放射線治療の患者数は1日8人程度でしかありませんでした。センター開設に際しては、前任地での診療実績をアピールし、JAならびに病院内層部の理解を得て、高精度放射線治療が可能なりニアックを2台、一気に導入してもらいました。それに応えるべく、当時の常勤医は私1人でしたが、1日90人の患者さんに治療を実施したこともあります。なお、高精度放射線治療を実現す

べく、動体追跡装置を導入したり、外耳道マーカー、腹臥位乳房治療台（14頁）などを独自に考案するなどして、着実に成果を挙げてきました」

同センターでは現在、放射線治療室2室に、リニアックを各1台ずつ設置。どちらの部屋でも自走式16列CTを組み合わせた放射線治療を実施している。治療実施件数は現在、1ヵ月に800、1000件。そのほとんどがIMRT（VMAT）および定位照射による高精度放射線治療で、肺がんと前立腺がんの治療が主である。通常照射は緊急の疼痛緩和などに限られるという。

「CT・リニアックシステム
治療計画時と同じ画像品質により
精度の高い画像誘導放射線治療を実施

高精度放射線治療センターでは、開設当初からリニアックがある放射線治療室内に自走式CTを設置している。治療計画に活用するだけでなく、治療前にCT撮影を行い、腫瘍自体の位置を確認し、リニアックによる動体照射で正常組織を避けつつ、腫瘍部位のみを照射するという高精度放射線治療の実現をサポートしてきた。リニアックとCTを同室に設置するメリットについて、福原氏はつぎのように話す。

「CTとリニアックを同室に設置することのメリットはいくつかあります。まず、放射線治療を行う寝台で位置決め用のCT撮影をし、治療計画を立てることができる点です。寝台が全く同じなので、これほど正確なことはありません。

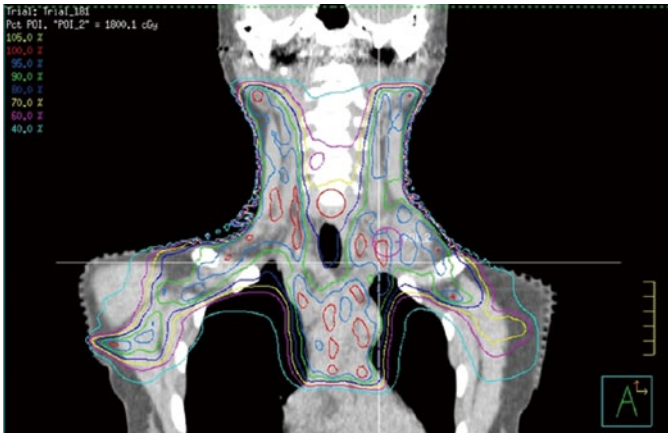
多くの施設では、治療計画用CTはリニアックとは別の部屋に置かれているので、当然寝台も異なります。しかし、CTとリニアックが同室の場合、寝台も同



「Elekta Synergy」装備の3次元光学式計測システム。6軸ロボティックカウチ（天板）と連動し、精度の高い位置決めに貢献している

じですから位置決めが容易です。なお、金マーカーの留置や、最近ではCBCCT（コンベームCT）を装備したリニアックの登場などによって、放射線治療における腫瘍の位置に関する精度がたいへん向上しているとされていますが、治療中、腹部などの低コントラスト領域では腫瘍自体や隣接する正常組織のそれぞれがどのように動いているか十分な検討が行えません。その点、画像診断用のCTを同

「Elekta Synergy」による放射線治療



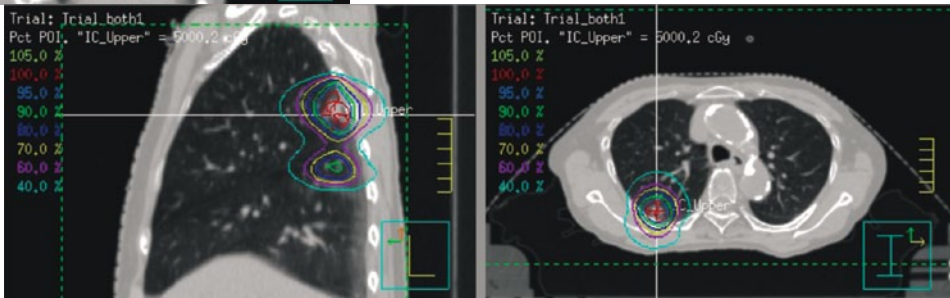
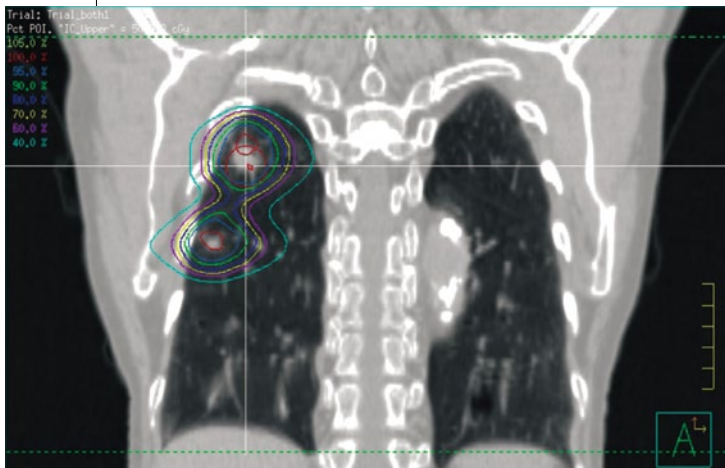
【ホジキン病の例】

本症例は中咽頭・上頸部領域と下頸部・両鎖骨上窩の照射野を繋げたり、鉛ブロックで照射野を作成することが一般的であるが、エレクタリニアックはVMAT照射領域が広いいため、マントル照射（照射範囲32cm×20cm）にも適用可能である。1アイソセンタVMATであるため、照射野つなぎ目の過線量を気にすることなく、安心して照射することができた。広範囲の強度変調放射線治療には専用機のTomotherapyを用いることが多いが、照射野の長さに比例し照射時間が長くなることが課題であった（10～20分）。エレクタリニアックでは50cm程度の範囲であれば同等の線量分布を2～3分程度で照射できるため、本症例に限らず、臨床適用の用途は多い。



【体幹部定位放射線治療（SBRT）の例】

病巣の呼吸性移動を考慮するため、4DコーンビームCT機能（Symmetry）による4D画像誘導放射線治療を適用し、病巣の動きを加味した重心になるようにアイソセンタを設定。本症例では2病巣を1つずつを照射すると隣接領域に過線量領域が確認されたため、2病巣を1つの照射野に含めた1アイソセンタVMATを実施している。



室に設置していることで、その質の高い画像により日々の腫瘍の位置およびサイズと周囲正常臓器の情報を取得できるため、より有用性の高い画像誘導放射線治療を施行することが可能です。また、一般の治療の際に患者さんの皮膚マークが消えてもCTで正確な位置決めができる点でも有用なシステムです」

高精度放射線治療センターの創設早期から、同センターで放射線治療に携わってきた放射線治療医の備前麻衣子氏は、CTとリニアックが同室に設けられていることのメリットをつぎのように話す。「CTとリニアックの寝台が全く同じものであることは、治療計画を立てる上で非常に大きなメリットであると感じています。寝台のしなり具合も、天板の放射線吸収率も同じ寝台であるが故に数値等に誤差がなく、安心して放射線治療に取り組むことができます。従来の治療計画CT等では寝台が変わると臓器の位置も変動していましたが、それが大きく動かないことは、治療精度を高める上で大いに有益であると考えています」

高性能リニアック「Elekta Synergy」 最新「MRT」「VMAT」により、 広い範囲を短い時間で精度よく照射

相模原協同病院は、2014年4月、リニアックを更新し、エレクタ社の「Elekta Synergy」を2台導入した。同リニアックは、治療ビームと直交方向に電圧のX線管球とフラットパネル検出器を装備していることで、単発撮影や連続



「放射線治療は今後さらに進化していくので、こちらもそれに備えて勉強していきたい」と話す非常勤放射線治療医の備前麻衣子氏

義は決して小さくありません。また、万一、一方が故障等のトラブルに見舞われても、同一装置ならば、すぐにもう一方の装置で対応することができ、患者さんに治療を休んでもらうことなく、継続した放射線治療を実施できるというメリットもあります。

加えて、メンテナンス面等を含めたコストも大幅に抑えることができます。エレクタ社の製品については、自走式16列CTのメーカーでもある東芝メディカルシステムズのサービスが優秀である点も大きいですね。実際に、しっかり保守・管理してくれていますので、大きなトラブルは起きていません。狙い通りの運用ができていますと実感しています」

放射線室 放射線治療医をフォローして、 高精度放射線治療に取り組む

放射線治療装置を実際に運用する放射線室の概要を、松本好正放射線室次長はつぎのように話す。

「放射線室には常勤40名、パート1名の計41名の診療放射線技師と8名の放射線

撮影だけでなく、コンビーム技術による3次元および4次元CT画像を撮影することができ。また、「Elekta Synergy」は最新のIMRTであるVMATに対応。従来の強度変調放射線治療に比べ、広い範囲を短い照射時間、かつターゲットに局限した放射線治療が可能となり、患者への余分な被ばくの低減が期待できる。

エレクタ社製のリニアックを選定した福原氏は、その理由をつぎのように話す。「X線ビームについては、各社製品に性能の差はありませんが、狙ったところにビームを精度よく照射できるのか、また広い範囲を一度に照射できるかという要件については、MLC（マルチリーフコリメータ）の性能に優れるエレクタ製のリニアックに利があると感じています。

また、エレクタの製品は構造がシンプルであるがゆえに壊れにくく、実際にVMATを多用しているにもかかわらずMLCのモータの故障は、導入3年間で1度も起きていません」

また、同院では、かねてよりリニアックとCTを組み合わせた放射線治療を継続するため、「Elekta Synergy」の置かれた放射線治療室に、それぞれ自走式16列CT「Aquilon LB」（東芝メディカルシステムズ）を直列配置した。2台全く同じ装置を導入した理由を、福原氏はつぎのように話す。

「実際に装置を運用するのは診療放射線技師ですが、彼らにとって複数種類の装置の運用をマスターするのは幾許かの苦勞が伴います。この苦勞を低減できる意

室助手が業務を担当しています。

主なモダリティは、画像診断用CT2台、MRI2台、血管撮影装置2台、X線TV2台、一般撮影装置4台、ポータブル4台にマンモグラフィなどです。

検査件数は、概算1ヵ月、CTが1800件、MRIが750件、血管撮影装置が160件、X線TVが170件です。

診療放射線技師の人員数は、この規模の病院にしては多いのですが、病院移転に備え、若干多めにスタッフを揃えていることもその理由になっています」

放射線治療はリニアック2台で月に約900件の治療を実施している。放射線治療に関する業務の現況について、松本氏はつぎのように話す。

「放射線治療を担当する診療放射線技師は通常6名で、新人教育などにより1名増えて7名になることもあります。現在は1ヵ月に800～1000件の治療を行っています。これも件数は減っていて、最も多い時期では1ヵ月に1400件の放射線治療を実施していた頃もありました。今のリニアックが稼働してからはIMRTの割合が増え続け、現在はほとんどの治療でIMRT、もしくは定位照射を実施しています」

松本氏は、「Elekta Synergy」が導入されたことについて、そのメリットをつぎのように話す。

「私は当院に1995年から勤務していますが、「Elekta Synergy」の導入後、患者1人当たりの治療時間が短くなっています。従前の装置では、高精度放射線

「Elekta Synergy」に搭載されたMLC（マルチリーフコリメータ）。従来装置と比較して、広範囲を、高精度で、短時間に照射することが可能となっている



エレクタ製高性能リニアック「Elekta Synergy」。治療ビームと直交方向にkV電圧のX線管球とフラットパネル検出器を装備、単発撮影や連続撮影だけでなく、コンビーム技術による3次元および4次元のCT画像を撮影することができる

東芝メディカルシステムズ製自走式16列CT「Aquilon LB」。東芝メディカルシステムズとエレクタの共同開発により、治療計画策定時と照射直前のCT画像をフュージョンし、定量解析するソフトウェア（MOSAIC）と遠隔寝台制御の統合が図られている。CT開口径はリニアックと全く同一クリアランスを再現され、従来装置に比べ精度よく効率的に運用できるようになった



治療を実施するために人手と手間が掛かり、そのため治療時間も長く、治療が夜に行われることもありました。新しい装置では、画像誘導システムなど業務を効率化するソフトや工夫が数多く盛り込まれており、CTがリニアックと同室であることも含めて、精度の高い放射線治療を効率よく実施できていると実感しています」

CTとリニアックが同室であるメリットを、松本氏はつぎのように話す。「CTとリニアックがソフトウェアで連携していることから、双方の画像をフュージョンさせることが容易で、寝台が共通であることと相まって、3次元的に精度の高い位置合わせを可能にしてい



「国内の有力医療機器メーカーである東芝メディカルシステムズが保守・管理やサポートを担当してくれる点は、とても安心感がある」と話す放射線室次長の松本好正氏

る点は非常に優れていると思います。

また、同室にある東芝メディカルシステムズの16列CT「Aquilon LB」はボアが900mmと大きく、業務上、受ける制約も小さいですし、画像診断用のCTなので病状を詳しく捉えることができます。治療装置のCBCTは、あくまで腫瘍の位置をおおよそ把握するためのものでしかありません。しかし、同室の画像診断用CTで高画質な画像を得ることにより、病状の変化をリアルタイムに知ることができ、治療計画の変更等、より患者の病状に合わせた放射線治療を実施することが可能となっています」

放射線治療品質管理士の資格を持つ松本氏は、サポート体制が充実している点も、大きなメリットであると「Elekta Synergy」導入の成果について話す。

「国内の有力医療機器メーカーである東芝メディカルシステムズが保守・管理やサポートを担当してくれる点は、現場の機器・システムを扱う者としては、とても安心感がありますね。実際に、サポートは迅速で真摯に対応してくれて、とても助かっています」

高精度放射線治療センターで、診療放射線技師と医学物理士を兼務する放射線室次長の熊本隆司氏は、診療放射線技師および医学物理士の立場から、「Elekta Synergy」の有用性について、つぎのよう

に話す。「新し「Elekta Synergy」の優れている点は、まず1分間に照射する放射線の量が大きいこと、また、多門照射を操作

室側でフルオートで扱えることです。そのことにより、スループットが格段に早くなっており、1人当たりの治療時間は確実に短くなっています。定位放射線治療も、従来の装置では30分以上かかってきたものが、息止めがなければ15〜20分程度で終了することができ、業務の効率化が図られています」

熊本氏は、CTとリニアックが同室にある有用性をつぎのように話す。

「IMRTの普及とともに、CBCTを搭載するリニアックも普及してきましたが、リニアックとCTを同室に置く放射線治療施設はまだ国内では少ないのが現状です。リニアックに搭載されているCBCTは画像診断用ではないため、上腹部や頭部等の低コントラストの臓器の位置を把握することが難しいと言わざるを得ません。その点、同室CTは、CBCTでは描出が難しい臓器を見ながら位置決めをすることができますし、放射線治

療の進展具合によって、肺野など腫瘍の位置が変わるケースも多く、そのような症例も部屋を移動することなく、素早く治療計画の変更につながられます」

また、熊本氏は、東芝メディカルシステムズによるサポート体制の充実化についても高く評価していると話す。

「国内メーカーによるサポートばかりでなく、東芝メディカルシステムズは那須に実機を扱うことができるトレーニングセンターを有しています。私もそこで研修しましたが、実際に病院で装置が稼働する前に実機を扱うことができるのは助かりました。以前は、装置の研修のためにわざわざ海外の施設を訪れる病院などもありましたが、そのようなことも必要なくなりました。予算が潤沢ではない当院のような施設ではたいへん有難いですね」

放射線科・放射線室

放射線治療の質向上に取り組み続け、病院移転に備えた体制整備を推進

高精度放射線治療センターでの取り組みについて、福原氏はつぎのように話す。

「古い装置でも高精度な放射線治療は可能ですが、その分手間が余計にかかります。私たち放射線治療に携わるスタッフが考え出した新しい工夫を従来の装置に加えたものが、現在の新型装置であると言えます。私たちは、今後この新しい装置にさらなる工夫を加えて、より質の高い放射線治療を提供し続けていきたいと考えています。現在は、リニアックやシステムの持つポテンシャルを最大限に発揮で



以前使用していた腹臥位乳房治療台。乳房における放射線治療の精度向上と正常組織への被ばく低減のために、福原氏自身が考案・製作した

きるように、装置の動く範囲や速度、遮蔽を考慮しながら、最適な治療計画を立てられるように努力しているところです」

エレクトラ社は、放射線治療に関して、いわゆるリニアックによる手術的治療である「Dynamic Radiosurgery」をコンセプトに技術開発を進めているが、福原氏は「照射領域の大きさ・数に制約を受けず、正常組織への影響を最小にし、短時間で最大の線量集光性能を得る」というコンセプトを評価している。

「広い範囲でも1アイソセンタでVMATができるエレクトラのリニアックの技術は優れています。あえて「Surgery」にこ

だわる必要はなく、当院ではマルチリーフコリメータが有する高速・高遮蔽・広範囲という特長を活かし、定位照射においても患者毎に副作用等を考慮したオーダーメイドの分割照射を実施しています。

患者さんへの負担を抑えるため、我々の施設ではさまざまな工夫をしています。例えば、放射線治療において効果が落ちるとされ、他の施設ではあまり行われていない放射線治療の「休止期間」を当施設では積極的に取り入れています。休止期間を入れることで、口内炎や食道炎などの正常組織の炎症を抑えることができます。高精度放射線治療により、他施設よりも病巣に高線量を照射することが可能であるため、休止しても他施設よりも急性有害事象が少なく効果の高い治療が実現できています。

このような工夫は、あまり他施設では見られませんが、講演会などを通じて、地域住民や医療機関に周知していき、患者増につなげていきたいと考えています」



JA 神奈川県厚生連
相模原協同病院

同院は終戦直前の1945年8月、物資の困窮する時代にも関わらず地域の無医村解消のために開設され、以来70余年にわたって地域に高質な医療を提供し続けてきている。現在、高機能を有する急性期病院を目指して展開しているが、災害拠点病院、地域医療支援病院、初期臨床研修病院、がん診療連携拠点病院等の指定を受けるなど、人口72万人の政令指定都市である相模原市北部の中核病院として無くてはならない施設となっている。常勤医は80余名、総職員数1160余名。上写真は同院の大きな訴求施設ともなっている高精度放射線治療センターの建屋。

住 所：神奈川県相模原市緑区橋本2-8-18
病床数：437床（一般431床・感染6床）