

汎用機 or 専用機？ —導入・運用・棲み分けについて考える—

一般財団法人 脳神経疾患研究所附属 南東北がん陽子線治療センター 加藤 貴弘 (Kato Takahiro)

【座長集約】

昨今の放射線治療技術の進歩には目を見張るものがあり、癌治療において放射線治療が果たす役割も年々増して来ているように感じられる。強度変調放射線治療、画像誘導放射線治療といった高精度照射技術は、ほんの10年ほど前までは一部の限られた施設、装置でしか実施し得ない特殊技術と位置付けられていた。しかし、近年ではこれらの機能は治療装置に標準装備されており、より一般化しつつある状況にあるといえる。一方、こういった高精度照射技術はまだまだ発展途上の段階にもあり、新たな技術、製品が次々に生み出されているのが現状である。治療装置自体の設計思想、仕様も多様化する傾向にあり、新たに装置を導入、更新する際にユーザーの頭を悩ませる大きな要因になっているものと推察される。とりわけ外部放射線治療装置の多様化には著しいものがあり、従来から行われているコンベンショナルな治療から高精度治療まで万遍なく実施可能な“汎用機”と定位放射線治療、あるいは強度変調放射線治療といった高精度治療に特化した“専用機”が存在しており、導入に際しては経営的なインパクトも含めた施設としてのビジョンを明確化することが強く求められているというのが実情である。

本邦における放射線治療の癌患者に対する実施率は欧米に比べればまだ十分とは言えないが、高齢化社会を迎え、飛躍的に社会のニーズが高まっていることは間違いないものと思われる。そのような背景の中、近年では大学病院などの大規模施設以外でも複数の治療装置を導入する事例も珍しくなくなってきている。また、専用機1台を導入し、高精度治療に特化した放射線治療専門クリニックという運営形態も全国各地で散見されるようになってきており、臨床における多様なニーズに応える形で放射線治療の在り方にも変化が生じているのが現状のように思われる。

さて、このような背景の中、今回は実際に複数台の治療装置を導入されている3施設の方々から導入に至る経緯から実際の運用について各施設の実情を具体的に報告していただき、採用する治療装置の在り方について議論する内容を企画させていただいた。いずれの発表も大変参考になるものであり、ここに当日の内容をあらためてまとめていただいた。今回の内容が今後新たに装置を導入、あるいは更新する際の一助となれば幸いである。

大崎市民病院における導入と現状

大崎市民病院 放射線部 安藤 弘和 (Ando Hirokazu)

当院では昨年汎用機2台を導入し運用を始めた。今回現状を報告する機会をいただいたので簡単ではあるが当院の導入から現状を報告したい。

【新病院】

宮城県大崎市は仙台市から北に車で約1時間弱の場所にある。平成18年いわゆる平成の大合併で旧古川市を中心とした市町村合併でできた市である。大崎市民病院は旧「古川市立病院」として宮城県北の医療を担ってきた。合併により大崎市民病院 本院となるが、建物の老朽化が激しい等もあり現在の古川穂波地区に新築移転することとなった。平成26年7月1日新病院が開院、病床数は現在500床、診療科も42科となった。放射線部では放射線技師は35名、常勤医も放射線診断科2名、放射線治療科1名、放射線科担当看護師9名、看護補助員3名が所属している。放射線関連装置もPET-CTを初めて導入するな

ど充実させることができた。放射線治療部門では担当技師6名、担当看護師2～3名、看護補助員1名がおり、放射線治療装置としてClinac-iX(varian社製)2台、CTシミュレータはAquilion LB(東芝メディカル社製)、X線シミュレータはAcuity(varian社製)、その他周辺機器等もそろえそれらを活用しながら現在運用している。

【導入の経緯】

大崎市民病院は平成13年(2001年)新規に放射線治療業務を開始した。そろそろ装置更新を考えていたタイミングで新病院計画が上がり、新病院開院とともに更新を行う方針となった。

当時の旧病院では放射線治療装置1台で50件を超える患者件数を照射する日が多かった。もちろん装置もIMRTなどには対応しておらず、日々の運用もぎりぎりの状況だった。

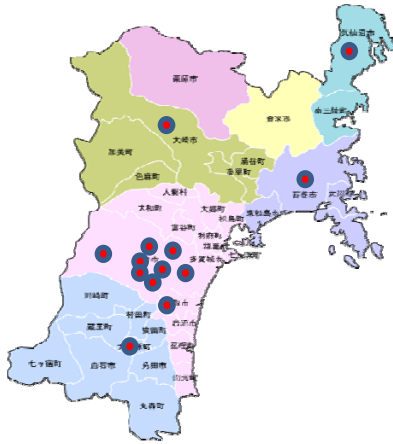


Fig.1 宮城県の放射線治療施設

【放射線治療部門の構築】

そのような状況の中、どのように放射線治療部門を構築するか検討した。宮城県の放射線治療施設は13施設ある。(Fig.1)図のように当院は少し孤立した状況にあり、このような周辺状況は放射線治療だけでなく他の科も同様で、当院ではできる限り治療を完結させる「地域完結型病院」の方針をとっている。そのため放射線治療も高精度放射線治療はもちろん、あらゆる患者に対応できるようにしなければならない。そのことからすでに1日50件を超える患者数、装置のQA、QC、IMRTの開始等を考慮すると放射線治療装置1台での運用は厳しく、放射線治療装置2台で運用するのが望ましいと考えた。しかしすんなり2台になるわけもなくスタッフとどのように説得していくか悩んでいたところ、当時の責任者である建設局長(現院長)がある講演会でIMRTなど高精度放射線治療のメリットを知ることになる。もともと我々に理解があったほうだがこの機会によりIMRT等に対する期待が高まり、あっさり2台の導入を認めてもらった。ここで重要だったのは高精度放射線治療のメリットを一番知ってほしい人にいい形で伝わったということである。このあたりで苦勞している施設も多い中我々は非常に幸運だったと思う。

2台の導入が決まり今度はどのような装置の構成にするかで悩むことになる。2台は高精度用、通常照射用に分けて運用するのが望ましいと考えた。汎用機、専用機、高精度専用機それぞれの特長を考え検討したが、特に我々が重視したのは10年後、つまり次の更新である。1台を停止させて更新作業に入るため残りの1台で2台分の業務をすることになると専用機では制限が多くなってしまわないか?と考えると、周辺状況などからも汎用機2台の体制が当院では最も適していると思われた。汎用機2台のうち1台はVMATまでできるようにもう1台は通常仕様のみにした。通常仕様でもDMLCのIMRTまでは可能である。エネルギーの選択は非常に悩んだが、治療計画の多様性を持たせるため、1台は4MV,10MV(通常仕様)、もう1台を6MV,10MV(高精度用)とした。

【搬入・測定・稼働】

装置の搬入に際し、7月1日の開院に間に合わせるため部分引き渡しを行い装置の搬入を早く始めたのだが、建設会社のスケジュールに合わせる必要があるなど制約が多く、この手法は制限が多すぎると感じた。そのためアクセプタンスもスケジュールがタイトになってしまった。ビームデータは1台ずつ測定をし、まずは旧病院と同じ状態に持っていくことにした。測定時は治療担当技師が5人おり、2人で測定、もう3人は旧病院で照射という形の同時並行で行くことができた。上司の理解もあり新病院にむけて担当者を多くしてもらったことがここですごく助かった部分でもある。

7月1日に新病院が開院し1台目が稼働するのだがやはりスループットの低下は想像以上であった。当然ではあるが慣れない操作に戸惑い照射業務が遅々として進まなかった。そんな中でもなるべく周辺機器は使用するよう心掛けた。簡単なpatient QAを行い、IMRTの準備も兼ねるようにした。8月末から2台目の測定に入ったが、同種の装置なので測定も比較的スムーズに行うことができ、11月末より2台目を稼働した。6MVが使用できるようになったため計画がしやすくなるなど1台のみで運用していた時よりは負担もだいぶ少なくなったと思われた。平成27年1月末よりIMRTを臨床稼働し、現在はVMATに向けて準備している。

【現状】

- 現在通常仕様では・4MV,10MVの通常照射、
- ・TBIを行い1日約30~40件前後で推移している。
- 高精度用では・6MV,10MVの通常照射
- ・abchesを使用した照射
- ・IMRT、SRTを行っており1日約12~20件前後となっている。

稼働後大きなトラブルもなく現在まで来ているが、汎用機のメリットを生かすよう運用している。稼働状況に応じて患者の配分を行うなど極端にどちらかが忙しくなるようなことはない。

また個人的な意見であるが、同種の装置を入れたおかげで1台分の操作法を覚えればよく、スタッフの負担も軽減できたのではないかと思う。スタッフの配置もあまり悩まずに済むので当院のような施設には向いているのではないかと思われた。

【最後に】

今回放射線治療部門構築にあたり多くの方にアドバイスをいただきました。そのおかげで現在までトラブルなく来ることができました。この場を借りて深く感謝したいと思います。

またこの報告がこれから更新を控えている施設の参考になれば幸いです。

山形大学における導入と現状

山形大学医学部がんセンター 鈴木 幸司 (Suzuki Koji)

【はじめに】

近年の放射線治療技術はここ10年余りで急速に進歩し、最新の放射線治療技術を搭載した治療装置も汎用機から高精度放射線治療に特化した専用機までその選択肢は広がってきている。治療装置の更新や新規導入時にはどの治療装置を選択するのかという問題は誰もが直面し、頭を悩ます問題である。当院でもそれまで使用してきたリニアックの老朽化に伴い2010年にリニアックを2台更新した。2台のうち1台は汎用機、もう1台は高精度機という選択をし、大学病院としての要望に応えるため通常の3D-CRTから、SRT、SBRT、IGRT、IMRTおよびVMATなどの高精度放射線治療も順次臨床開始している。当院では複数台の治療装置を所有し日々の放射線治療を実施しているが、どの治療装置を選択しどのように運用していくかという問題は、1台で放射線治療を実施している施設においても同様だと考える。今回のテクニカルミーティングでは複数台の治療装置を所有する施設の治療装置選択から導入および運用までに焦点を当て、汎用機と高精度機を所有する施設の立場から、当院における導入の経験と現在の運用について紹介する。

【施設紹介】

当院は病床数637床の国立大学法人の医学部附属病院である。放射線治療部門のシステム構成は、リニアック2台(ELEKTA Synergy: ELEKTA、Novalis Tx: Brain LAB)、アフターローディング装置1台(microSelectron HDR: Nucleron)、CTシミュレータ1台(Aquilion LB: TOSHIBA)、放射線治療計画装置8台(XiO 2台・Monaco 1台: ELEKTA、Eclipse 2台: Varian、iPlan 2台: BrainLAB、Oncentra Brachy 1台: Nucleron)、治療計画支援装置3台(MIM Maestro: MIM Software)である。スタッフは、放射線治療医5名(+研修医2名)、看護師1.5名、診療放射線技師4名(専門放射線技師1名、H28増員予定)、医学物理士2名(H28増員予定)、受付1.5名で、1日50~60件(IMRT・VMAT 8~10件、SRT 3件、IGBT 3~4件/週)の放射線治療を実施している。

【リニアック更新までの経緯】

リニアック更新前は2台とも10年以上経過していたため、まずは1台ずつ別々予定で更新計画はスタートした。次の段階ではリニアック室自体の老朽化と建物を支える地盤の影響で鉄板やコンクリートなどの補強が出来ず、現存する施設ではIMRTなどを想定した治療装置の導入は困難という事がわかり、新たにリニアック室を増設する計画へと変更になる。その後がん対策基本法関連で全国の国立大学病院に放射線治療を整備するための補正予算

が付き、ここで建物の増築とリニアック2台を同時更新するという方針にさらに軌道修正された。このように当初の計画が二転三転したことで建物を含めた総予算が限定され、最終的に治療装置2台分に必要な予算が十分取れなく予算の範囲内での選択を余儀なくされていった。後々の運用にも影響を与えてしまうので予算はあらかじめ十分に確保すべきであった。

【治療装置の選択】

最終的に汎用機と高精度機を選択するに至ったわけであるがその理由について述べたいと思う。まず大前提として挙げられるのはその当時の最新の放射線治療技術を搭載した治療装置を導入することである。当時の山形大学医学部は重粒子線治療の導入へ向けて動き出していたこともあり、医学部全体としてがん治療に力を入れていく方針であった。そのため光子による放射線治療においても先進的な治療を実施できる施設にしていかなければならなかった。さらに話題性のある治療装置であることも理由の一つである。次に挙げられるのは大学病院として地域のあらゆる患者さんを受け入れる体制が要求され、幅広い疾患に対応できるシステム構成が必要ということである。汎用機か専用機か複数の選択肢があり提案もされたが、最終的には2台の治療装置のバランスをとったということになる。汎用機と専用機の組み合わせの場合、当院の疾患の種類を考慮すると汎用機の負担が大きくなる可能性があった。汎用機2台に加え3台目としてなら専用機もありうるかもしれないというのが当時の結論である。そこで両者の間を取る形になったのが汎用機と高精度機という組み合わせになる。また、総予算のうち建物の費用が占める割合も高く、治療装置2台分に十分な予算が確保できなかった点もこの組み合わせの理由の一つに挙げられる。

【搬入から臨床開始まで】

装置搬入から臨床開始までの流れは概ねどの施設においても同じであろうと思われる。違う点といえばどのくらいの期間を確保できるかという点であろう。当院において最も大変だったのがこの部分で、搬入から2台ともに臨床開始するまでの期間が5ヶ月しかなかったという点である。理由は二つ、新旧の移行に際し放射線治療業務は止めないというのが大前提であったこと、もうひとつは旧リニアック室を改修工事後に小線源治療室として再利用しなければならず、改修工事を年度内に終わらせるには移行後ただちに工事に取り掛かる必要があったためである。アクセプタンス、コミッションング、ビームデータ測定、トレーニ

ングなど2台並行して作業する時期もあったため、少ないスタッフ総動員で何とか期限までに臨床開始に間に合わせたという状況であった。決して参考にしないでいただきたい。

【当院での運用】

臨床開始してからの当院での運用について述べる。まず先行して立ち上げたのがNovalis Txで、更新前のリニアックもVarian製という事もあり扱いに慣れていたのである。高精度機という事もあり、高精度放射線治療を中心に実施しており、早急に脳や体幹部の定位放射線治療、前立腺や頭頸部のIMRTなどを臨床開始した。その他にMLC (HD120)でカバーできるサイズの場合は3D-CRTも実施している。後から立ち上げたELEKTA Synergyではその他の部位、乳房から全身照射まで幅広く対応している。また、臨床開始から約一年半後には前立腺VMATをELEKTA Synergyで臨床開始した。当院のVMATはELEKTA Synergyでのみ可能であり、理由は先に述べたように予算が十分でなかったことで、Novalis TxからVMATのオプションを外すことを余儀なくされたためである。同様にELEKTA Synergyからは6軸システムを外している。現在のIMRTの実施状況は、Novalis Txは主に頭頸部IMRTを、

ELEKTA Synergyは前立腺と骨盤のVMATを実施している。電子線は両方で実施可能である。

【まとめ】

これまで、汎用機と高精度機を所有する施設の立場から、当院における導入の経験と現在の運用について紹介してきたが、2台のリニアックを運用しているというだけで、1台で放射線治療を実施している施設とそれほど大きな違いがあるとは思っていない。大事なことは施設ごとに放射線治療を望む患者さんに対しどんな治療が必要なのか、またどんな治療が可能なのかを考え、治療装置を選択していくことに尽きると考える。そこには放射線治療医の存在も大きいだろうし、病院の経営戦略も影響してくるだろう。また、最新の治療技術を実施することは現状難しくても将来的に環境を整えば実施できる可能性を見据え、あらかじめ対応可能な治療装置を選択しておく必要もあると考える。

最後に治療装置の導入から運用、そして機種を選択まで、自分の経験をもとに述べさせていただいたが、これからリニアックの更新や新規導入を経験していく皆さんに少しでも参考にしていただければ幸いです。

宮城県立がんセンターでの治療機の導入と現状について

宮城県立がんセンター 診療放射線技術部 菅 尚明 (Suga Naoaki)

平成25年9月、新たに建設した集学治療棟の開設に伴い、強度変調放射線治療(intensity modulated radiation therapy: IMRT)専用治療機、Accuray社製 TomoTherapy(以下、TomoTherapy)を導入した。導入の経緯と既存治療機を含めた現状について紹介する。

【導入・設計】

当センターは平成5年4月に開設、汎用機リニアック2台体制で治療を行ってきた。平成23年4月に独立行政法人となり、診療体制の充実を図るため、外来化学療法の増床と放射線治療、画像診断装置を増設することが決定し、集学治療棟を建設することとなった。建設計画作成に当たっては、治療機選定、建屋設計、人員確保などが同時進行で行なわれ多忙をきわめた。

治療機選定にあたり、汎用機増設もしくは特殊治療専用機導入が選択肢となったが、当センターはがん専門病院のため特殊治療専用機の導入を選択した。各診療科の要望を聞く中で、脳外科の定位放射線治療(stereotactic radiation therapy:SRT)、頭頸部科のIMRT、照射歴のある再発症例に対する再照射などの意見を中心に選定が進み、定位放射線治療専用機の導入が第一

候補となったが、

- 脳外科の症例は悪性リンパ腫が多く、治療は全脳照射が多い
- 各診療科の転移性脳腫瘍のうちSRT対象症例は、他施設の定位放射線治療機に治療を依頼している
- 定位放射線治療機の施設は近隣に所在し、患者確保が難しい

などの意見により再選定となった。定位放射線治療機と同等の精度を有する高精度放射線治療機が候補となったが、

- 外観が汎用機と大差なく、集学治療棟の広告塔としての印象が薄い

との意見から再度検討しこれらの意見を集約、TomoTherapyが最適と考え、TomoTherapy稼働中の他施設を見学するに至った。放射線治療医、他科診療医、技師、事務職員と他職種スタッフで訪問し、多方面から貴重な意見を聞き検討を行なった結果、

- 各診療科の要望を満たすことができる
- 宮城県内では導入、第1号機となり広告塔としても十分

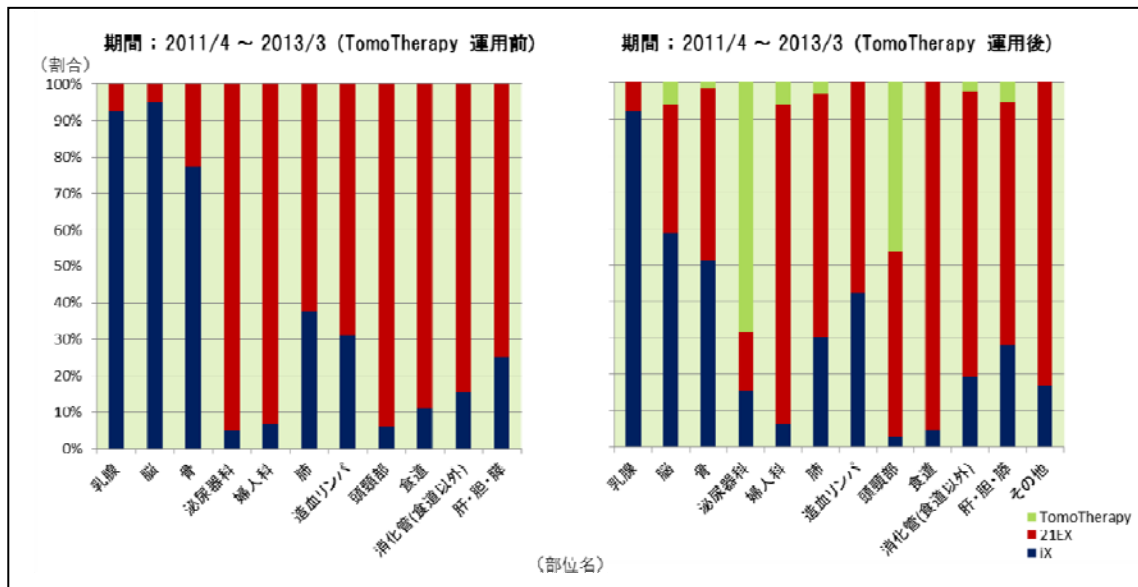


Fig.1 TomoTherapy運用前後の装置運用割合

・治療機、計画装置、検証ツールが一連のシステムである

などの理由でTomoTherapyに決定した。しかし、既存汎用機と異なるメーカーの治療機を導入することでネットワークの互換性が保たれるか懸念されたが、各メーカーに対応した放射線科情報システム (radiology information system : RIS) を導入することで問題を解決した。

集学治療棟の構造設計は今後の治療機更新を考慮し、TomoTherapyの最大X線エネルギー6MeVを超える高エネルギーX線も遮蔽できる設計とした。ほか、既存の放射線施設との連絡通路建設を提案したが、東日本大震災後の建設費高騰などの理由により実現しなかった。

TomoTherapy運用に際し、IMRT施設基準を満たすため、既存の汎用機で前立腺IMRTも開始した。

平成25年7月、地上1階、地下2階の耐震構造の集学治療棟が完成した。放射線施設は地下2階になり、TomoTherapyのほか、40列PET-CT、CTシミュレータが設置された。

【運用】

平成25年10月よりTomoTherapyは本格運用となり、現在3台の治療機で放射線治療を行っている。汎用機で行っていた前立腺がんや頭頸部がんのほとんどは、

TomoTherapyによるIMRTに推移した(Fig.1)。前立腺がん低リスク、頭頸部がんのboost、一部の上顎がんの治療は汎用機で行っている。

各装置ともある程度の頻度で故障は発生しているが、TomoTherapyで当初懸念された故障による治療中止はほとんど発生していない。一方、TomoTherapyのような専用機は汎用機と異なり代替機による治療を行うことは難しく、現在、TomoTherapyのバックアップ治療機が必要な状況にある。

【まとめ】

治療機の導入に際し、

- ・放射線治療医を中心とし、多職種スタッフとの十分な打ち合わせを行う
- ・他施設を見学し治療機の運用、故障頻度など情報を収集する
- ・ネットワークは各メーカー間の互換性を確認する
- ・建屋の設計は今後の治療機の更新を考慮し、放射線遮蔽能力の高い構造にする

などの項目は検討する上で重要と考える。また、治療機運用後は稼働率を求められるため、院内外への広報活動は施設全体で取り組む必要がある。今回の報告が少しでも皆さまの参考となれば幸いです。