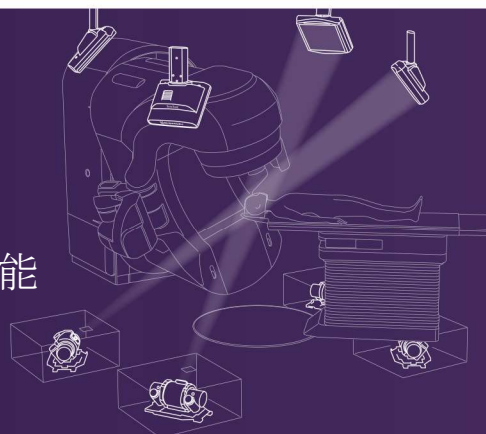


SyncTraX Today

当院における SyncTraX FX4 の IGRT 機能 「Smart Aligner」の活用方法



魚沼基幹病院
医療技術部放射線技術科

栗 林 俊 輝



1. はじめに

魚沼基幹病院は新潟県南魚沼市に位置しており、同地域の医療再編に伴い 2015 年 6 月に開院した(図 1)。病院の概要としては病床数 454 床、診療科 30 科を有しており、同地域でこれまで提供できていなかった高度先進医療・救急医療・災害時医療を担う地域の中核病院としての役割を果たしている。また、新潟大学医学総合病院魚沼地域医療教育センターが併設されており、診療と教育の両面で新潟大学と連携を図り、より良い医療の提供を目指している。



図 1 大自然に囲まれた魚沼基幹病院の外観

2. SyncTraX FX4 の導入経緯

当院は 2015 年の開院に伴い、放射線治療装置 TrueBeam (Varian 社製)に加え、放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX FX4(島津製作所社製)を世界で最初に導入した(図 2)。

本機の導入に当たっては、新潟大学医学部放射線医学教室 青山英史前教授(現北海道大学 大学院医学研究院 放射線科学分野 放射線治療学教室 教授)が中心となり 2013 年より検討されていた。当院は新潟大学と協力関係にあるため、大学病院の放射線治療科医師および医学物理士のサポートの下、県内唯一の動体追跡放射線治療を実施できる施設として症例を集める狙いがあった。また、冬場の移動が困難な豪雪地帯の魚沼地域で、通常照射から高精度な治療までさまざまな治療に対応し、それらを必要とする患者が通院できる設備を要望したことで導入の流れとなった。

導入後は当院・新潟大学・島津製作所の三者間で SyncTraX FX4 のアクセプタンス・コミッショニングの方法確立のための共同研究や、TrueBeam との接続試験等を実施してきており、当院も開発に深く関わってきた。



図 2 当院の SyncTraX FX4 および TrueBeam

3. SyncTraX FX4 について

SyncTraX FX4 は、4 式の X 線管と 12 インチのフラットパネルディテクタ（FPD）を備え、TrueBeam との組み合わせにおいて、任意の 2 方向から透視・撮像することが可能なシステムである（図 3）。

TrueBeam のガントリを避ける X 線管・FPD の組み合わせ（プリセット）は SyncTraX FX4 側で自動選択されるため、迅速に透視・撮像することができる。



図 3 SyncTraX FX4 の構成図

4. IGRT 機能「Smart Aligner」の特徴

Smart Aligner は SyncTraX FX4 のオプションの 1 つであり、画像誘導放射線治療（IGRT）を行うためのシステムである（図 4）。2 方向から撮像した DR 画像と、治療計画用 CT から作成した DRR 画像を用いて 6 軸での位置合わせが可能である。撮像方向は自動で

選択され、数秒で位置補正量の計算結果が表示される。4 式の X 線管と FPD を備えているため、ガントリやカウチによる干渉を避けながら 2 方向からの撮像ができ、患者の体動が生じた時やカウチ回転時など様々な状況で位置の確認・修正が可能である。

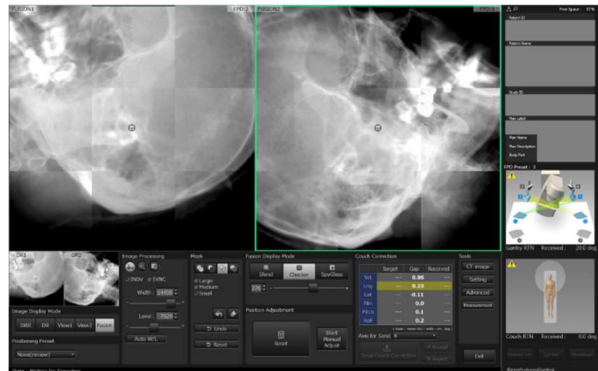


図 4 Smart Aligner の位置照合画面

2 方向より撮像した画像が治療計画時の DRR 画像と重ね合わせて表示される。

5. Smart Aligner の位置照合精度について

Smart Aligner の臨床での使用に向けて、各照射部位における位置照合精度の評価を行った。頭部・胸部・骨盤部の各種ファントムを用いて、カウチをランダムに移動させ、Smart Aligner と TrueBeam のコーンビーム CT（CBCT）でそれぞれ位置補正量を算出した。その結果、両者には正の相関が認められ、かつグラフ中の近似直線は概ね $y=x$ の関係にあることから Smart Aligner は CBCT と同等の位置照合精度を有していることが示された（図 5）。

その結果を踏まえ実臨床でも精度評価を行い、頭部・骨盤部・椎体において TrueBeam の IGRT と同等の位置照合精度を有していることが示された。

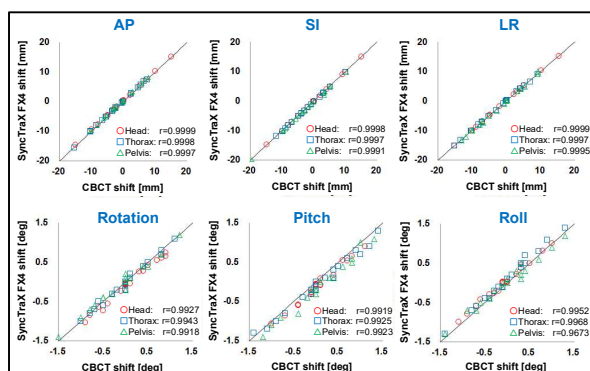


図5 位置照合精度の検証結果

人体ファントム(頭部・胸部・骨盤部)を用いて Smart Aligner と CBCT の関係性を評価した。両者には正の相関が認められた。

6. 臨床での活用方法

2017年5月より Smart Aligner の臨床使用を開始した。当初は TrueBeam の On-Board Imager (OBI) を使用した位置合わせ(カウチの修正を伴う)と併用しながら位置確認(ズレが許容範囲であればカウチの修正を伴わない)に使用し、現在は実臨床でも Smart Aligner が有用と判断した頭部領域、および長時間の治療体位保持が困難な患者に対し、Smart Aligner で位置合わせを行い治療している。以下に当院での使用例を紹介する。

① 頭部領域の放射線治療

頭部領域の通常照射でも Smart Aligner を使用しているが、より有用性の高い頭部定位放射線治療に対しての使用例を紹介する(図6)。

照射前の位置合わせは、Smart Aligner を使用している。Smart Aligner の臨床使用前は TrueBeam の CBCT を位置合わせの前後で撮像していたが、現在はダブルチェックを兼ねた補正後の位置確認のみ CBCT を撮像しているため、被ばく線量の低減および照射時間の短縮に繋がっている。

照射中は各フィールド間で Smart Aligner を撮像し、体動やカウチの回転による位置ズレを確認している。ガントリやカウチの位置に関わらず撮像可能であり、位置補正量の計算結果が表示されるまでは数秒で、煩雑な操作は必要としない。よって、Smart Aligner の使用に伴う治療時間の延長もほとんど気にならない。また、ここで許容できないズレが検出されれば、その場でカウチ位置の修正を行うことが可能である。

照射後は治療中の体動の有無を確認するため、Smart Aligner で撮像を行っている。

定位放射線治療は高い照射位置精度が要求されるが、治療中の頻回な位置確認は治療時間の延長や患者の疲労による体位の変化に繋がる。当院では Smart Aligner の特徴を活かし、時間をかけずに高い精度を維持していることを確認しながら治療を行っているため、患者の負担も少なく、Smart Aligner の使用は有益である。

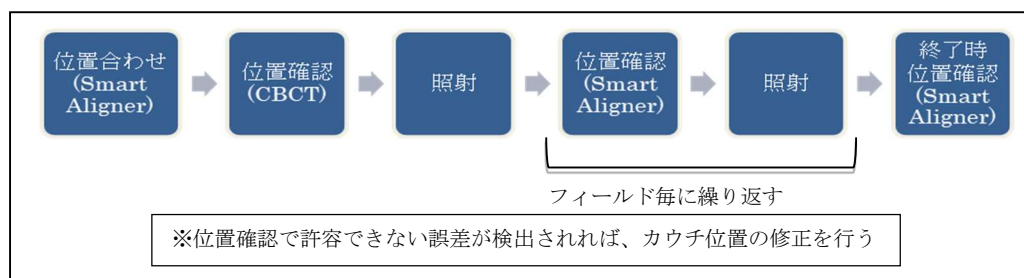


図6 当院における頭部定位放射線治療の流れ

② 治療体位保持が困難な患者への放射線治療

緩和照射等で疼痛が強い患者や意思疎通が困難な患者、体動が生じやすい患者への放射線治療は時間を最優先にする必要がある。当院ではそのような症例に対して Smart Aligner 単独での位置合わせを行っている。Smart Aligner は TrueBeam の OBI と比較し X 線管や FPD の動作がなく、撮像後すぐに自動位置照合が行われるため、短時間で位置合わせが可能である。照合は自動のため技師の経験による差も出にくい。位置合わせに要する時間についての比較検討では、Smart Aligner のほうが約 40 秒短い結果であり、位置照合精度を担保しながら治療時間を短縮できる（図 7）。

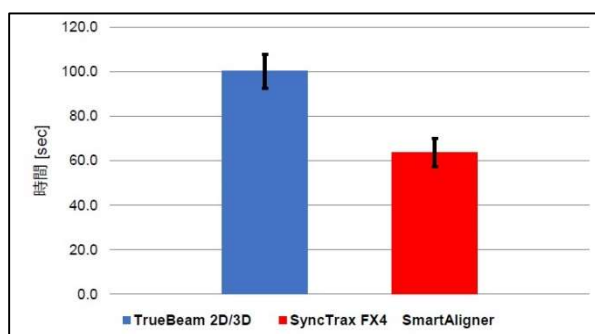


図 7 TrueBeam の OBI と Smart Aligner の位置合わせ時間の比較

人体ファントムを用いて、経験年数が異なる 7 名の技師により検証を行った。Smart Aligner のほうが約 40 秒短い結果であり、短時間で治療が求められる患者に対して有益であると言える。

7. 今後の検討課題

今後の検討課題として、位置照合精度のさらなる向上と各部位の撮像条件の 2 点を考えている。位置照合精度については、Smart Aligner の画像上の照合範囲を調整できるマスク機能を適切に使用し、照合範囲を限定することでさらに向上できないかを検討していきたい。撮像条件については、高い位置照合精度と視認性を有しながら、低被ばくであることが望まれる。当院では頭部領域に関して撮像条件の検討を行い、位置精度と被ばく線量の観点から最適な条件を決定し、実臨床において使用している。Smart Aligner のさらなる適応拡大に向けて他の部位に関しても検討し、被ばくの低減に努めていきたい。

8. 私たちの思い

当院では SyncTraX FX4 の導入以降、島津製作所と協力し様々な検証や学会等での発表を行ってきた。装置に関しての当院からの要望や意見に親身に対応していただけたのもユーザーの声が届きやすい国産の医療機器である強みであろう。2021 年 10 月現在、SyncTraX FX4 の導入施設は 16 施設を数え、今後も増加していくと考えられる。1 号機の導入に携わり、その普及に多少なりとも貢献できたことは私たちにとって貴重な経験であり、島津製作所の皆様にはこの場を借りて深謝申し上げたい。今後もユーザーとメーカーが協力して、さらに安心・安全な放射線治療を提供できるよう日々の業務に励んでいく所存である。

SyncTraX は(株)島津製作所の商標です。

製造販売承認番号

22500BZX00105000

放射線治療装置用シンクロナイザ [放射線治療装置用動体追跡システム SyncTraX]
放射線治療シミュレータ※

※本医療機器は複数の一般的名称に該当します。

本記事の無断転載を禁じます。

