

サイバーナイフにおける幾何学的 QA のトレンド解析

南東北がん陽子線治療センター ○小松 俊介(Komatsu Shunsuke)

大内 久夫 阿部 良知 太田 裕樹 中野渡 優志 小森 慎也 加藤 雅人
廣垣 智也 辻 眞也 真崎 敬大 新井 一弘 遠藤 浩光 加藤 貴弘

【目的】

当院では 2016年4月よりサイバーナイフ(CyberKnife; CK)の最新タイプであるM6(Accuray)を用いた治療を開始している。CKのQAは、一般的にAAPM TG135¹⁾に基づき実施されているが、M6におけるQAの長期トレンド解析に関する報告は見受けられない。そこで今回、稼働後18ヶ月間のQA結果をレビューすることでM6の性能評価を実施した。

【使用機器】

- ・サイバーナイフ : M6 (Accuray)
- ・治療計画装置 : Multiplan (Accuray)
- ・ファントム : AQAファントム(Accuray)
: E2Eファントム(Accuray)
- ・フィルム : EBT3 (Ashland)
- ・スキャナー : ES-G11000 (Epson)

【M6仕様】

M6外観をFig.1に示す。天井に設置された管球と床に設置されたFPDを用いて患者位置照合撮影を行い、ロボカウチで6軸補正を実施可能な構造となっている。小型のリニアックを搭載したロボットマニピュレータは患者に対して様々な方向からの照射を可能としている。リニアックのヘッド部分のコリメータは着脱可能な構造となっており、Fixコリメータは円形の照射野を形成し最小5 mmから最大60 mmまでの12種類がある。また、アイリスと呼ばれる可変コリメータも利用可能であり、12枚のタングステンセグメントでFixと同じ大きさの照射野を再現することが可能である。Trackingモードとしては主に6D Skull Tracking、Xsight Spine Tracking、Fiducial Trackingが利用され、部位に応じて使い分けられている。

【方法】

2016年4月から 2017年9月の18ヶ月間に行ったQAを対象としてレビューを行った。QA項目は多岐にわたるが、今回はCKの特徴であるロボットマニピュレータの幾何学的QAとして実施しているAuto QA(AQA)とEnd-to-Endテスト(E2E)を中心としてTG135の許容値との比較を行うとともにそれぞれのタイムトレンドを解析することで性能評価を実施した。解析は全てAccuray社が提供する専用ファントム(Fig.2)と専用解析ソフトを用いて実施した。AQAは、毎日行う画像照合システムとマニピュレータポジション確認用のQAであり、Fiducialマーカが入った専用ファントムにEBT3をはさみ、ロボカウチ上にセットして画像照合を行った後、正側2方向から照射を実施



Fig.1 サイバーナイフ M6



AQAファントム

E2Eファントム

Fig.2 使用したファントム

している。E2Eは、照射位置精度を計画CT、治療計画、実際の照射までの流れを一連で確認するQAであり、CKのシステム全体の精度管理を短時間で総合的に判断可能となっている。人体頭頸部を模した専用ファントムを用いて6D Skull TrackingとXsight Spine Trackingが可能となっている。また、頭頂部にはキューブ上のファントムが封入できるようになっており、内部にFilmを挟みこめるようになっていないことに加えてFiducilマーカが埋めこまれているためFiducial Trackingも可能である。

【結果】

AQAおよびE2Eの結果をFig.3、4にそれぞれ示す。AQA、E2E共に許容値を逸脱したケースは皆無であった。AQAの許容値は、1 mmとされているが、実際には0.75 mm以内で安定的に推移していることが確認できた。また、E2EにおいてもTracking手法に関わらず許容値である0.95 mm以下を達成できていることが確認できた。

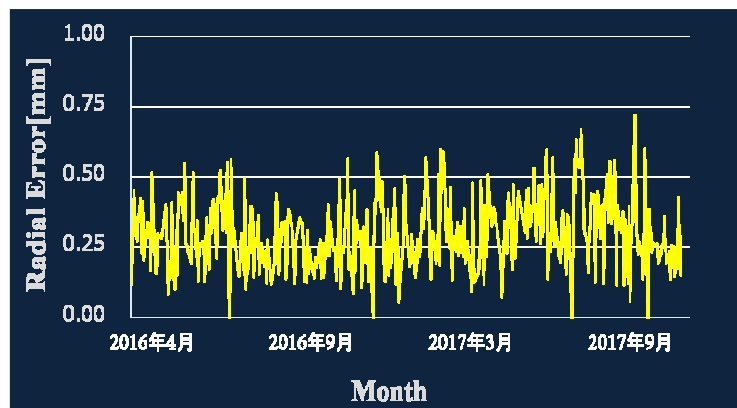


Fig.3 AQA のトレンド

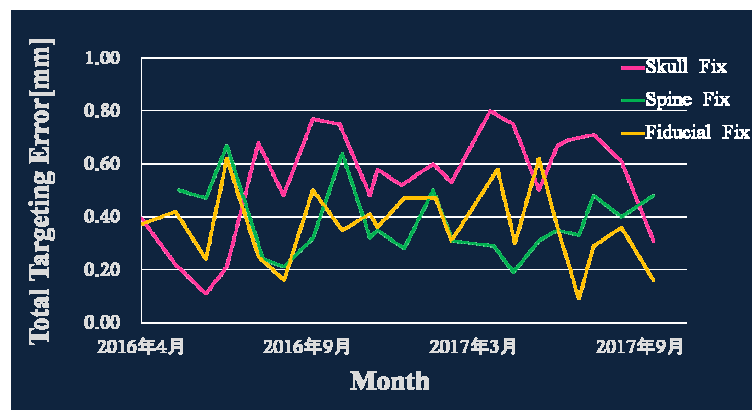


Fig.4 E2E のトレンド

【考察】

AQA、E2Eともに許容値を十分に満たしており、幾何学的精度の信頼性は非常に高いと考えられた。

ロボット自体の幾何学的精度は高いことは確認できたが、E2Eの計測結果に基づいてロボットマニピュレータのキャリブレーションを行うため、実際の治療精度は計測結果に強く依存することになる。キャリブレーションの仕方次第で精度が容易に悪化する恐れもあることから、必要に応じてロボットマニピュレータやイメージングシステム個々の検証を行っていくことも重要であると考えられた。

【まとめ】

M6の幾何学的精度は極めて良好であり、定位放射線治療専用機として優れた性能を有することがあらためて確認できた。引き続き定期的QAを実施することで今後は経年変化の影響について評価を行っていきたいと考えている。

【参考文献】

- 1) Quality assurance for robotic radiosurgery; Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 135. Med Phys. 2011; 38: 2914-2936.