

「外照射放射線治療計画の今 メーカーの視点」

今回の JASTRO NEWSLETTER 特集は、放射線治療計画装置をテーマと致しました。近年の放射線治療の高精度化に伴い、治療計画装置での作業量は増加しております。自施設にあり、従来使用している治療計画装置はますます慣れ親しみ、習熟していきます。その一方、自施設にない治療計画装置については、私などはつつい不勉強になってまいります。

そこで、今回の特集では国内販売されている外照射治療計画装置につきまして、各メーカーのご担当からご寄稿いただきました。自社取扱い製品の特長や優れた点を紹介しつつ、治療計画装置における最近のトレンド、今後の開発要素や将来像、顧客要望をどのように取り込んでいるかなどについて詳細にかつ分かりやすく現状を解説いただき、心より感謝申し上げます。

また、小線源治療用、定位照射用等の治療計画装置へと広げるのは、今回は紙面の都合上難しいと存じますので、これらについても是非との要望が多ければ、別に企画することにしたと考えます。本特集が「外照射放射線治療計画の今」をお伝えするとともに、会員の皆様が今後の展望を把握する契機となれば幸いです。

千葉大学大学院医学研究院 画像診断・放射線腫瘍学 渡辺未歩

最新の放射線治療計画システム

●株式会社日立メディコ X線治療システム営業本部 安達 裕樹

【はじめに】

放射線治療計画システムの技術動向について、ソフトウェアの最新機能を中心に紹介する。

放射線治療計画システムは、X線CT装置の普及にとともに、X線フィルム等によって照射形状の計画を行なう2次元的なものから、CT画像を活用した3次元的な放射線治療計画へ移行するとともに、1990年代後半の強度変調放射線治療IMRT技法の登場から、2000年代に入って画像誘導放射線治療IGRTや回転型IMRT (VMAT) など相次いだ放射線治療装置の技術革新に対応するかたちでソフトウェアを高機能化させてきた。またこの間、形態画像であるCT画像に加え、MR画像や機能画像であるPET画像を治療(ターゲット)領域の決定に利用するためのImage Fusion機能も搭載されてきた。さらに、代表的な臓器等の輪郭抽出を簡便化するために、あらかじめライブラリ登録されたOrgan Modelのセットを用いた輪郭抽出(セグメンテーション)やデータベース化した複数の画像セットとの類似性検出と画像アトラ

ス情報をベースとしたオートセグメンテーション機能などの画像処理技術も融合して進化してきた。

放射線治療の高精度化の一方で、これまでも治療期間中の体型変化や腫瘍の縮小など時間的変化に対応するため、CT画像を再撮影した上で治療計画の修正(Re-Planning)を行うことで治療計画を個別に最適化することも行われている。さらに近年では

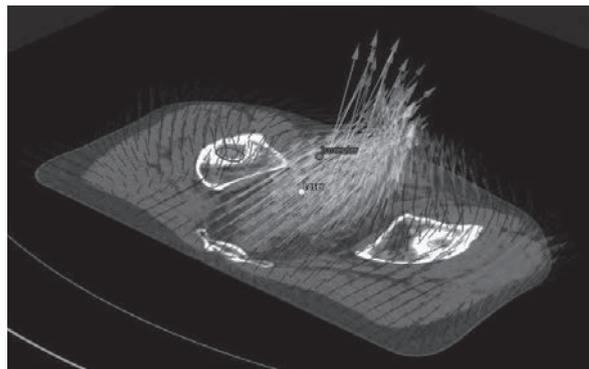


図1 Deformable Registrationの変位量表示の例

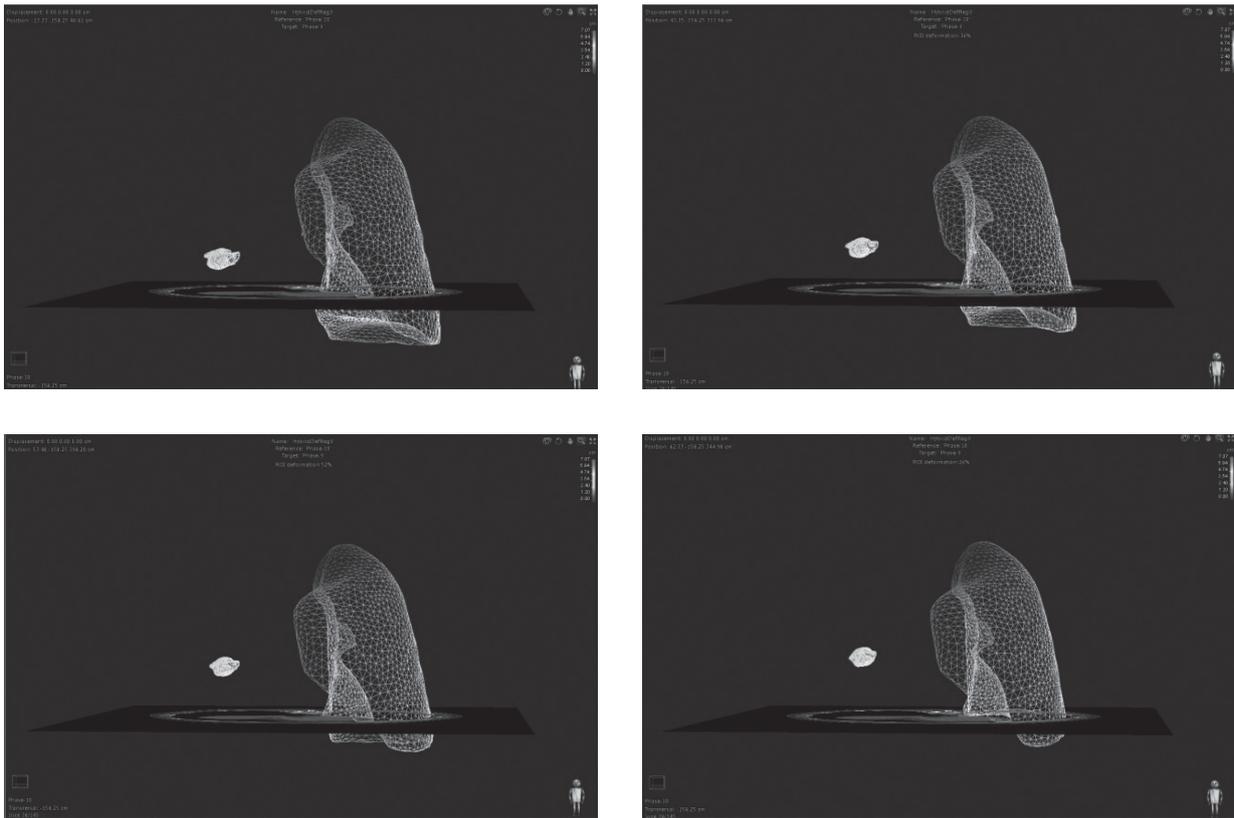


図2 輪郭 ROI の Propagate の表示例

CT装置の呼吸同期撮影4D-CT画像や放射線治療装置のIGRTシステムにより得られる画像を利用することで、臓器の呼吸性移動や照射直前の臓器の形状変化および位置を把握することが可能になっており、放射線治療の照射中 (Intra-fraction) のみならず数週間にわたる照射期間中 (Inter-fraction) の時間軸を考慮するという意味での4D治療計画の作成が可能になってきた。

【最新機能紹介】

1. 4D治療計画に向けて

(1) Deformable Registration

画像どうしを、平行移動と回転操作の線形移動によって重ね合わせて表示する従来からのImage Fusionとは異なり、Deformable (Image) Registration機能は、一方の画像セットを基準となる画像セットに対して変形させて合わせこむ画像処理技術である。

当社放射線治療計画システムRayStationに搭載のDeformable Registration機能は、画像間の変位量をボクセル単位で算出することができ、この情報にもとづいて治療計画の作成に用いたCT画像上に描いた臓器やターゲットの輪郭情報を、もう一方の画像へ変形して移し込むことが可能である。また他の画像上で計算した線量分布結果を治療計画の作成に用いたCT画像に変形して移し込むことで、複数の画像セッ

トにまたがる線量の時間的累積と治療計画時の線量の比較評価を行うことも可能になる。これは、4D治療計画やAdaptive Planningをより現実味のあるものにするために必要不可欠な核心技術である (図1)

(2) 4D Dose 評価

① 4D-CTを利用した治療計画 (Intra-fraction)

ターゲットや重要臓器の呼吸性移動を考慮した治療計画に4D-CTが利用されているが、基準位相画像に操作者が書き込んだターゲットや臓器の輪郭ROIを、他の全ての位相画像にも同様にひとつひとつ書き込むことは非常に時間を要する作業となる。

そこで、Deformable Registrationで得られる画像間のボクセル単位の変位量を利用して基準位相画像に書き込んだそれぞれの輪郭ROIを、各位相画像にPropagate (伝播) することで輪郭ROIの書き込みに要する作業時間の短縮が期待できる (図2)。

また基準位相画像で計画した放射線の照射方向や照射線量等のパラメータを、各位相画像にもコピーし線量計算することで得られた線量分布を、逆にDeformationと重み付けをした上で基準位相画像上に累積していくことで、呼吸周期を通した線量分布をシミュレーションすることができる。

② 日々の線量の累積評価 (Inter-fraction)

IGRT機能を搭載した放射線治療装置では、治療照射直前に治療寝台上の患者のCBCTを撮影でき、ターゲットや臓器の位置および形状の照射直前の状

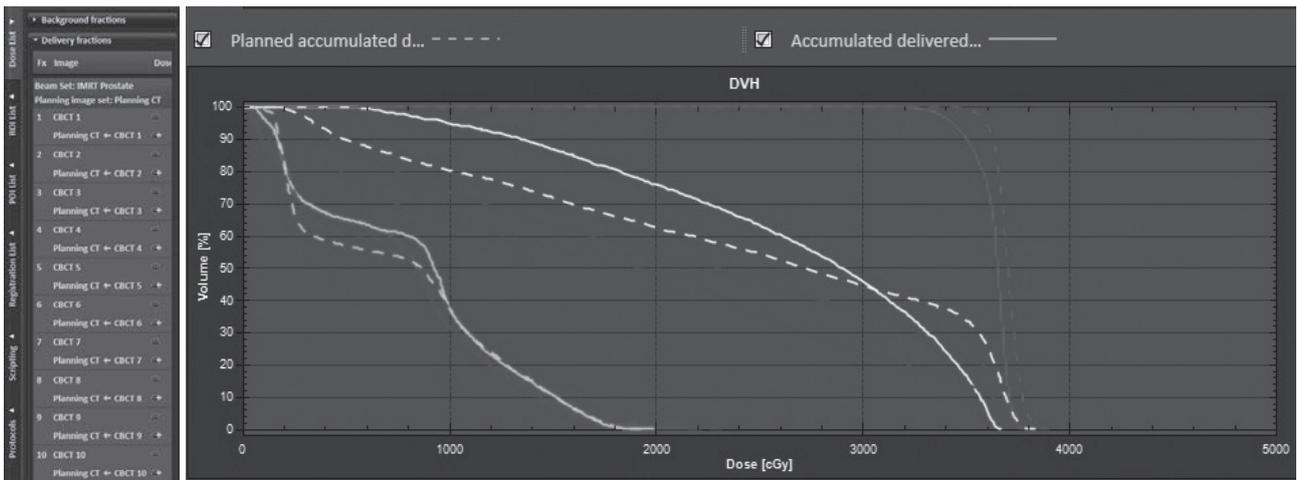


図3 日々の線量の累積評価の DVH 表示例

態を観察できる。

当社RayStationでは、CBCT画像を線量計算に利用する機能も有し、実際の照射に近い線量分布をシミュレーションすることも可能である。また Deformable RegistrationとDose Tracking機能を用いてCBCTから得られた照射回ごとの線量分布を治療計画の作成に用いたCT画像上に変形して累積し、当初の治療計画のDVHや線量分布を比較評価でき、Adaptive Planning (適応プランの作成)が必要か否かの判断に活用できる (図3)。

(3) Adaptive Planning

当社RayStationに搭載のAdaptive Planning機能は、Dose Tracking機能による累積線量と当初の計画線量の比較評価の結果から複雑な操作無しで Treatment Adaptation ツールに移行して治療計画の再最適化をスムーズに始めることができる機能である。

累積線量を新しい画像にDeformationして移し込み、バックグラウンド線量として考慮しながら治療計画の最適化が可能である。この際元のビーム条件や処方設定、線量目標値が自動的にコピーされ、必要に応じて諸条件の見直しからIMRTの再最適化演算

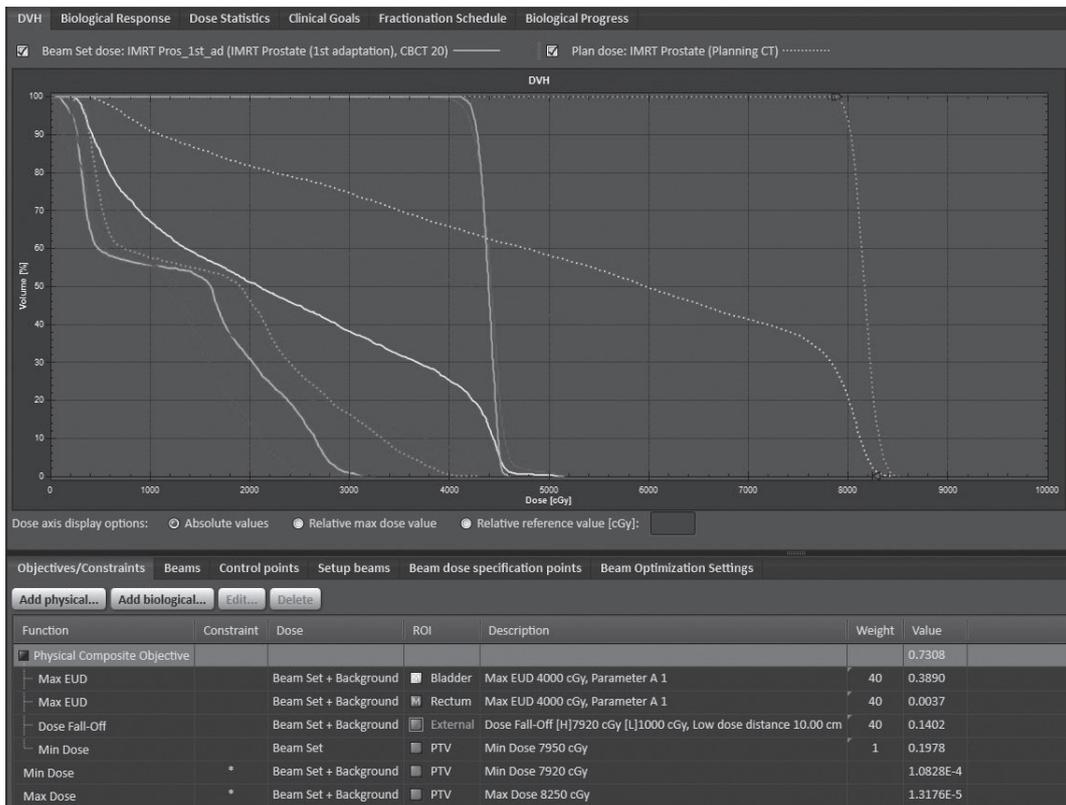
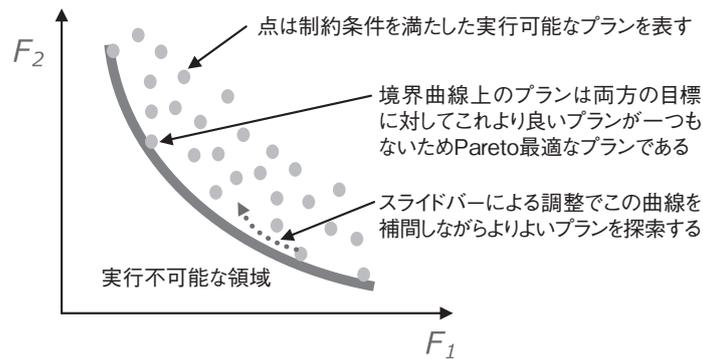


図4 Adaptive Planning の最適化画面の表示例



F_1 :ターゲットへの線量カバーという目標の達成度合いを示す指標
 F_2 :重要臓器への線量回避という目標の達成度合いを示す指標
 達成すべき目標: F_1 と F_2 の線形加重和を最小にすること

図5 目的関数が2つの場合の Pareto 最適の概念図

までを行うことが可能になっている(図4)

2. 革新的IMRT/VMAT最適化演算エンジン:

Multi Criteria Optimization

線量目標・制約条件に基づくIMRT/VMATのインバースプランニングにおいては、ターゲットへの線量カバーと周囲の重要臓器への線量回避という相反する目標や、重要臓器間でもそれぞれに線量制約を抱えていることから、目的関数どうしが互いにトレードオフの関係にあり、一般的にこのような問題に対する最適解は1つではない。

このような多目的最適化の問題を解くために、従来のIMRTプランニングでは操作者が最適化演算終了のたびに結果を線量分布図やDVHを用いて観察しながら、目的関数ごとに目標値やWeight値の数値変更や人為的なROIの追加調整等を行って最適化演算を試行錯誤的に繰り返し行うことが一般的な操作

の流れであった。

このような時間のかかるプロセスを改善する方法として、当社RayStationに搭載のMulti Criteria Optimizationエンジンでは、操作者が設定した線量目標・制約条件に従って自動生成されるPareto最適状態にある複数の代表的治療計画に基づき線量分布の最適化を行う。

ここでPareto最適とは、他の目的関数を悪化させることなくどの目的関数もこれ以上改善することができない状態を指し、同時に全ての目標を達成する完全最適解の存在しない多目的最適化の問題においてはこのような状態にある解の1つ1つを最適解とみなす(図5)。このPareto最適状態にあるプランの集合の中からよりよいプランをいかに操作者の選好基準を取り入れて提示することが出来るかがソフトウェア技術の腕の見せ所である。

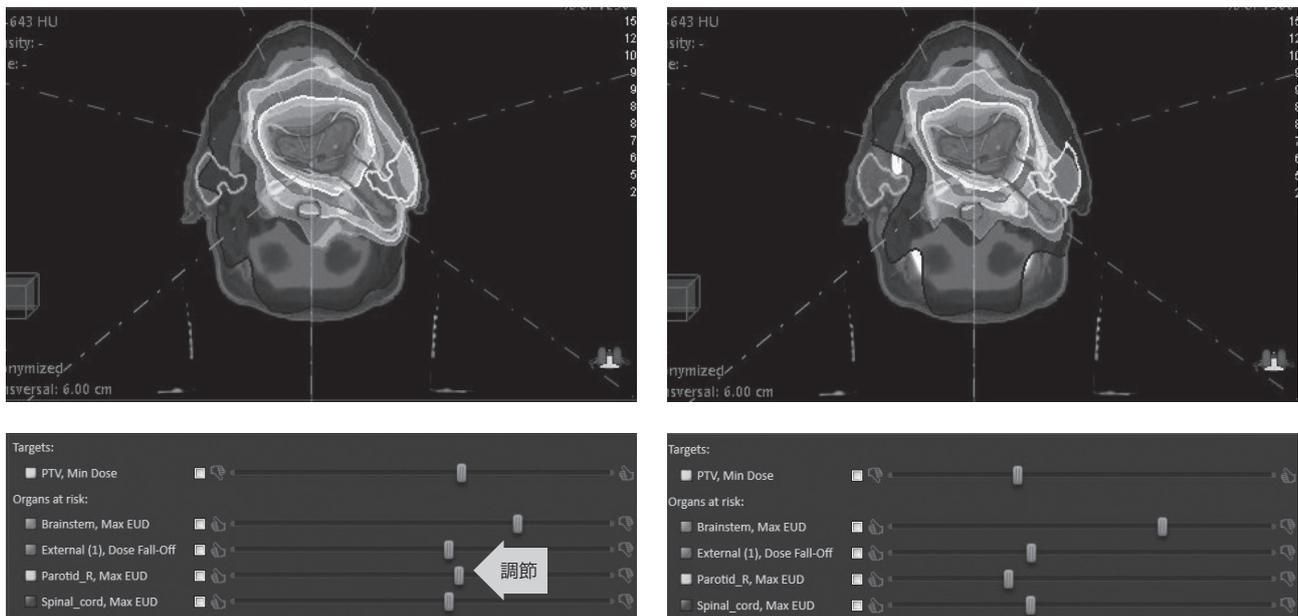


図6 Multi Criteria Optimizationのスライダーによる調整の例

Multi Criteria Optimization エンジンでは操作者が目的関数毎に用意されたスライダーを用いて線量分布やDVHの変化をリアルタイムに観察して直観的に目的関数間のトレードオフバランスを選好することが出来る(図6)。これによりこれまでの数値調整と最適化演算を繰り返すプロセスに比べ潜在的なトレードオフの最適バランスを短時間かつ比較的容易に見つけることが可能になる。

【まとめ】

放射線治療計画の高精度化や4D化の流れもともなって、従来にも増して高度な治療計画がルーチンとして現場で求められており、治療計画にかかる操作量と演算処理量は増え続けている。

当社放射線治療計画システムRayStationは、IMRT最適化演算において従来法とは一線を画し

た直感的なワークフローを提供するMulti Criteria Optimization エンジン、Deformable Registration を核とする4D治療計画に必要な操作環境など全てを1つに統合したシステムであるため、高度な治療計画をシームレスに完結することができ操作者の負担軽減が期待できる。

またハードウェアのリソースを効率よく利用するため、マルチスレッディング対応はもとより、グラフィック処理に利用されるGPU演算を線量計算やDeformable Registration 処理へも適用して高速処理を実現している。

今後RayStationは、1つの症例に対して複数の異なる照射技法を横断する多数の競合プランを自動作成して提示するAutomatic Planning機能など多くの新機能を実装する予定であり、進化を続けている。

放射線治療計画装置「Monaco」の今

●エレクタ株式会社 リサーチフィジックス 岩井良夫

はじめに

近年の放射線治療および装置の高精度化に伴い、放射線治療計画装置も高精度化、高機能化してきました。高精度な治療には高精度な治療計画装置が必須で、放射線治療において計画装置の重要性が年々増している。その状況は、2014年11月に施行された改正薬事法(通称)で、治療計画装置が対象に加わったことからわかる。

ここでは、弊社が販売している最新の外照射放射線治療計画装置である「Monaco」の特長や機能を紹介・解説することで、放射線治療計画装置の「今」をメーカーの視点からお伝えすることとした。

統合的放射線治療計画装置「Monaco」

2000年代のIMRTの急速な普及に伴い、これまで以上に正確な線量計算アルゴリズムが求められるようになってきた。そこで弊社は、線量計算アルゴリズムにMonte Carloシミュレーション(X-ray Voxel Monte Carlo: XVMC)^{2, 3)}を採用し、生物学的線量制約やMulti-criterial Optimization (MCO)、Sensitivity Analysis など、最新の計画者支援機能を取り入れた「Monaco」をIMRT専用治療計画装置として2007年10月にリリースした。それは、長年多くのご施設にご愛用いただき続けた「XiO」のリリース以来の、革新的なプロセスであった。

その後Monacoは、VMATおよび回転原体照射にも対応し、計画支援機能のPoint Sensitivityなども追加された。2014年リリースのバージョン5.0からは3D planningにも対応したAll in oneの治療計画装置となり、最新のバージョン5.1ではRecalculate DICOM RT Plan機能が追加されている。

線量計算アルゴリズムXVMC

線量計算アルゴリズムには光子・電子共にMonte Carlo (MC) シミュレーション法を採用しており、光子はXVMCを搭載している^{4, 5)}。XVMCは対象を放射線治療に関連する物質とエネルギー範囲に限定することで、汎用のMCコードに対して計算効率を50倍以上に向上させながら、誤差1%以内を実現しているアルゴリズムである⁶⁾。XVMCでは組織の組成も考慮されるが、従来のモデルベースのアルゴリズム(XiOのSuperposition等)では考慮されていない。そのため、密度の高い骨などでは、XVMCに比べモデルベースのアルゴリズムの計算結果が有意に過大評価される。XVMCを用いることで軟部組織、骨、そして空気が隣接する頭頸部や肺野の不均質領域において、より正確な線量分布に基づいて治療計画をたてることができる。

最新のバージョン5.1では、このXVMCを用いた新機能「Recalculate DICOM RT Plan」が追加さ

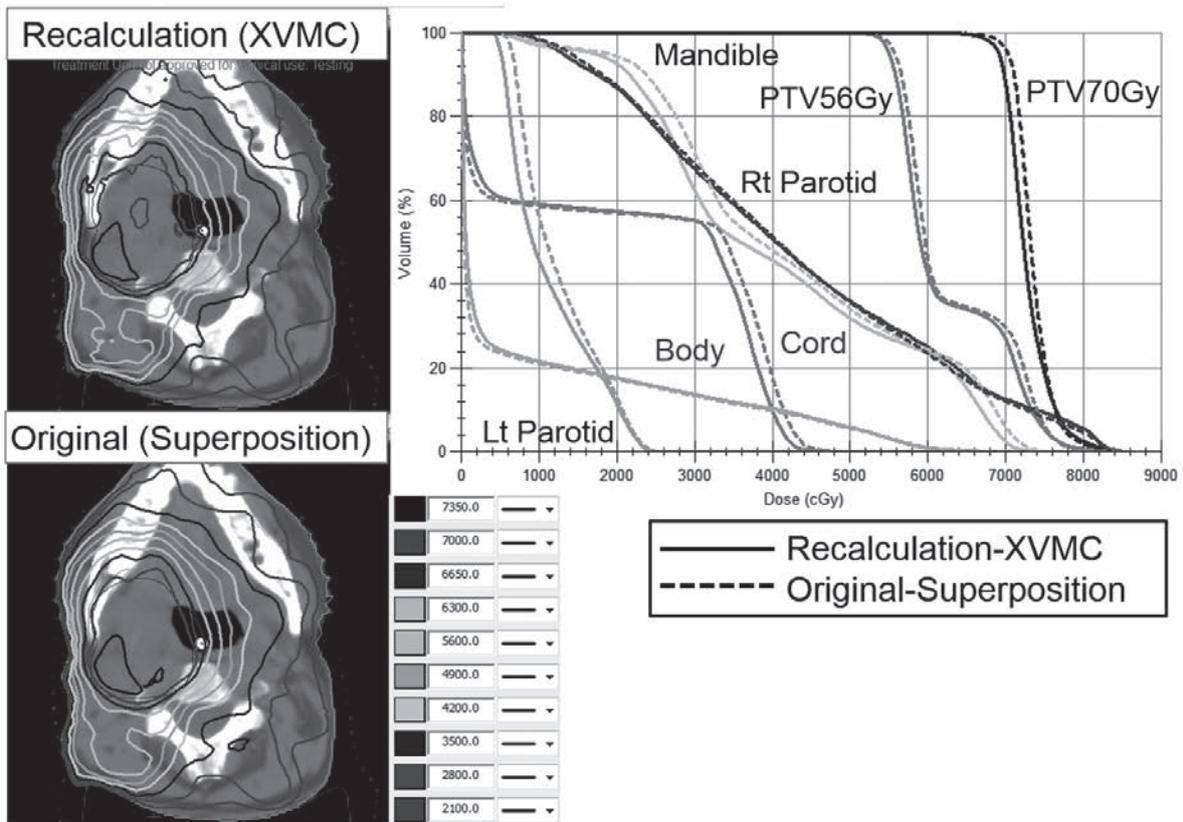


図1. Recalculate DICOM RT Planの一例
 【XiOのSuperpositionで計画したIMRTプランをMonacoに取り込み(左下段)、同プランをXVMCで再計算した結果(左上段)を比較した。線量分布やDVHの差異が確認できる。】

れた。これまでも他の計画装置で作成したプランをDICOM形式でMonacoに取り込み、表示するPlan Review機能が搭載されていたが、DICOM形式で受け取ったプランをXVMCで再計算することが可能になった(図1)。Wedgeを含まない3DプランだけでなくMLCセグメントを持ったIMRT/VMATプランにも対応しており、他の治療計画装置で作成した計画の治療前のダブルチェックや過去の計画の確認に利用できる。さらに、線量計算アルゴリズムによる差異を排除したIMRT/VMATプランの比較・データ集積も可能となる。

生物学的コスト関数を用いた最適化

IMRTの最適化において、Monacoは汎用治療計画装置として初めて生物学的コスト関数を搭載し⁷⁾、その線量指標としてEquivalent Uniform Dose (EUD)を採用した⁷⁾。腫瘍細胞の生存率がPoisson分布に従う場合、腫瘍制御率(Tumor Control Probability: TCP)はEUDで評価できる^{8, 9)}。ターゲットに対する関数「Target EUD」では、放射線感受性指標のCell SensitivityとEUDを設定することで、TCPを維持する。OARに対する関数は、直列臓器用の「Serial」と並列臓器用の「Parallel」を備えている。どちらのコスト関数も体積効果を考慮して

おり、従来の物理的コスト関数を複数用いたものと同様の制約をかけることができるため、少ない数のコスト関数で適切な線量分布が得られる(図2)。IMRTプランの最適化は各コスト関数から出てくる「エラー」の合計値を最小化することであるため、コスト関数の数を減らせば計算時間の短縮が期待される。図2で示した例では、15個の物理的コスト関数を用いた場合に比べて、生物学的コスト関数を含めて5個の関数に減らすことで、最適化および線量計算を合わせた計画時間が、約50%短縮された。

プラン作成支援機能

MonacoではVMATを含むIMRTプランの最適化に不等式制約条件付最適化^{8, 9)}を採用しており、各コスト関数のWeightも最適化の反復計算中に自動調整される。つまり、計画者は個々の制約関数のWeightの入力および調整の手間から解放される。

さらに、計画者を支援するMulti-criterial Optimization (MCO)機能やSensitivity Analysis (Point Sensitivity)機能を備えており、計画者のトライ&エラーを軽減する¹⁰⁾。

MCOはターゲットおよびOARの線量制約を全て満たす場合に有効な機能で、ターゲットの線量制約を守る範囲でOARの線量を可能な限り低減したプ

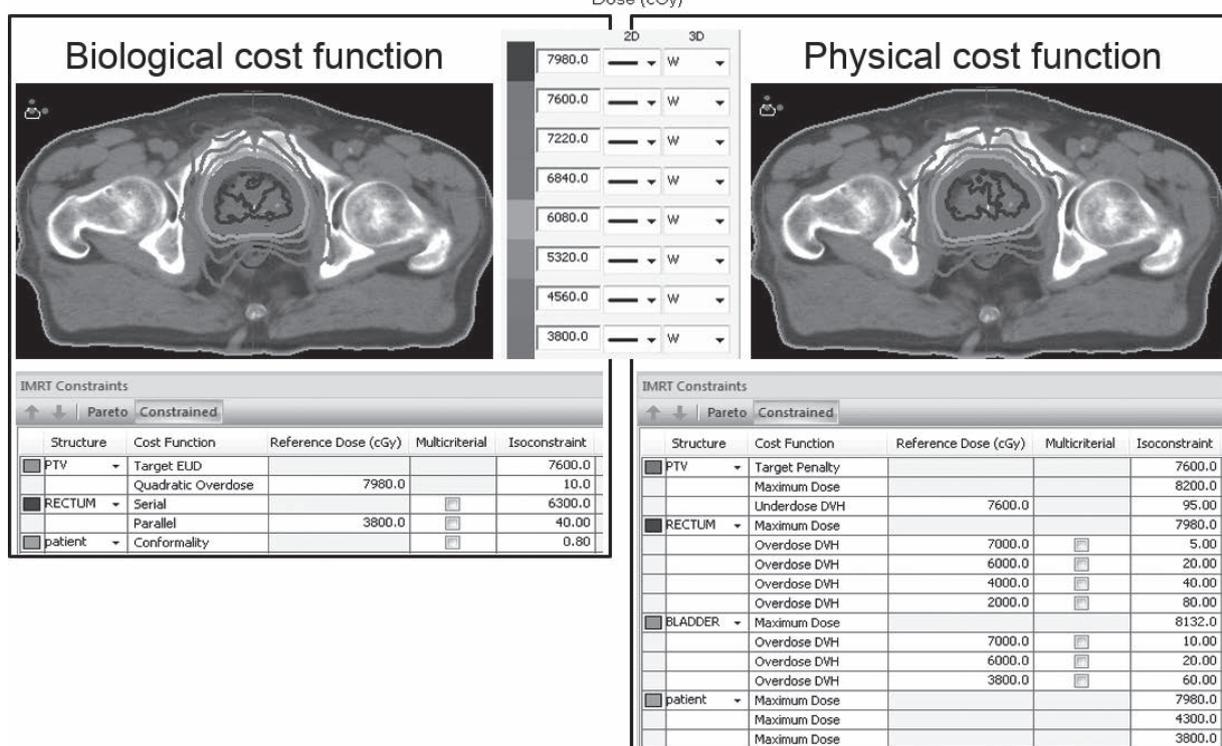
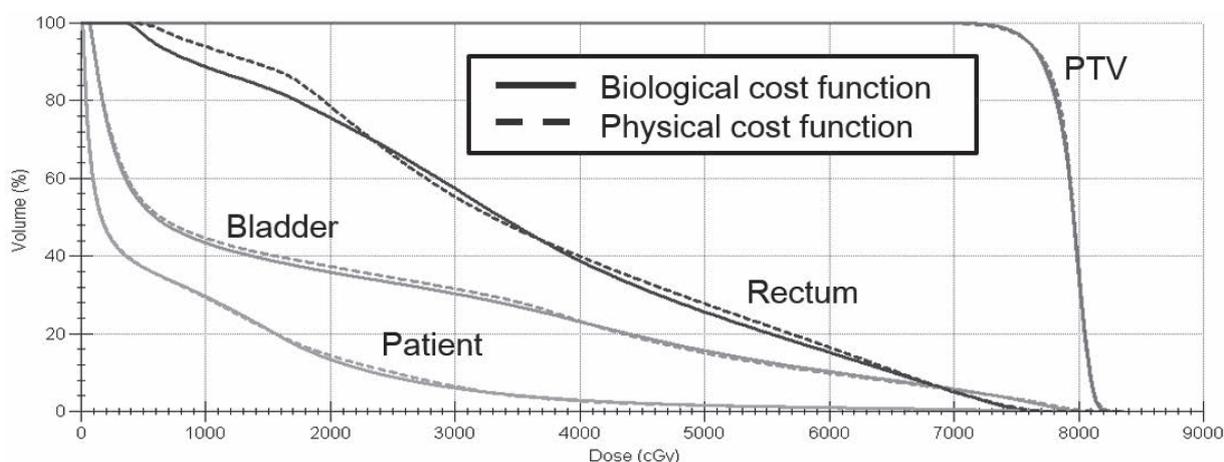


図2. 生物学的コスト関数を用いて作成したVMATプランの一例。
【生物学的コスト関数を用いた制約（左下段）とその線量分布（左中段）、および物理的コスト関数を用いた制約（右下段）とその線量分布（右中段）】

ランをMonacoが作成する。

もう一方のSensitivity Analysis (Point Sensitivity) は、線量制約が満たされず制約の選択・修正が必要な、頭頸部などの症例で有効な機能である。ターゲット内にコールドスポットが生じた場合、計算ボクセルの分解能でOARの各制約関数の影響の大きさを相対値表示するため、効率よくコールドスポットを解消できる。

最新の研究紹介

今後の放射線治療を展望するために、最新の研究を紹介する。オランダのユトレヒト大学医療センターでは、MRIガイド下で治療ができるMRIリニアックを2002年から研究開発しており、その中で強い磁場下

での放射線治療に対応できる治療計画装置も研究開発されている¹¹⁾。

人体に入射したX線は体内でコンプトン電子を生じ、この電子がエネルギーを失う過程で線量を付与する。しかし、コンプトン電子は静磁場下でローレンツ力を受けるため、体内の吸収線量分布が磁場によって変化する(図3)。さらに、体内を通過して体表から空気中に出た電子はローレンツ力によって回転するため、再度皮膚に到達し、ビームの出口側の皮膚線量が増加する現象(Electron Return Effect: ERE)が報告されている。つまり、MRIガイド下の治療計画にはローレンツ力を組み込んだMonte Carlo法の線量計算が必須となる。この研究グループはMRI画像を用いたReal-time planningの研究開発をしてお

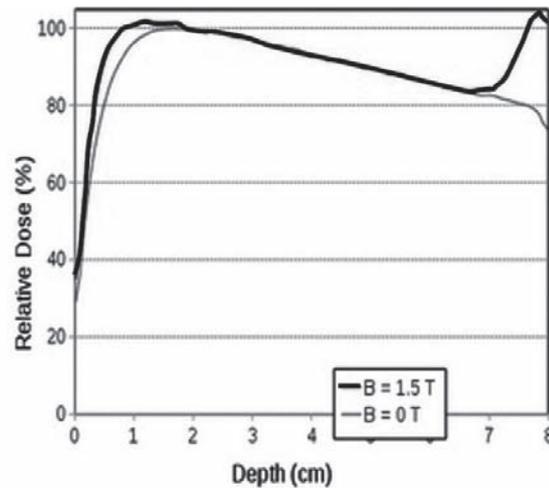
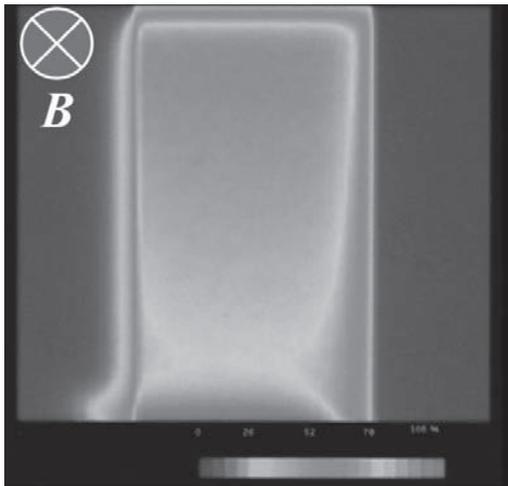


図3. Electron Return Effect (ERE)¹¹⁾。
 【上から入射したビームが物質中でも磁場によって線量分布がシフトし、EREによってビーム出口側の表面線量が高くなっていることが確認できる(左図)。
 【磁場の有無によるPDDの比較(右図)。磁場により最大線量深が浅くなり、EREでビームの出口付近の線量が上昇している。】

り、その技術が市販の治療計画装置にも還元されることが期待される。

おわりに

この10年で急速に進化してきた放射線治療計画装置は、「今」も放射線治療の品質・安全向上の一助となるべく開発を続けている。しかし、線量計算の高精度化という点ではMonte Carloシミュレーションの臨床適用が開始され、すでに実用の域に達したといえる。手計算の時代から、治療計画装置が導入されて以降の計画装置の線量計算アルゴリズムの変遷を考えると、Monte Carloシミュレーションが標準になる日は意外と遠くないのかもしれない。

【参考文献】

- 1) 芦野靖夫. 放射線治療装置の進歩と今後の展開. 臨床放射線 2013; 58: 1203-1210.
- 2) Kawrakow I, Fippel M, Friedrich K. 3D electron dose calculation using a Voxel based Monte Carlo algorithm (VMC). Med Phys 1996; 23: 445-457.
- 3) Fippel M. Fast Monte Carlo dose calculation for photon beams based on the VMC electron algorithm. Med Phys 1999; 26: 1466-1475.
- 4) Sikora M. Virtual Source Modelling of Photon Beams for Monte Carlo Based Radiation Therapy Treatment Planning. https://bora.uib.no/bitstream/handle/1956/5135/Dr.thesis_Marcin%20Sikora.pdf?sequence=1 (2015年12月6日アクセス)
- 5) Sikora M, Alber M. A virtual source model of electron contamination of a therapeutic

- 6) photon beam. Phys Med Biol 2009; 54: 7329-7344.
- 6) Kawrakow I, Fippel M. Investigation of variance reduction techniques for Monte Carlo photon dose calculation using XVMC. Phys Med Biol 2000; 45: 2163-2183.
- 7) Niemierko A. Reporting and analyzing dose distributions: a concept of equivalent uniform dose. Med Phys 1997; 24: 103-110.
- 8) 依田潔. 不等式制約条件付最適化を用いた Monaco 治療計画システム. RadFan 2013; 5月臨時増刊号: 16-17.
- 9) 依田潔. 不等式制約条件付最適化と生物学的評価関数を用いた Monaco 治療計画システム. http://www.elekta.co.jp/software/pdf/Monaco_yoda_0130428.pdf (2015年12月6日アクセス)
- 10) 佐藤清香, 岩井良夫. 治療計画装置「Monaco」の特長と新機能. Rad Fan 2015; 11月臨時増刊号: 36-38.
- 11) Bol GH, Hissoiny S, Crijns SPM, van Asselen B, Lagendijk JJW, Raaymakers BW. Towards real-time IMRT planning. <http://www.radiotherapie.nl/research/research-projects/mri-guided-radiotherapy/real-time-planning> (2015年12月6日アクセス)

外照射放射線治療計画の今 — メーカーの視点

●株式会社バリアンメディカルシステムズ マーケティング部 原 毅弘

バリアンは、放射線治療技術の革新的な発展と共に Clinac® C-series や TrueBeam™ をはじめとした最先端の放射線治療機、患者データ管理システムである ARIA®, そして治療計画装置 Eclipse™ を放射線治療市場へ提供してきた。その中で今回は、Eclipse の最新機能と今後の展望について述べる。

【治療計画の現状】

まず、放射線治療計画がおかれている現状について考える。近年は、定位放射線治療、強度変調放射線治療 (IMRT)、回転型強度変調放射線治療 (VMAT) のように、高精度治療が行われる頻度が増えてきている。これらの技術の発展により、治療の高精度化そして治療時間の短縮化が達成され患者にとって大きなメリットとなっている。反面、これらの治療技術は腫瘍に対して最大限の線量を与えつつ通常臓器を保護するという複雑な治療計画を立案する必要があり、計画立案者にとっては従来のシンプルなコンベンショナル治療計画に比べ時間もかかり負担が増えていることが考えられる。治療計画の複雑化により、例えば、一人の患者に対して複数の計画立案者がいれば立案者の数だけ輪郭描画、治療計画が存在することになる。¹² これらのばらつきを抑えるために近年着目されているのが Knowledge-based (知識ベース) による輪郭描画と計画立案ツールである。Eclipse では、Smart Segmentation® Knowledge-Based Contouring と Rapid Plan™ Knowledge-Based Planning の提供を行っている。

【知識ベースの輪郭描画 Smart Segmentation®】

Smart Segmentation® は、過去の輪郭知識をベースにして輪郭描画を自動で行い、効率的に時間短縮が望める機能であり、腫瘍医の輪郭描画作業を高精度にサポートするツールである。初期搭載症例数は 1,000 を超えておりその全てが各国の放射線腫瘍医・医学物理士の手によって輪郭描画されている。さらに、自施設の輪郭描画を追加登録することが可能となっており、そのデータベースは常に進化し続ける。機能使用時には、自動的に類似症例を検索する機能もあり、登録症例数が多くても選択する時の手間はほとんどかからない。また、解剖アトラス (図 1) も搭載しており、各構造の詳細確認も容易に可能となる。

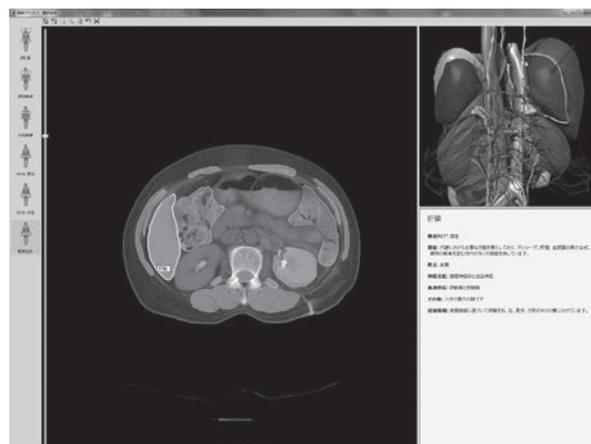


図 1 : 解剖アトラス 腹部 (肝臓)

【知識ベースの治療計画 RapidPlan】

RapidPlan™ (図 2) は IMRT/VMAT/Proton 治療計画に特化し、各患者にとって最適な治療計画を立案するために、過去の知識をベースに患者毎に最適化条件を定義する機能を有している。あらかじめ設定した部位毎の計画モデルを利用することで、過去の臨床治療を応用し効率および品質を大幅に向上させることが可能である。このツールにより治療計画と計画プロセスの標準化の実現が可能となる。計画のばらつきを抑え、計画に要する時間も潜在的に短縮することによって、標準治療の一貫性を保つと同時に患者に合わせた最適な治療計画の提供をサポートする。

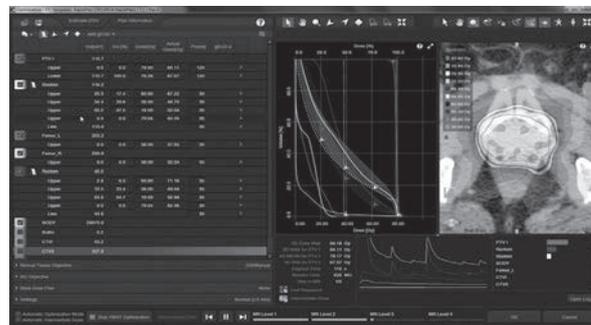


図 2 : RapidPlan optimization 画面

1. RapidPlan の構成

RapidPlan は 2 つのコンポーネントから構成されている。1 つはモデル設定、もう 1 つは DVH 予測である。モデル設定では初期搭載されている Washington

UniversityやCancer Care Manitobaのモデルが含まれており、施設で独自のモデルを作成することも可能となっている。自施設でモデルを作成する場合は、過去の治療計画をもとにRapidPlanにモデルの学習をさせ、部位毎照射技法毎にモデルの登録を行う。登録したモデルを新規患者の治療計画で使用するにより2つ目のコンポーネントであるDVHの予測(図3)を行い、過去の知識にのっとり最適化条件の設定が可能となる。L. Moore⁵によると、予測モデルの臨床利用前後の比較で、利用後の耳下腺中間線量の値のばらつきが低減され、さらに平均線量の低減に成功したという報告がある。

2. RapidPlanのモデル

RapidPlanのモデルは、過去に治療を行った計画を構造セットと線量マトリックスでパラメータ化したものをもととしている。そして、DVH、ターゲットとOARの相関位置関係をベースにしたDistance-to-Target Histogram (DTH)、TargetとOARの重複体積等を解析し、モデルに学習をさせる。モデル構築で最も重要となるのが、モデルに組み込む治療計画である。モデルに組み込む治療計画は多ければ多いほど精度が増すが、その中で重要となるのは、ターゲットと通常臓器位置関係やOptimizationパラメータ、トレードオフ等の情報である。RapidPlanを用いた治療に関する評価と報告は2015年のAAPMにおいて多くが発表されている。³⁴

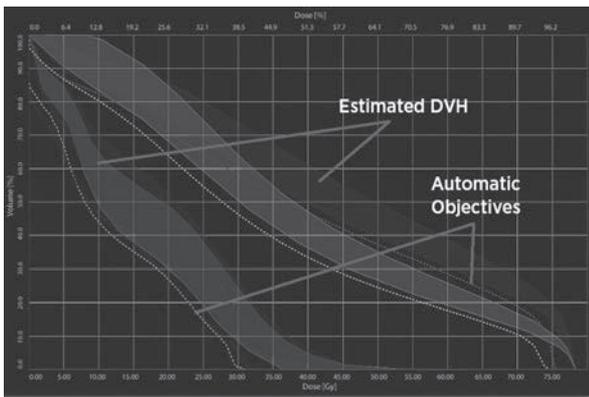


図3：DVHの予測と最適化条件の自動設定

—RapidPlanの実績—

RapidPlanは2013年9月にアトランタで行われたASTROで発表し、2015年までに既に300以上の施設へ販売を行っている。バージョンアップと共に初期搭載モデルが追加され、将来にわたって活用できる機能となっている。

【日本語対応と将来展望】

Eclipseではユーザー毎に言語設定が可能であり、使用者の好みに合わせてソフトウェアを使用することが可能である。初めて使用する場合には、日本語を選択することにより、スムーズに業務が行えるメリットがある。Eclipseの機能は進化し、常に最新治療技法に対応できるツールを提供してきた。日本語対応を実現したことと同じようにユーザの声を重視し、また、Knowledgeガイドによるレビュー機能等、今後も世界のユーザに有用なツールを提供していく。

【参考文献】

1. B.E. Nelms et al, Variation in external beam treatment plan quality: An inter-institutional study of planners and planning systems, PRO 2 296-305 (2012)
2. Y. Cui et al, Contouring variations and the role of atlas in non-small cell lung cancer radiation therapy: Analysis of a multi-institutional preclinical trial planning study, PRO 5 e67-e75 (2015)
3. Snyder K, et al. Development and evaluation of a knowledge-based model for treatment planning of lung cancer patients using stereotactic body radiotherapy (SBRT). AAPM 2015
4. Ma C, Yin Y. The feasibility of using a knowledge base of prior treatment plans in cervical cancer: a dosimetric comparison with original plans. AAPM 2015
5. K.L Moore, et al. , Automated quality control Clinical IMRT planning. Int. J Rad Onc Biol Phys81. 545-51 (2011)