



Monaco IMRTコース

免責事項

- このトレーニング資料で使用されている例と演習は例示のみを目的としたものであり、どのような場合でもElektaが医学的な指示や助言を与える事はありません。
- このトレーニング資料に記載された情報の使用に関する全責任は、患者ケアサービスを提供する医療従事者にあります。



Confidential and Proprietary Information, © 2021 Elekta, Inc. All rights reserved.

Resected Information and Basic Personal Data

Monaco Training IMRT コース

目次

Day1

【5. 最適化の概念と用語 1】10:00～

内容	スライド No.
インバース計画治療法	5-4
輪郭の低減 -非効率を抑制	5-5
Monaco での計画の自動化	5-6
Calculation Properties & Statistical Uncertainty	5-7
ビームスプレッドシート-リンクとフィールドオプション	5-8
ターゲットに対するフィールドマージンを設定するための3つのオプション	5-9
インバースプラン:2 段階プロセス	5-10
Constrained (制約付き)最適化	5-11,12
最適化とボクセル化	5-13
IMRT Constraints ダイアログ	5-14
ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセルの所有権	5-15,16
CF ボクセルの所有権	5-17,18
ワークフロー5 実践演習:IMRT 制約のストラクチャ階層順序とシュリンクプロパティの影響を検討する	5-22

【6. Cost Functions (コスト関数) – Part1】11:00～

内容	スライド No.
生物学的コスト関数と物理的コスト関数	6-4
Target EUD (Equivalent Uniform Dose)	6-5
Target Penalty	6-7
Quadratic Overdose (QO)	6-8
ターゲットの最大線量を制御する QO	6-13
Shrink Margin を使用して線量勾配を制御	6-14
直腸とターゲットの重複領域のホットスポットを制御する QO	6-16
Quadratic Overdose の結果	6-17
ワークフロー6 実践演習:シンプルな VMAT 前立腺計画	6-18
前立腺 目標値	6-19

【7. Cost Functions (コスト関数) – Part2】13:00 ～

内容	スライド No.
ターゲットカバレッジを維持し、OAR を保護する	7-4
Monaco の生物学的コスト関数-パラレル	7-5
パラレル	7-6,7
シリアル	7-8~12
ボクセルベースのツール	7-13
ワークフロー7 実践演習:単純な前立腺計画	7-14
前立腺 目標値	7-15

【8. 最適化の概念と用語 2】14:00～

内容	スライド No.
IMRT 制約ダイアログ	8-4
IMRT 制約ダイアログ – 計画指標	8-5
Constrained Optimization	8-6
IMRT 制約の解釈 – 例 1 – PTV68	8-7
IMRT 制約の解釈 – 例 1 – 膀胱	8-8
IMRT 制約の解釈 – 例 1 – 直腸	8-9
IMRT 制約の解釈 – 例 1 – Patient (体輪郭)	8-10
計画に影響を与えない制約の編集	8-11
Dosimetric Criteria (処方学的基準)	8-12
ワークフロー8 実践演習:DVH および IMRT 制約の操作	8-15
前立腺 目標値	8-16

【9. Cost Functions (コスト関数) – Part3】16:00～

内容	スライド No.
Maximum Dose	9-4
Conformality	9-5
Overdose DVH	9-6
Underdose DVH	9-7
Quadratic Underdose (QU)	9-8
ワークフロー 9 実践練習:シンプルな前立腺計画の続き	9-9
前立腺 目標値	9-10

Day2

【10. VMAT & Sequencing—Part1】9:00～

内容	スライド No.
ステージ1 フルエンス-ビームレットの幅	10-4
プログレスメーター	10-5
VMAT -アーク構成	10-6
VMAT -アーク刻み	10-7
VMAT -スイープシーケンサー	10-8
共通のシーケンシングパラメータ	10-9
共通のシーケンシングパラメータ- SSO	10-10,11
共通のシーケンシングパラメータ-最小セグメント幅	10-12
共通のシーケンシングパラメータ-フルエンススムージング	10-13
VMAT シーケンシングパラメータ-アークの最大数	10-14
ワークフロー10 実践演習:食道計画	10-15
Force ED Vs Fill ED	10-16
ワークフロー10 実践演習: 食道計画	10-17

【11. VMAT & Sequencing—Part2】10:00～

内容	スライド No.
VMAT - Arc Increment の選択	11-4
最大アーク数の選択-Agility MLC	11-6
大きなプランニング体積に対する複数回転	11-7~9
骨盤疾患部位に対する Monaco の複数アークビーム計画の利点	11-10,11
ワークフロー11 実践演習: 食道計画	11-12,13
IMRT のその他のシーケンシングパラメータ	11-15~17
dMLC のシーケンシングパラメータ	11-18,19

【12. H&N および SIB 治療計画のその他のコンセプト】13:00～

内容	スライド No.
低密度領域についての検討	12-4
Clear と Fill	12-5
Clear 機能の制限	12-6,7
Auto Flash	12-8
Auto Flash と Clear の適用方法	12-9
Surface Margin	12-10,11
Quadratic Overdose を使用した Target 線量低下コントロール	12-12,13
SIB 計画時における Variable Shrink Margin の適応	12-14
'Include'のチェックを OFF にする	12-15
Shrink Margin はボクセル全体に適用される – 例 3mm グリッド	12-16,17
Shrink Margin - v5.51 より前に作成されたテンプレート	12-18
H&N 計画演習 –左耳下腺に Multicriterial を適用	12-19~24
H&N 計画演習 –セグメントのレビュー	12-25
ワークフロー12 実践演習: H&N VMAT 計画	12-26
H&N 計画 処方	12-27

【13. Coverage の改善方法】16:00～

内容	スライド No.
Sensitivity Analysis (感度分析)	13-4
Manual Weighting	13-9

改定履歴

版数	発行年月日	改定内容
第1版		初版
第2版	2022年3月8日	<ul style="list-style-type: none">▶5-14 タイトルを修正▶5-15,16 タイトルを修正▶6-5 文字の重なりを修正▶6-5,13,16 画像を変更▶6-19 表の内容を修正▶7-8 文字の重なりを修正▶8-4 タイトルを修正▶8-12 表の内容を修正▶8-12,13 スライド順番入れ替え▶8-14 表の内容を修正▶9-10 表の内容を修正▶10-5 画像の大きさを修正▶10-6 画像を一部変更▶10-9,10,11,12,13 タイトルを修正▶11-8,9 タイトルを修正▶12-8 文章を修正▶12-9 文章を修正▶12-18 タイトルを修正▶12-27 文章を削除

ワークフロー 5

Monaco IMRT/VMAT 計画

最適化の概念と用語

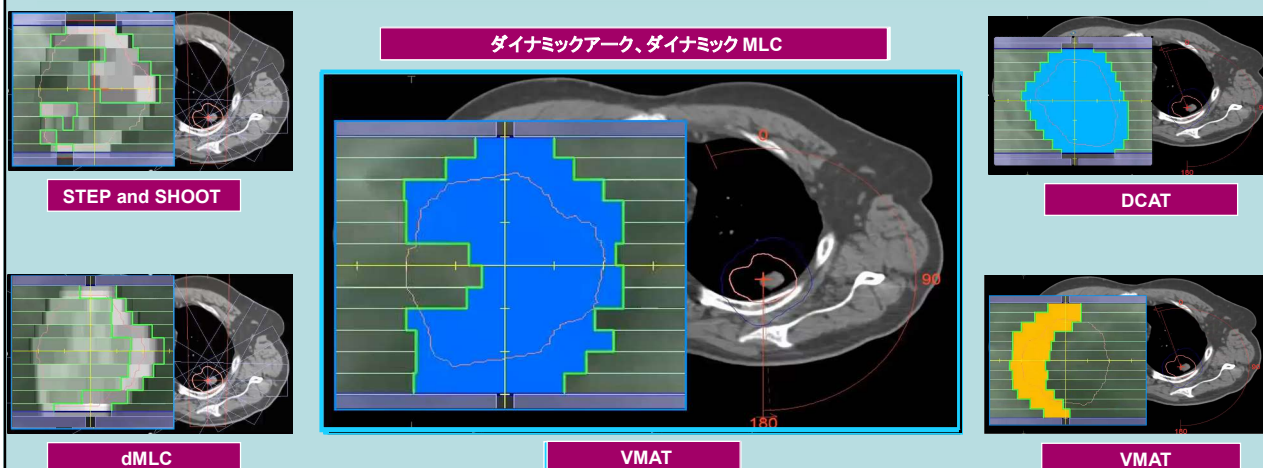
E009469 ¥ 1.0

Monaco最適化概念と目的

Monaco最適化概念と目的

- Monacoで可能な治療法を確認する
- Monacoのインバース計画のための最良な輪郭を理解する
- Monaco計画テンプレートを活用する
- Monaco固有のBeamスプレッドシートオプションを確認する
- Monacoのインバース計画のプロセスを理解する
- Constrained最適化とPareto最適化の違いを理解する
- 階層順序の重要性を理解する

インバース計画治療法



輪郭の低減 – 非効率を抑制



Monaco-11輪郭

スマートツールが以下を可能にする

リング形状輪郭 必要なし

PTVの減算 必要なし

輪郭のセグメント化 必要なし

生物学的コスト関数

回避用輪郭 必要なし

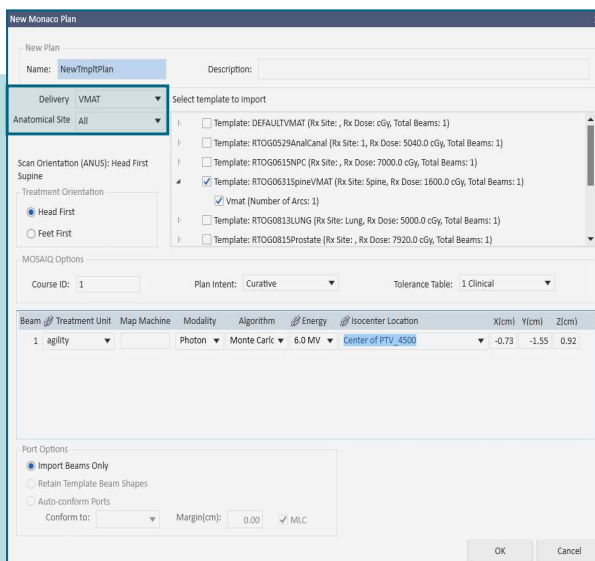
Monacoでの計画の自動化

プランテンプレートは計画を簡素化します

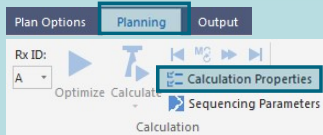
テンプレートに登録できるもの

- ビームパラメータ
- 計算とシーケンシングのパラメータ
- 線量および分割スキーム
- 等線量曲線およびDVH統計
- セットアップフィールドなど

照射タイプと解剖学的部位ごとに保存が可能



Calculation Properties & Statistical Uncertainty



推奨グリッドサイズ

インパースプランにおけるモンテカルロ法(MC)

通常	0.3cm
体積が小さい場合	0.2cm以下

Calculate Dose Deposition to (線量計算の付与):
通常はMedium (組織)

Statistical Uncertainty (統計的不確実性)

Goal

Targetに対して1~1.5%

Per Calculation

計算速度アップ: 計画全体のヒストリーナンバー(試行回数)を推奨1%を推奨(ターゲットに対して約1%の不確実性を許容する)

Per Control Point

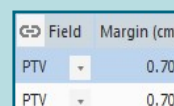
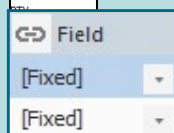
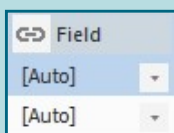
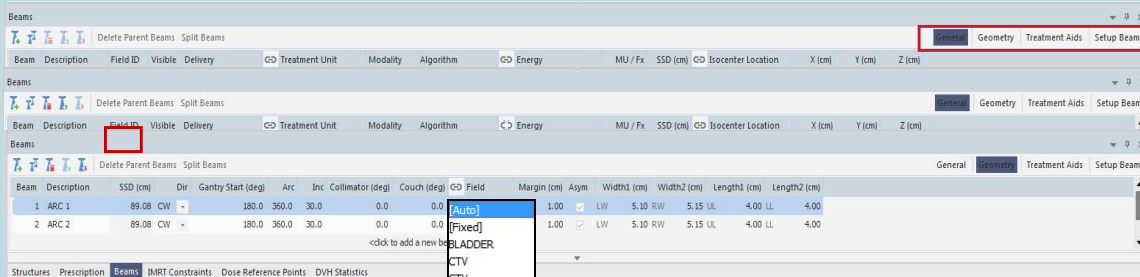
解像度アップ: ボクセルごとの不確かさの割合は、CPの数によって異なる

3~5%: 1~2Arc

2~3%: スタティックIMRT

ビームスプレッドシート - リンクとフィールドオプション

リンクアイコンをクリックして、エネルギー、アイソセンター、Treatment Unit、またはフィールドの複数オプションを選択します



ターゲットに対するフィールド マージンを設定するための 3つのオプション

Auto (自動)
通常の計画に使用される

Fixed (固定)
フィールドサイズを手動で修正するために
使用される
例: Varian治療機でのビーム分割を防ぐ

Structure (ストラクチャ)
1つの計画で複数のターゲットがある場合
どのビームがどのターゲットをカバーするか
を限定できる
例: SRS、複数アイソセンタがある

Field	Margin (cm)
PTV	0.70
PTV	0.70

The screenshot shows the Monaco software interface. At the top, there's a 'Beams' table with columns for Beam, Description, SSD, Dir, Gantry Start, Arc, Inc, Collimator, Couch, GD Field, Margin, Asym, Width1, Width2, Length1, and Length2. Below this, there are three dropdown menus for 'Field' and 'Isocenter Location'. The 'Field' dropdowns are set to 'Target Brown' and 'Target Pink'. The 'Isocenter Location' dropdowns are also set to 'Target Brown' and 'Target Pink'. To the right, there are two axial CT slices showing target contours and beam fields overlaid.

5-9 | Focus where it matters.

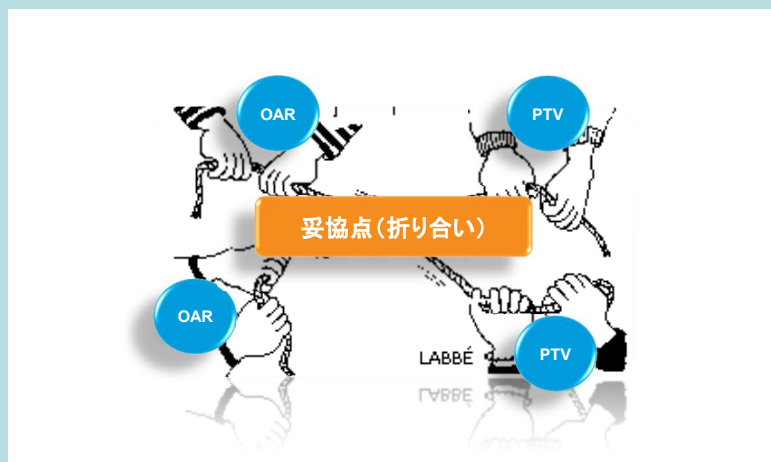
インバースプラン: 2段階プロセス

The screenshot displays the Monaco software interface for an inverse planning process. The top toolbar includes 'Tools', 'Workspace', 'Fusion', 'Output', 'Contouring', 'Plan Options', and 'Planning'. The main workspace shows three views: an axial CT slice with beam fields, a coronal CT slice with beam fields, and a sagittal CT slice with beam fields. A 'Total Volume DVH' plot is visible on the right, showing Volume (%) vs. Dose (Gy). At the bottom, there's a table for 'IMRT Constraints'.

Structure	Cost Function	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference D...	Multic...	Power Law Ex...	Shrink Marg...	Isoconstraint	IsoEffect	Relative Impact	
PTV_68	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	0.0	++++	
Bladder	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	7000.0			4.00	70.0	0.0	++++	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	4000.0			3.00	33.00	0.00	++++	
Rectum	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	5000.0				22.00	0.00	++++	
BODY	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	6300.0				0.20	20.0	0.0	++++
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	5400.0				0.60	30.0	0.0	++++

5-10 | Focus where it matters.

Constrained (制約付き) 最適化

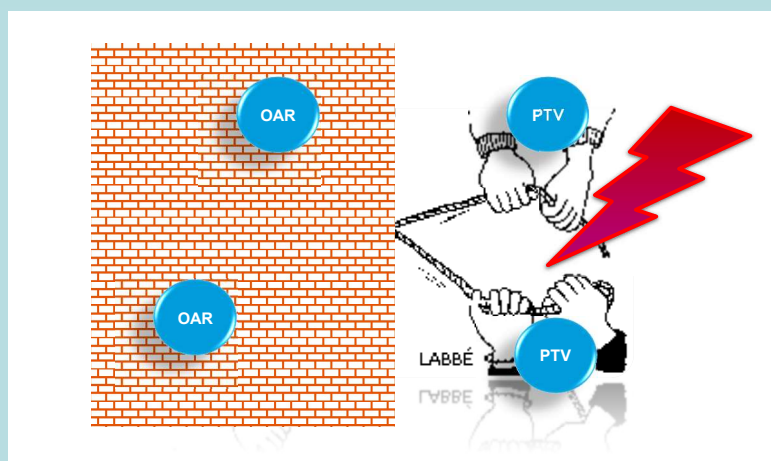


5-11 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



Constrained (制約付き) 最適化

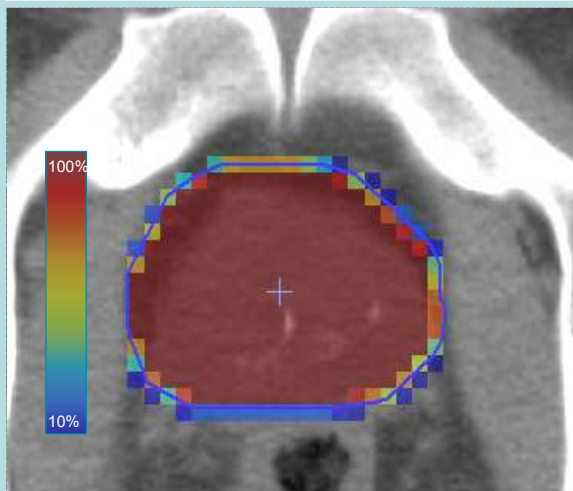


5-12 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



最適化とボクセル化



最適化はボクセル化を活用します

ボクセル=グリッドサイズ

線量はボクセルごとに計算されます

表面のボクセルは部分ボクセルと見なされ、DVH生成のためにスーパーサンプリングされます(GTピクセルサイズまたは1mmのいずれか小さい方)

DVH統計の最終計算には、1mmに補間された従来の線量グリッドを使用します(デフォルトのテンプレートに保存されています)

5-13 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

IMRT Constraintsダイアログ

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (c...	Shrink Margi...	Isoconstraint
PTV_68	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00			6800.0
Rectum	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0		50.0
	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	7.54	6000.0	0.00	8.00
Bladder	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.04	7000.0		5.0
	Serial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.07	7000.0		5.0
BODY	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.98		0.30	4600.0
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6750.0	0.00	10.0
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	0.30	10.0
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5500.0	0.60	20.0
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.58			7300.0

Target EUD

Target Penalty

Quadratic Overdose

Parallel

Serial

Overdose DVH

Underdose DVH

Maximum Dose

Quadratic Underdose

Conformality



2つの最適化モード - ParetoとConstrained

Paretoを選ぶとPTVは制約、OARは目標として取り扱います



Constrainedを選ぶとPTVは目標、OARは制約として取り扱います

ボクセル所有権には階層化ストラクチャ規則(一般的に内側から外側)があります

最大32個のストラクチャ(強制密度のストラクチャを含む)を持つことができます

各ストラクチャに必要な数のコスト関数(CF)を追加します

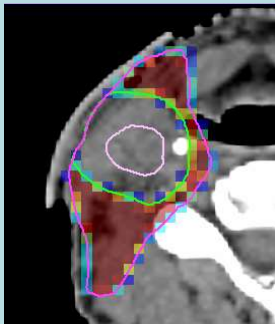
5-14 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセル所有権

シュリンクマージンについて



Structure	Cost Function	Reference Dose (cGy)	Shrink Margin (...)
GTV	Target Penalty		0.00
PTV70Gy	Target Penalty	7100.0	0.00
PTV63Gy	Target Penalty	6400.0	0.00
	Quadratic Overdose		0.00

従来の計画システムでは、これら3つのTargetを最適化するために追加の計画用ストラクチャを作成する必要がある場合があります。

例: PTV70 – GTV
PTV63 – PTV70

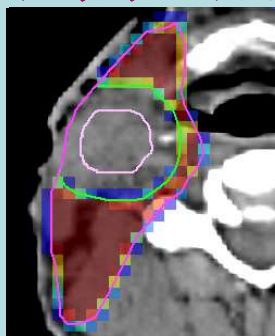
Monacoでは、Cost Functionプロパティに0cmの「シュリンクマージン」を適用するだけです。

PTV63Gy Properties

Structure Name	Include	Margin (cm)
GTV	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV70Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセル所有権

シュリンクマージンについて



Target Penalty@USSL39Q/MH2 - (Adapt, AdapthN, Demo, CT2, NewImp...)

Required Parameters

Prescription (cGy): 7050.0

Minimum Volume (%): 95.00

Optional Physical Parameters

Surface Margin:

Structure Name	Include	Margin (cm)
GTV	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

Structure Name	Include	Margin (cm)
GTV	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV70Gy	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

GTV は階層順序では最上位です。したがって、シュリンクマージンオプションはありません。

PTV70GyはGTVからのみシュリンクマージンが可能です。

PTV63GyはGTVとPTV70Gyからシュリンクマージンが可能です。

理由
PTV70GyとGTVは、PTV63Gyよりも階層順序が上位だからです。

CFボクセルの所有権

ストラクチャ階層と シュリンクマージン

例えば Brainstem (脳幹) は Brain (脳) ス
ストラクチャの内側にあります。



IMRT Constraints				
Pareto				
Constrained				
IMRT Parameters				
Structure	Cost Function	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect
■ GTV	- Target Penalty		1850.0	0.0
■ BrainStem	- Serial		3000.0	0.0
■ Brain	- Serial	0.00	1000.0	0.0
■ BODY	- Maximum Dose		3200.0	0.0

5-17 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



CFボクセルの所有権

ストラクチャ階層と シュリンクマージン

誤った階層順序と解決方法



IMRT Constraints				
Pareto				
Constrained				
IMRT Parameters				
Structure	Cost Function	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect
■ GTV	- Target Penalty		1850.0	0.0
■ Brain	- Serial	0.00	1000.0	0.0
■ BrainStem	- Serial		3000.0	0.0
■ BODY	- Maximum Dose		3200.0	0.0

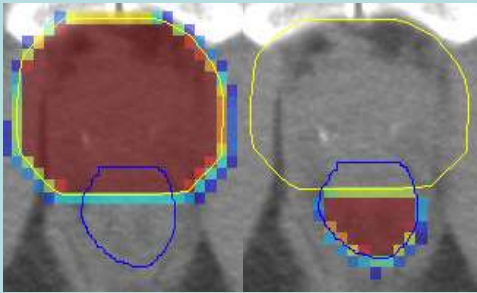
5-18 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセル所有権

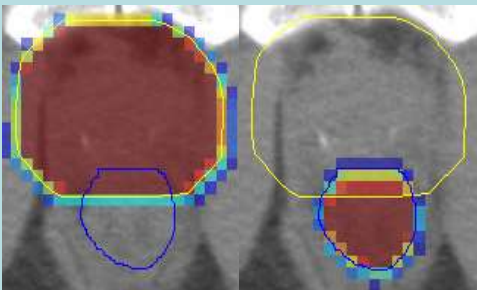
この例ではPTV CFは、PTV全体に適用され、直腸CFはRECTUM – PTVに適用されます。
正しい階層順序は？



- A** PTV RECTUM
- B** RECTUM PTV
- C** PTV RECTUM Or RECTUM PTV

ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセル所有権

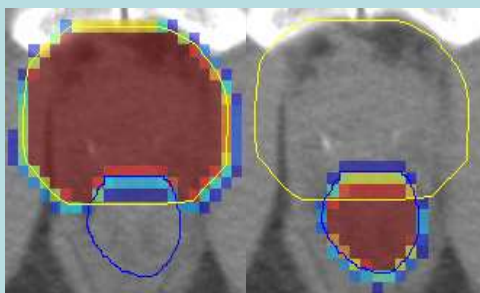
この例では、PTV CFと直腸CFは、重複領域のボクセルを共有しています。
正しい階層順序は？



- A** PTV RECTUM
- B** RECTUM PTV
- C** PTV RECTUM Or RECTUM PTV

ストラクチャ階層とシュリンクマージンを使用したボクセル所有権

この例では、PTV CFはPTV – RECTUMにのみ適用され、直腸CFは直腸全体に適用されます。正しい階層順序は？



A PTV RECTUM

B RECTUM PTV

C PTV RECTUM Or RECTUM PTV

ワークフロー5 実践演習：IMRT制約のストラクチャ階層順序とシュリンクプロパティの影響を検討する

1. FusionProstateをロードします-テンプレートRTOG0815Prostateを使用して新しい計画を開始します。
2. Treatment Unitを選択します。(例 VersaHD、6MV、アイソセンタはPTV1の中心)
3. セルが赤の場合、トレランステーブルを選択します。
4. ストラクチャのマッピングを行います。(テンプレートに保存されているストラクチャは、現在の患者と一致しない場合があります。)
5. メッセージ(タスクバーに赤いエラーメッセージ)が出たら、Rxサイト(治療部位)を入力します。
6. IMRT制約からPenile Bulb (尿道球)を削除します。(タスクバーの「構造名の不一致」の赤字のエラーメッセージ)
7. グリッドボリュームツールバーのCF Occupancy(CF占有)ツールを使用して、各CFのボクセル所有権を把握します。
ストラクチャのボクセルを分離し、特定のCFに割り当てる方法と、重複領域のボクセルを共有する方法を理解します。
 - PTV、Rectum、およびPatientのコスト関数の所有権を確認します。
 - マウス右クリックメニューからCFプロパティのシュリンクマージンオプションを変更します。
 - RectumをPTVの上に移動して繰り返します。

メモ: 制約CFと目的CFを除いて、階層化は優先順位付けの唯一の形式です

ワークフロー 6

Monaco IMRT/VMAT 計画

Cost Functions (コスト関数) パート1-Targets と Quadratic Overdose

COST FUNCTION (コスト関数): 特定のアクションまたは特定のレベルの出力に関連するコストを予測するために使用される数学的公式

E009469 ¥ 01

Cost Functions (コスト関数) パート1 - 目的

Cost Functions (コスト関数) パート1 - 目的

テンプレートから簡単なIMRTプランを作成する

計画で、次のIMRTコスト関数の機能を使用します

ターゲットベースのコスト関数

Quadratic Overdose(二次過量照射) - 最大線量を制御する

Quadratic Overdose(二次過量照射) - ターゲットの適合性を制御する

Quadratic Overdose(二次過量照射) - ターゲットとOARの間の重複領域で線量を制御する

コスト関数のボクセル所有権を制御する

CF Occupancy(CF占有) ツールを使用してボクセルの所有権を確認する

実践演習: 簡単なVMAT前立腺計画

生物学的コスト関数と物理的コスト関数

Add Cost Function ▶	Target EUD
Properties	Target Penalty
Remove Structure	Quadratic Overdose
	Parallel
	Serial
	Overdose DVH
	Underdose DVH
	Maximum Dose
	Quadratic Underdose
	Conformality



Target EUD (Equivalent Uniform Dose)



Target EUD@INC-Mon551-024 - (AdaptiProstate, Prostate[®] One, CT1, N...

Required Parameters

Prescription (cGy): 3600.0

Cell Sensitivity: 0.50

Optional Physical Parameters

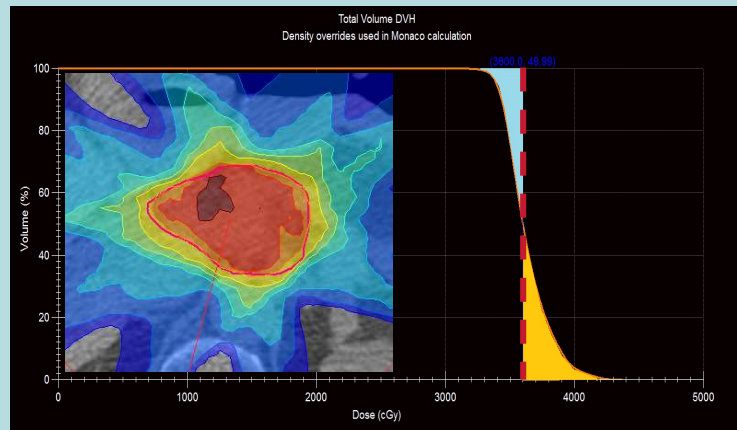
Surface Margin:

Close

等価均一線量

腫瘍に均質に照射された場合の吸収線量によるクローン原性細胞生存数の平均は、不均質な照射の場合と同等になります。

同じ放射線生物学的影響を引き起こす場合、2つの線量分布は同等であると想定します。



6-5 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



Target EUD – Cell Sensitivity



Target EUD@USS139QYMH2 - (SBRTLung, SBRTLung, Demo, CTRLung, ...)

Required Parameters

Prescription (cGy): 5000.0

Cell Sensitivity: 0.50

Optional Physical Parameters

Surface Margin:

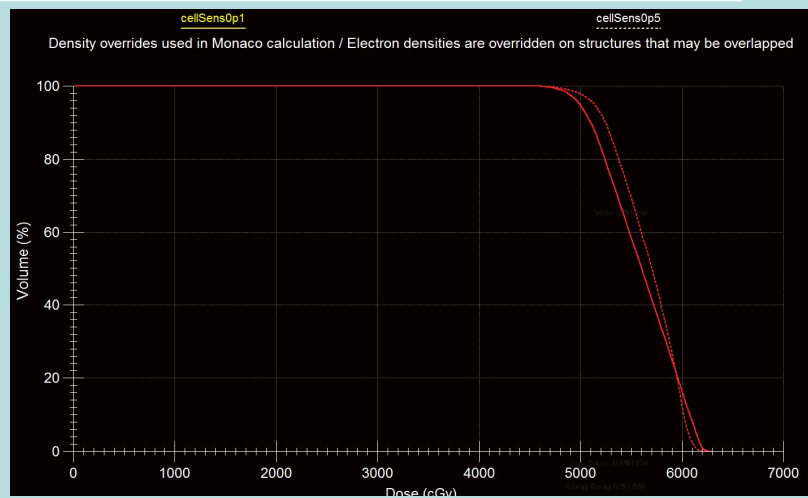
Cell Sensitivity (細胞感度):

0.1 – 1.0

↑細胞感受性

↑コールドスポットへのペナルティ

0.5から始める



6-6 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



Target Penalty



Target Penalty@INC-Mon551-024 - [AdaptProstate, Prostate One, CT...]

Required Parameters

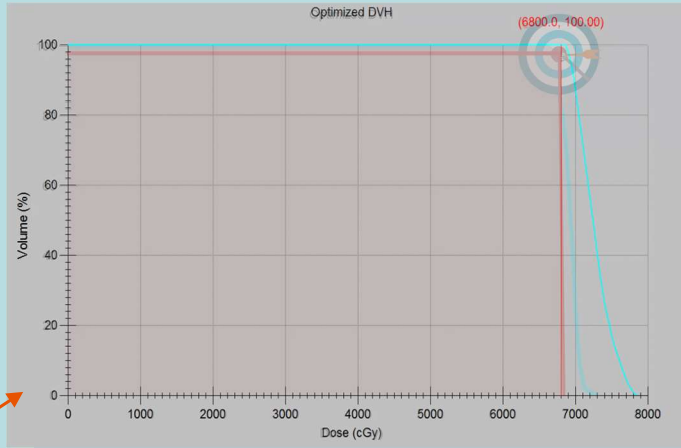
Prescription (cGy): 6800.0

Minimum Volume (%): 97.00

Optional Physical Parameters

Surface Margin:

Close



6-7 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



Quadratic Overdose (QO)



Quadratic Overdose@TC01 - [002441TRN, Prostate_Bed^TG244, Prostate,...]

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7000.0

RMS Dose Excess (cGy): 68.0

Shrink Structures

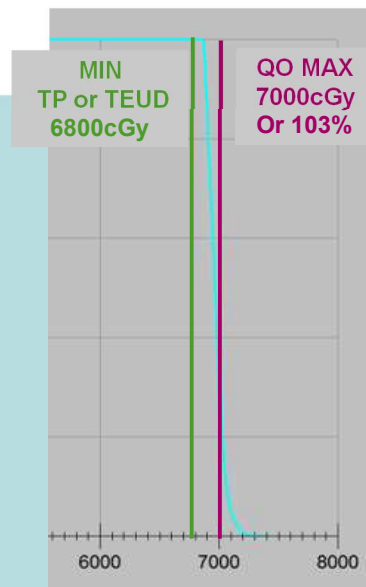
Structure Name Include Margin (cm)

prostate_bed

Close

許容範囲のある最大線量
RMS = 二乗平均平方根

厳密な最大線量より優れている-より多くの実行可能なソリューション



6-8 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



Quadratic Overdose (QO) – RMS

16ボクセルの単純なターゲット



Quadratic Overdose@INC-Mon551-024 - [AdaptProstate, Prostate^O...

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7000.0

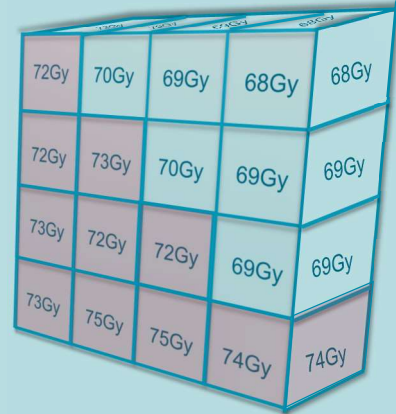
RMS Dose Excess (cGy): 200.0

最大許容線量未満のボクセルのCFへの寄与= 0

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum D(x)^2}{n}} = \sqrt{\frac{(5^2 \times 2) + (4^2 \times 1) + (3^2 \times 3) + (2^2 \times 4)}{16}} = 2.6$$

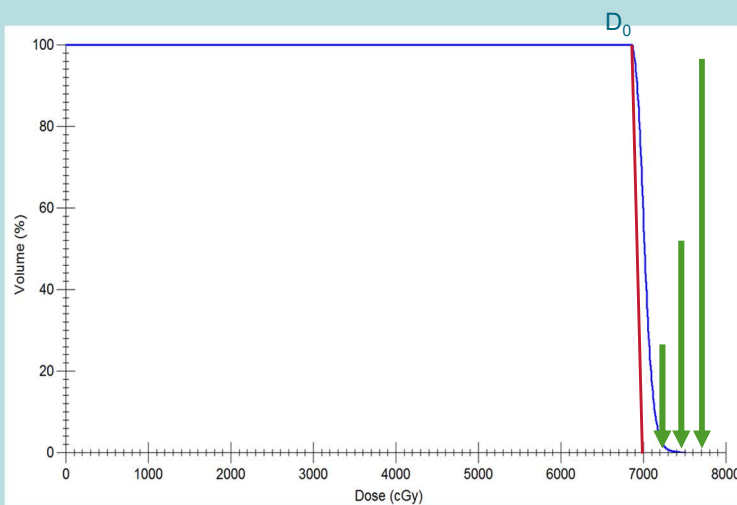
2.6 Gy (72.6Gy) > 2Gy RMS

最適化ツールは、超過分を2Gyに下げのために引き続き機能します。



過剰線量ボクセル

Quadratic Overdose – RMS Penalty



Quadratic Overdose@INC-Mon551-024 - [AdaptProstate, Prostate^O...

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7000.0

RMS Dose Excess (cGy): 200.0

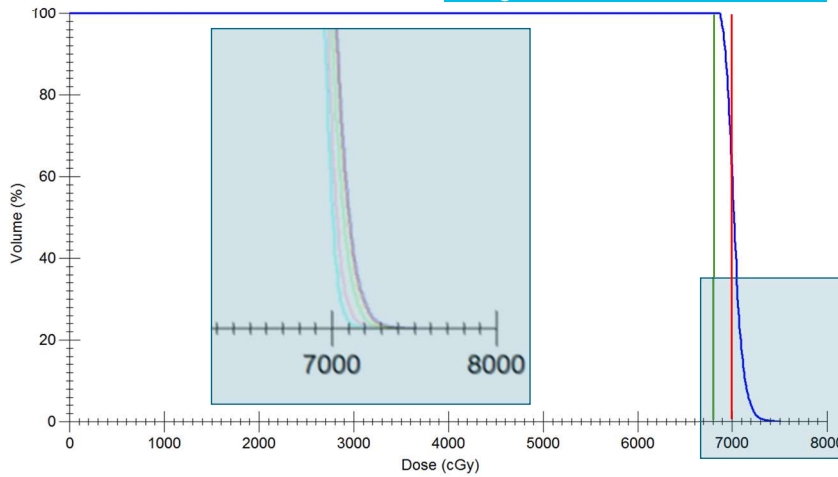
ペナルティの数は、最大線量 D_0 を超えると二次的に増加します

総ペナルティは、線量ビンあたりのペナルティに線量ビンの体積を掛けたものの合計です。

Quadratic Overdose (QO) – RMS



Target dose 6800 QO 7000 Max



6-11 | Focus where it matters.

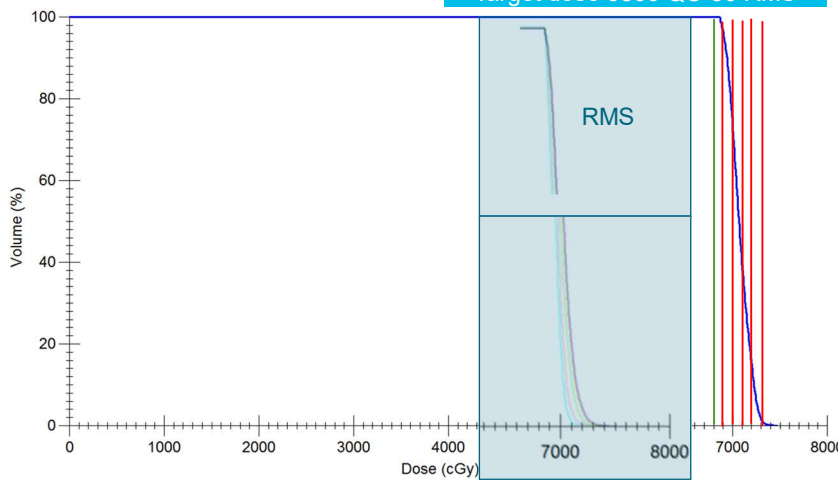
Restricted Information and Basic Personal Data



Quadratic Overdose (QO) – 最大線量



Target dose 6800 QO 30 RMS



6-12 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



ターゲットの最大線量を制御するQO



Quadratic Overdose@TC01 - [002441TRN, Prostate_Bed^TG244, Prostate,...]

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7000.0

RMS Dose Excess (cGy): 68.0

TDの約102~104% (単純~複雑)

0.5 ~ 1.0% x TD (単純なターゲット)
1.0 ~ 1.5% x TD (複雑なターゲット)

単純なターゲット=単一のターゲット、または簡単に満たされた制約

複雑なターゲット = 厳しいOAR制約/高度な変調を伴う複雑なターゲット形状、または、より高い線量レベルを他のターゲットが包含しているため、すでに高線量域を有するターゲット

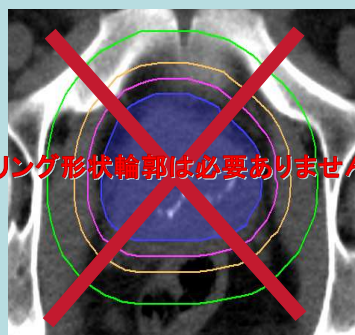
より多くの線量を許可すると、システムがより幅広いソリューションを見つけることができるようになるため、ターゲットカバレッジを改善できます。

Shrink Marginを使用して線量勾配を制御

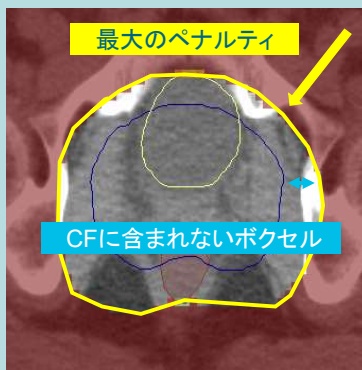
Shrink MarginsはCost Function (コスト関数) で適用されます



従来の方法

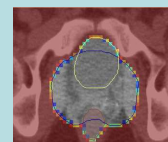


9mm Shrink Margin

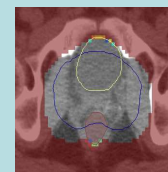


CF Occupancy ツールで表示

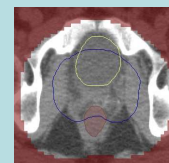
任意のサイズの Shrink Margin



0 mm Shrink

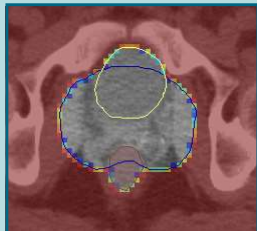


6mm Shrink



24mm Shrink

Shrink Marginを使用して線量勾配を制御 – 単一ターゲット



0mm Shrink



3mm Shrink



6mm Shrink

基準線量

- 1番目: 処方線量 0mm
 - 2番目: 処方線量の約10%減 3mm
 - 3番目: 処方線量の約20%減 6mm
- 必要に応じてさらに追加できます

Shrink

0mm

3mm

6mm

IMRT Constraints

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV_68	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6880.9	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	7000.0				200.0	122.0	++
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	18.0	++++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	33.2	+++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	40.6	++++

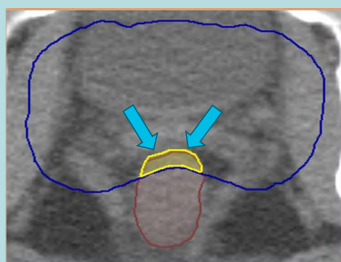
<click to add a new structure>

6-15 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



直腸とターゲットの重複領域のホットスポットを制御するQO



TDの102%超
RMS: 約5cGy

Quadratic Overdose@USS139QYMH2 - [002441TRN, Prostate_Bed^TG24...

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 7000.0

RMS Dose Excess (cGy): 5.0

Optional Physical Parameters

Multicriterial:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV_68	<input type="checkbox"/>	

Close

IMRT Constraints

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV_68	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6880.9	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	7000.0				200.0	122.0	++
RECTUM	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	7000.0	<input type="checkbox"/>		No Shrink	5.0	0.0	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	18.0	++++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	33.2	+++
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.10	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	40.6	++++

<click to add a new structure>

6-16 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



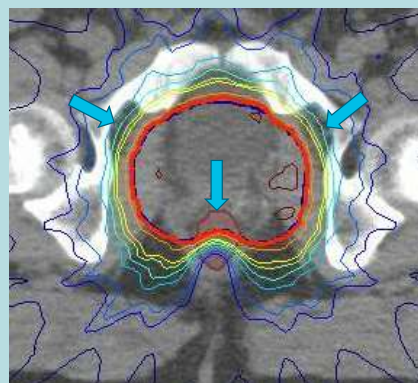
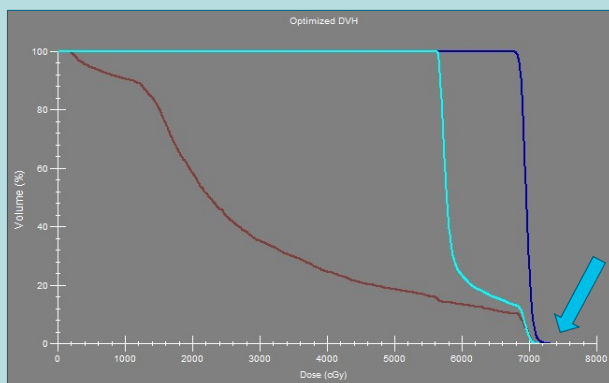
Quadratic Overdose の結果



低い最大線量

良好な線量勾配

Rectumと重複する領域でホットスポットはありません



6-17 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

ワークフロー6 実践演習: シンプルなVMAT前立腺計画

患者ID 002441TRNを使用 - PTV 68Gy / 34分割

1. デフォルトのVMATプランテンプレートを使用する
2. ターゲットにTarget Penaltyを適用する
3. 線量制約としてQuadratic overdoseをターゲットに適用します
4. 3つのQuadratic overdoseに適切なShrink Marginを適用して、コンフォーマルな計画を作成します
5. 前立腺と直腸の重複領域に線量制約のQuadratic overdoseを適用します
6. CF occupancy (CF占有率)を使用して制約のボクセル化を表示し、階層順序とShrink Marginが適切に適用されていることを確認します。

6-18 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

前立腺 目標值

輪郭名	目標值
PTV 68	D95% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Prostate Bed	D99% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Rectum	V68Gy < 10% V65Gy < 15% V40Gy < 30%
Bladder	V65 < 20% V40 < 50%

ワークフロー 7

Monaco IMRT/VMAT 計画

Cost Functions(コスト関数)パート2 – シリアルとパラレル

COST FUNCTION(コスト関数): 特定のアクションまたは特定のレベルの出力に関連するコストを予測するために使用される数学的公式

E009469 ¥ 1.0

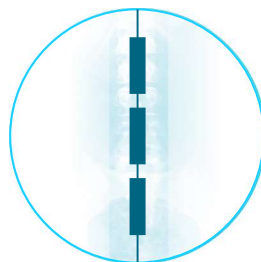
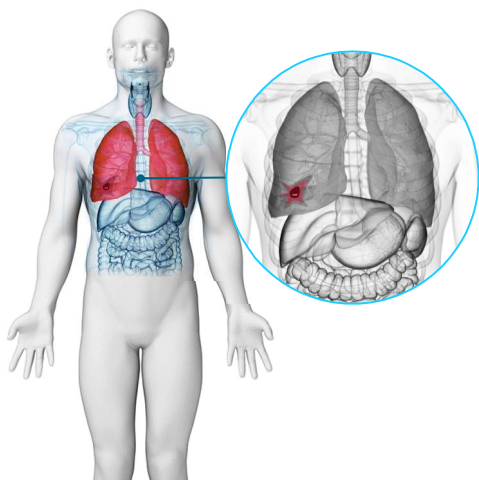
Cost Function(コスト関数)パート2 – 目的

Cost Function(コスト関数)パート2 – 目的

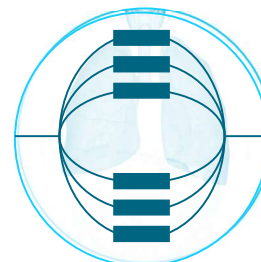
- シリアルおよびパラレルのコスト関数の適用方法を説明する
- OARにシリアル制約とパラレル制約を適用する
- 適切なPower Law Exponent(べき乗指数)を選択する
- コスト関数[Variation(変動)]ツールを操作する
- 実践演習–単純な前立腺計画の続き

ターゲットカバレッジを維持し、OARを保護する

Monacolは生物学的制約を使用してストラクチャの優先順位を定義します



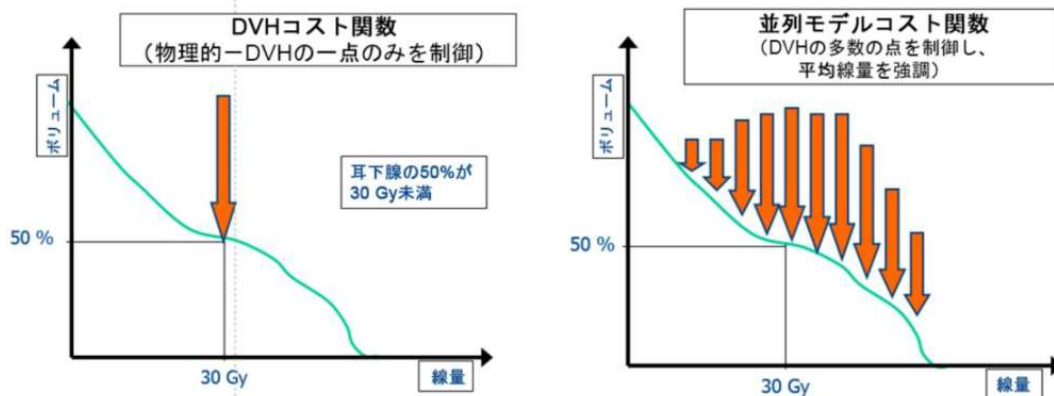
シリアル:一箇所の損傷が臓器への完全な損傷を引き起こします



パラレル:1部分が損傷しても臓器の残りの部分が補う

Monacoの生物学的コスト関数-パラレル

パラレル生物学的制約とDVHポイント制約との比較



7-5 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



パラレル

Power Law Exponent 1~4

Parallel@USSL39QYMH2 - [002445TRN]

Required Parameters

Reference Dose (cGy): 2000.0

Mean Organ Damage (%): 20.00

Power Law Exponent: 1 - 4

Optional Physical Parameters

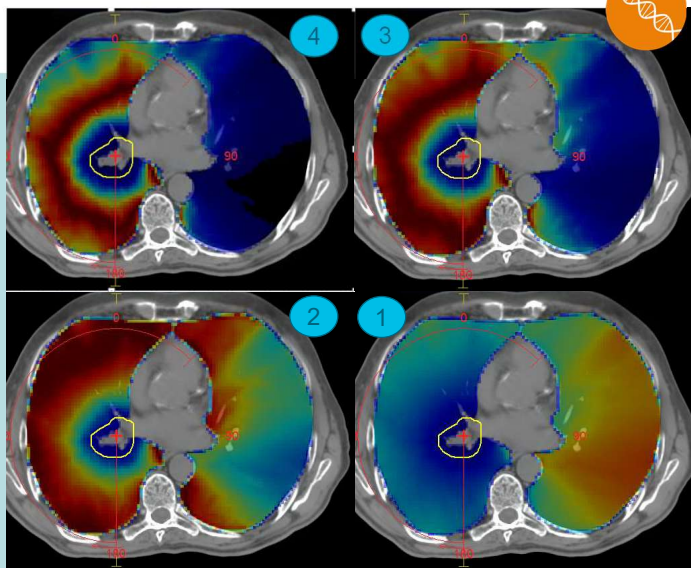
Multicriterial:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV70	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV63	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV56	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
Higher-Priority OARs	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

Close

画像はコスト関数Variationツールを使用



7-6 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



パラレル

Power Law Exponent 1~4

Parallel@USSL39QYMH2 - [002445TRN]

Required Parameters

処方
例えばV20 < 20%

Reference Dose (cGy): 2000.0
Mean Organ Damage (%): 20.00
Power Law Exponent: 1 - 4

Optional Physical Parameters

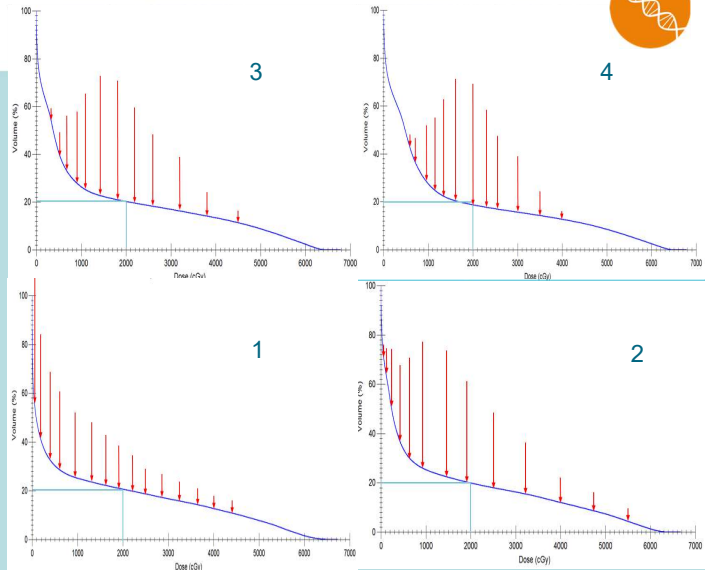
Multicriterial:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV70	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV63	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
PTV56	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00
Higher-Priority OARs	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

Close

画像はコスト関数Variationツールを使用



7-7 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



シリアル - EUD

Serial@USSL39QYMH2 - [002445TRN, Head_and_Neck^TG244, HN...]

Required Parameters

Equivalent Uniform Dose (cGy): 3400.0
Power Law Exponent: 14.00

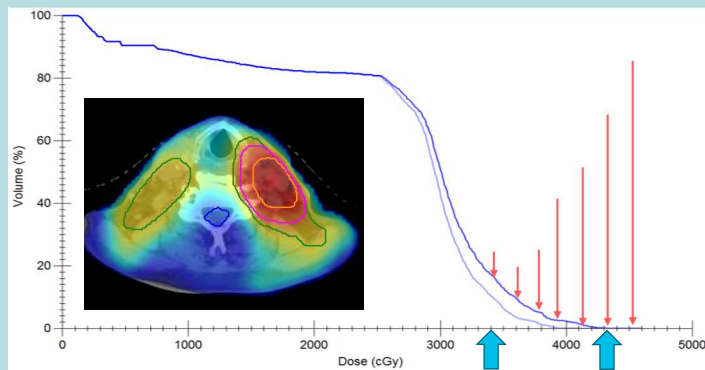
Optional Physical Parameters

Multicriterial:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV70	<input type="checkbox"/>	
PTV63	<input type="checkbox"/>	
PTV56	<input type="checkbox"/>	

Close



OARで使用し最大線量を制御します

シリアルのEUDを2Gy下げると最大線量がおおよそ2Gy下がる

7-8 | Focus where it matters.

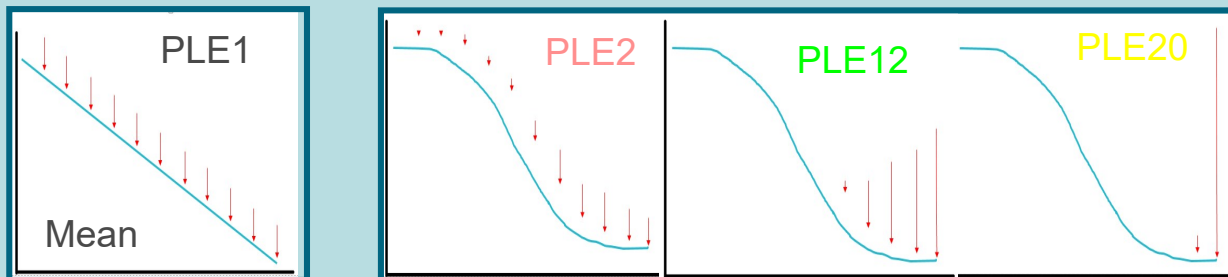
Restricted Information and Basic Personal Data



シリアル - Power Law Exponent (PLE)



シリアルと Power Law Exponent (べき乗指数) – 範囲 1~20



シリアル: 1 = 平均 シリアル: 2~20 (最大線量に使用する場合は12-16を試してください)

シリアルと EUD



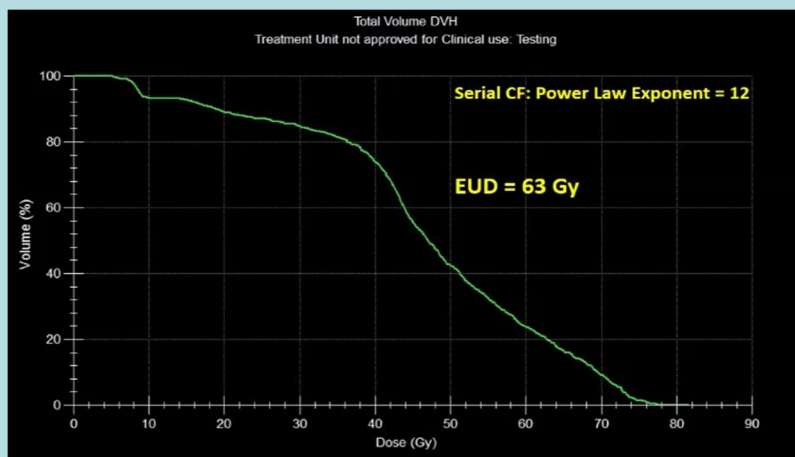
PLEを維持して
EUDを変更する

Serial@USSL39QYMH2 - [002445TRN, Head_and_Neck^TG244, HN...]

Required Parameters

Equivalent Uniform Dose (cGy):

Power Law Exponent: 12.00



シリアルと Power Law Exponent (PLE)



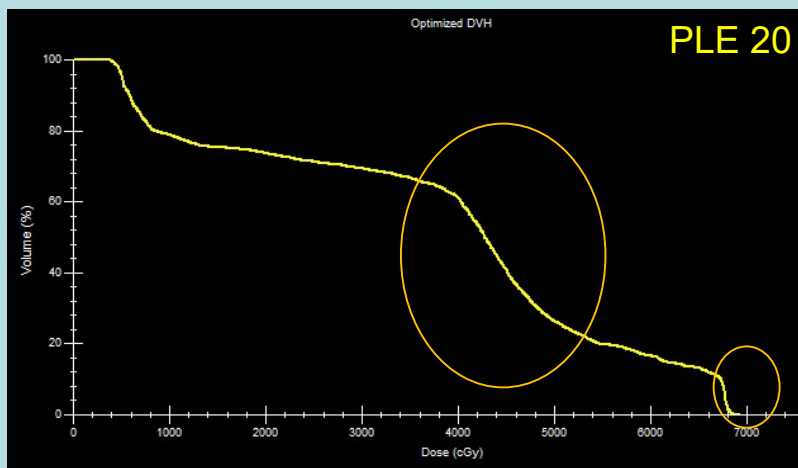
EUD維持して
Power Law Exponent
を1と20に変更する

Serial@USSL39QYMH2 - [002445TRN, Head_and_Neck^TG244, HN...]

Required Parameters

Equivalent Uniform Dose (cGy): 6500.0

Power Law Exponent: 1 - 20



7-11 | Focus where it matters

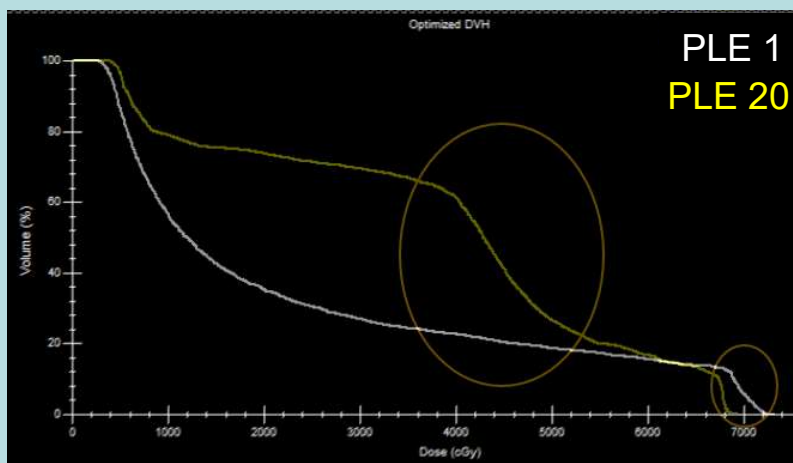
Restricted Information and Basic Personal Data



シリアルと Power Law Exponent (PLE)



EUD維持して
Power Law Exponent
を1と20に変更する



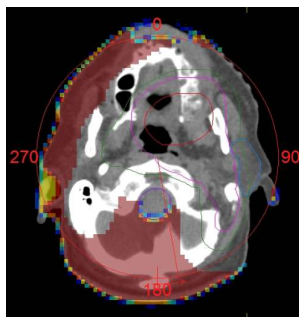
7-12 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



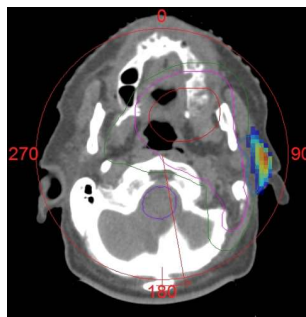
ボクセルベースのツール

Monacoでは、どのボクセルが影響を受けるかが目視化できます



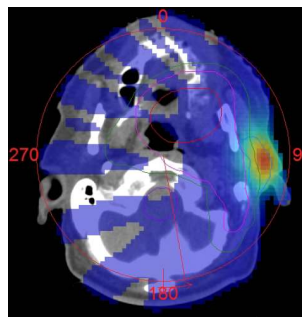
CF Occupancy

制約によって使用されるボクセル



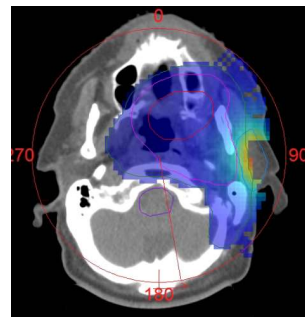
Variation

制約によって最も影響を受けるボクセル



Relax Response

制約を緩和すると影響を受けるボクセル



CF Sensitivity

制約によって影響を受けるターゲットのボクセル

★ DVHと線量ベースの評価だけでなく、空間情報も提供するMonaco独自の機能

7-13 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

ワークフロー7 実践演習: 単純な前立腺計画

1. 直腸および膀胱にシリアルおよびパラレル制約を適用します
2. CF occupancy (CF占有) ツールを使用してコスト関数を確認する
3. ステージ1で最適化する
4. Grid volume ツールバーのVariation ツールを使用して、どのボクセルが使用されているかを確認する

7-14 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

前立腺 目標値

輪郭名	目標値
PTV 68	D95% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Prostate Bed	D99% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Rectum	V68Gy < 10% V65Gy < 15% V40Gy < 30%
Bladder	V65 < 20% V40 < 50%

ワークフロー 8

Monaco IMRT/VMAT 治療計画

最適化の概念と用語2

E009469 ¥ 01

最適化の概念と用語2 – 目的

最適化の概念と用語2 – 目的

[IMRT制約]ダイアログボックスのプロパティと機能を確認する

Constrained (制約付き) 最適化の原理を説明する

IMRTダイアログボックス指標を解釈する

適切な計画レビュー機能を活用する

実践演習-DVHおよびIMRT制約の操作

IMRT制約ダイアログ

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin L.	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV_58	Target Penalty		<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4	
	Quadratic Overdose		<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0					70.0	55.5
RECTUM	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9	
	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01					7375.0	7317.5	
	Conformality	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03		<input type="checkbox"/>			0.80	0.78	+++

<click to add a new structure>

[Delete] コスト関数の削除

[Enable (有効)] になっていないストラクチャであっても、階層化ストラクチャで定義されたボクセルを依然として占有します。

[Status] = [On] – 最適化ツールによって処理されます。

= [Off] – [Enable (有効)] になっていないストラクチャであっても、最適化ツールによって処理されますが、最適化ツールはこれらに強く影響しません

= [Infeasible (達成不可能)] – 制約が達成できません。

= [Offending (違反)] – 制約値が不当です。

[Manual] チェックが外れているときは最適化ツールが [Weight] を制御します

チェックを付けるとユーザが手で [Weight] を制御できる



IMRT制約ダイアログ – 計画指標

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (mm)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTY_58	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0				70.0	55.5	
RECTUM	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01					7375.0	7317.5	
	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03					0.80	0.78	+++

Isoconstraint : 達成したい線量制約値です。

Isoeffect : 結果として得られる線量値または体積に対する割合(%)です。

Constraint Optimizationを用いると Isoconstraintは線量制限するコスト関数で常に達成されます。

Relative Impact :

0 ~ ++++の指標は、任意のある時点でCFがどれだけ厳しく作業しているかを示しています。

Weight は、CFが他のすべてのCFと比較して、どれだけ難解であるかを示しています。 範囲 0.01 ~ 10000

Constrained Optimization

Constrained モード
ターゲットは 目的です
OARは制約です

1次制約

- 目標は常に達成されます
- Serial, Parallel, Quadratic Overdose, Max Dose, Overdose DVH, Conformality

1次目的

- 1次または2次の制約によって妨げられない限り、目標は達成されます
- Target EUD, Target Penalty

2次制約

- 目標は1次制約の後に達成されます。
- Quadratic Under Dose, Under Dose DVH

2次目的

- 制約によって妨げられず1次目的が達成された場合、制約(OAR)の線量低減の改善を試みます
- 「Multi Criterial」オプションのあるコスト関数

IMRT制約の解釈 – 例1 – PTV68

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (mm)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact	
PTV_68	Target Penalty		<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4		
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0				70.0	55.5		
RECTUM	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9		
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>			0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>			0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>			0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01						7375.0	7317.5	
	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03		<input type="checkbox"/>				0.80	0.78	+++

評価の順序

Isoeffect
Weight
Relative Impact

[PTV68] [Target Penalty]
[Quadratic Overdose]

- 線量は達成されている
- Isoeffect > Isoconstraint
- 簡単に達成されている
- Isoeffect < Isoconstraint
- [Weight] = 開始値(OARは0.01、ターゲットは1.0)
- [Relative Impact] 無し

8-7 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



IMRT制約の解釈 – 例1 – 膀胱

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (mm)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact	
PTV_68	Target Penalty		<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4		
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0				70.0	55.5		
RECTUM	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9		
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>		4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>			0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>			0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>			0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01						7375.0	7317.5	
	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03		<input type="checkbox"/>				0.80	0.78	+++

評価の順序

Isoeffect
Weight
Relative Impact

[Bladder(膀胱)] [Parallel 1と2] – [Isoeffect] < [Isoconstraint] – [Weight]: 増加なし [Relative Impact]: なし
システムは要求よりも線量を下げました。 – これは正常です。

解釈 – [Weight] が開始値で、[Relative Impact] も ++ (2 つ) 以下

– 線量を5%下げて再評価する(つまり、IsoeffectよりもIsoconstraintを5%低くします)

変調が増加し、セグメンテーションが不十分になる可能性があるため、全てのOARの線量を下げることができない

8-8 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



IMRT制約の解釈 – 例1 – 直腸

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV_68	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0				70.0	55.5	
RECTUM	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01					7375.0	7317.5	
	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03		<input type="checkbox"/>			0.80	0.78	+++

評価の順序

Isoeffect
Weight
Relative Impact

[Rectum(直腸)] [Parallel] – [Relative Impact]は++++(4つ)、[Weight]は低い、[Isoeffect]<[Isoconstraint]。
この時点から、線量を低くすると、線量が減少し始めます。
[Relative Impact]は++++(4つ)、[Weight]は低値、3%は簡単に達成できると想定します。5%も達成可能です。
[Quadratic Overdose] – [Relative Impact]は無し、[Weight]は初期値(0.01), Isoeffect < Isoconstraint = 比較的簡単
これは重複制約です-ステージ2の終了時に必要に応じて調整します。

8-9 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



IMRT制約の解釈 – 例1 – Patient(体輪郭)

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV_68	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6800.0	6872.4	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0				70.0	55.5	
RECTUM	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	7000.0	<input type="checkbox"/>			5.0	3.9	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.09	5000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		22.00	19.52	++++
BLADDER	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	4000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		33.00	19.57	
	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>	4.00		17.00	9.62	
patient	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6800.0	<input type="checkbox"/>		0.00	10.0	7.9	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	6200.0	<input type="checkbox"/>		0.30	20.0	12.1	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>		0.60	20.0	15.6	
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01					7375.0	7317.5	
	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.03		<input type="checkbox"/>			0.80	0.78	+++

Patientのリング状輪郭により、ターゲットカバレッジが失われる可能性があります

良好なセグメンテーションを得るには
-Relative Impactが++2つ未満
-Isoeffectが5-10cGy、Isoconstraint未満
-Weightはほぼベースライン

[Patient(体輪郭)] [Quadratic Overdose] – [Isoeffect] < [Isoconstraint]
[Weight]は初期値
[Relative impact]は無し
この結果、セグメンテーションへ移行するのに問題はありません。

8-10 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



計画に影響を与えない制約の編集

[Patient]の2番目の[Quadratic Overdose]の[Isoeffect(等価効果)]は0cGyであるため作用していません。この制約が一定の影響を与えるようにするにはどのような値を使用すればよいでしょうか？

目標: [Isoeffect(等価効果)]RMS 2~10cGy (ホットスポットを制御するために低いRMSを維持する)

IMRT Constraints										
IMRT Parameters										
Structure	Cost Function	Enabled	Status	Weight	Reference Dose (cGy)	Power Law Exponent	Shrink Marg...	Isoconstra...	Isoeffect	Relative Im...
PTV1	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	1.00				7920.0	8005.4	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.01	8020.0			150.0	85.4	
Bladder	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.01		6.00	0.00	6000.0	5363.5	
Rectum	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.03	4500.0	3.00	0.00	50.00	43.36	++++
Patient	Conformality	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.02				0.75	0.74	++++
	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.01				8400.0	8358.0	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.01	7920.0			0.00	10.0	5.3
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	0.01	5500.0			2.50	50.0	0.0

[Reference Dose(基準線量)]を編集します。[Isoeffect(等価効果)]が更新され、変更が反映されます。再度最適化を開始する。

メモ: [Relative Impact(相対影響)]はリセットされ、最適化ツールは[Relative Impact]が再び安定するのに十分長く実行する必要があります。[Isoeffect], [Relative Impact]と[Weight]をもう一度確認します-ビデオを再生して、変化を観察します。影響は小さい-[Weight]は初期値で、[Isoeffect]は1.8cGyです。さらに下げる余地があります。

8-11 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



Dosimetric Criteria (処方学的基準)

- ✔ = 合格
- ✘ = 不合格
- ! = 求められる目標の許容範囲内

DVH Statistics		
Dosimetric Criteria	Statistics	Display
Structure	Dosimetric Criterion	Actual Value
LEFT_LUNG	V2000cGy < 20 %	4.88 % ✔
	V1000cGy < 30 %	34.16 % ✘
TOTAL LUNG - GTV	V2000cGy < 25 % (+3 %)	26.25 % !

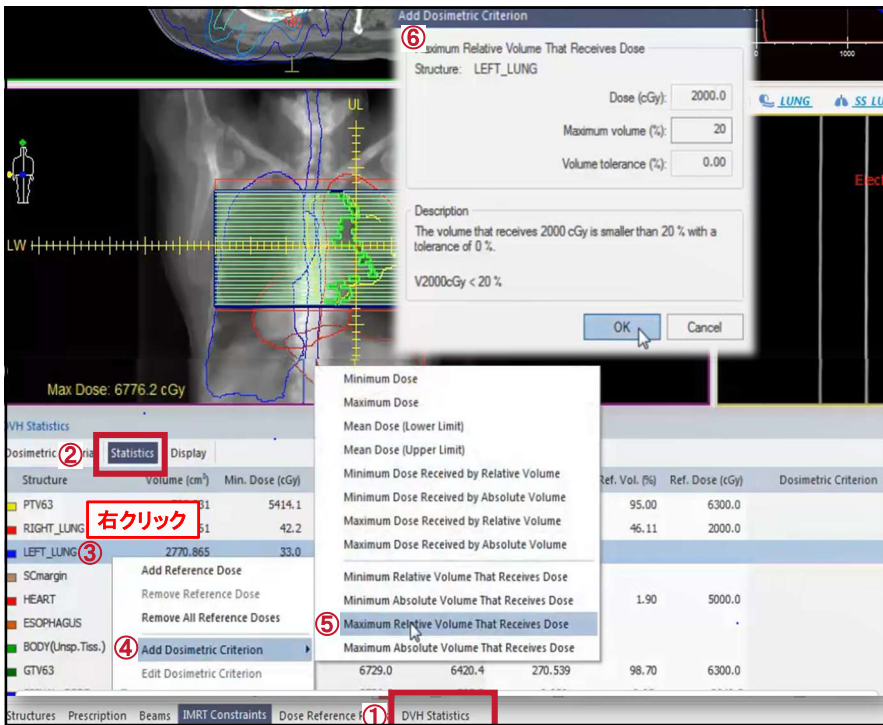
一般的なDVH 例

? cGy照射される体積が? %より大きい	Minimum Relative Volume that Receives Dose
? cGy照射される体積が? %より小さい	Maximum Relative Volume that Receives Dose
ストラクチャへの最大線量が? cGyより小さい	Maximum Dose
体積の? %に照射される線量が? cGyより大きい	Minimum Dose Received by Relative Volume
ストラクチャへの平均線量が? cGyより大きい	Mean Dose (Lower Limit)
ストラクチャへの平均線量が? cGyより小さい	Mean Dose (Upper Limit)

8-12 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data





Dosimetric Criteria (処方学的基準)

例:
左肺に20Gy以上照射される体積が20%未満 ($V_{20Gy} < 20\%$)



Dosimetric Criteria (処方学的基準)

処方学的基準	式	説明
Minimum Dose	$D_{min} > ? \text{ cGy}$	ストラクチャへの最小線量が ? cGyより大きい
Maximum Dose	$D_{max} < ? \text{ cGy}$	ストラクチャへの最大線量が ? cGyより小さい
Mean Dose (Lower Limit)	$D_{mean} > ? \text{ cGy}$	ストラクチャへの平均線量が ? cGyより大きい
Mean Dose (Upper Limit)	$D_{mean} < ? \text{ cGy}$	ストラクチャへの平均線量が ? cGyより小さい
Minimum Dose Received by Relative Volume	$D ? \% > ? \text{ cGy}$	体積の ? %に照射される線量が ? cGyより大きい
Minimum Dose Received by Absolute Volume	$D ? \text{ cm}^3 > ? \text{ cGy}$	体積の ? cm ³ に照射される線量が ? cGyより大きい
Maximum Dose Received by Relative Volume	$D ? \% < ? \text{ cGy}$	体積の ? %に照射される線量が ? cGyより小さい
Maximum Dose Received by Absolute Volume	$D ? \text{ cm}^3 < ? \text{ cGy}$	体積の ? cm ³ に照射される線量が ? cGyより小さい
Minimum Relative Volume that Receives Dose	$V ? \text{ cGy} > ? \%$? cGy照射される体積が ? %より大きい
Minimum Absolute Volume that Receives Dose	$V ? \text{ cGy} > ? \text{ cm}^3$? cGy照射される体積が ? cm ³ より大きい
Maximum Relative Volume that Receives Dose	$V ? \text{ cGy} < ? \%$? cGy照射される体積が ? %より小さい
Maximum Absolute Volume that Receives Dose	$V ? \text{ cGy} < ? \text{ cm}^3$? cGy照射される体積が ? cm ³ より小さい

ワークフロー8 実践演習 : DVHおよびIMRT制約の操作

1. ステージ1の最適化を実行する
2. 次のスライドの制約に従って [Dosimetric Criteria (処方学的基準)] を追加します
3. DVH統計と線量分布を確認して、処方箋に遵守していることを確認します
4. [Isoconstraint], [Isoeffect], [Weight] と [Relative Impact] の関係を確認する
5. [Isoconstraint] を [Isoeffect] よりも3%低減することで、直腸の平行をより強く機能させる。 [Isoeffect], [Weight] と [Relative Impact] の変化を確認する
6. ステージ2を実行する
7. 計画を [Workflow8] として保存する

前立腺 目標値

輪郭名	目標値
PTV 68	$D95\% \geq 68\text{Gy}$ $D0.03\text{cc} \leq 72.8\text{Gy}$
Prostate Bed	$D99\% \geq 68\text{Gy}$ $D0.03\text{cc} \leq 72.8\text{Gy}$
Rectum	$V68\text{Gy} < 10\%$ $V65\text{Gy} < 15\%$ $V40\text{Gy} < 30\%$
Bladder	$V65 < 20\%$ $V40 < 50\%$

ワークフロー 9

Monaco IMRT/VMAT 計画

コスト関数 パート 3 – Maximum, Conformality, Under/Overdose DVH と Quadratic Underdose

COST FUNCTION (コスト関数) : 特定のアクションまたは特定のレベルの出力に関連するコストを予測するために使用される数学的公式

E009469 ¥ 01

コスト関数パート3 – 目的

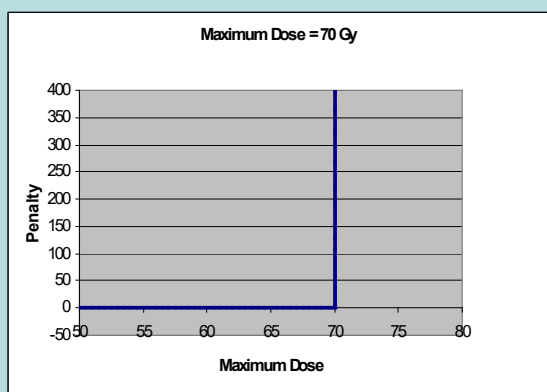
コスト関数パート3 – 目的

次のコスト関数の特徴と適用について説明する

- Maximum Dose (最大線量)
- Conformality (コンフォーマル性)
- Overdose DVH (過量線量DVH)
- Underdose DVH (過少線量DVH)
- Quadratic Underdose (二次過少線量)

実践演習 – 単純な前立腺計画の続き

Maximum Dose - ハード制約 - 慎重に使用



ハード制約-慎重に使用してください！

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV_68	<input type="checkbox"/>	
Higher-Priority OARs	<input type="checkbox"/>	

全体の最大値として使用する場合は、体輪郭に適用し、PTVまたは階層上位にあるOARにShrink Marginを適用しないでください。

推奨値 約106 ~110% (単純-複雑)

Conformality

体輪郭に適用します。
ターゲット周囲の4cmまたは8cmの環状で作用します。

ペナルティ - 高

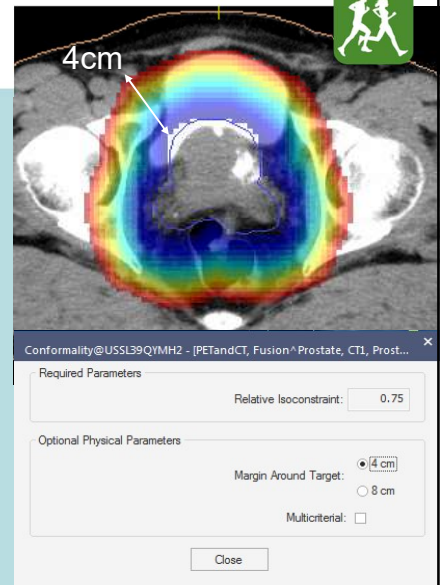


低

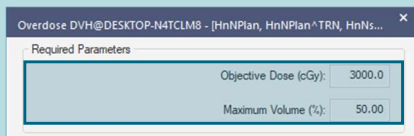
ターゲットに最も近い線量を制御するために、2つの
Quadratic Overdoseと併用することで良好に機能します。

範囲0.01~1.0

推奨開始値は約0.75、0.05刻みで調節する。



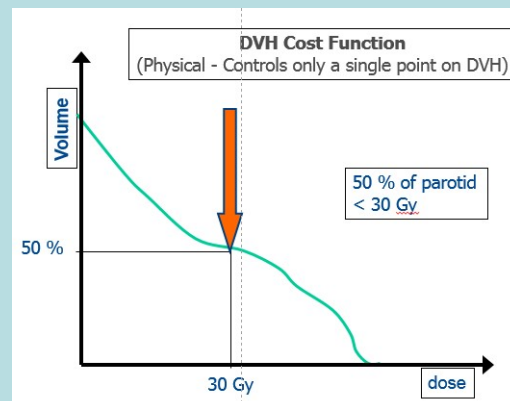
Overdose DVH



例: 耳下腺の50%に照射される線量を30Gy未満にしたいときに使用します。

単一の線量点で作用します。

一般的な用途: 線量体積ポイントを平行で達成することができない場合。



Underdose DVH



Underdose DVH@USSL39QYMH2 - [PETandCT, Fusion^ Prostate, CT1, Pr...]

Required Parameters

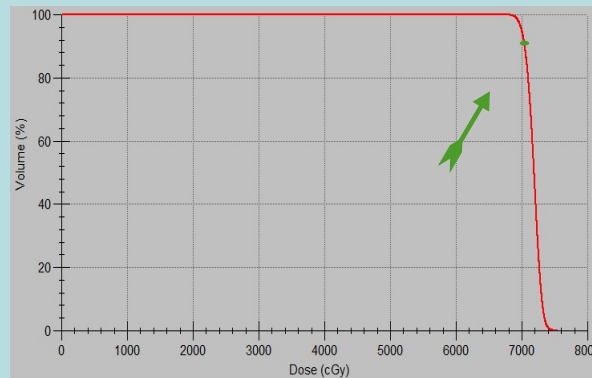
Objective Dose (cGy): 7000.0
Minimum Volume (%): 92.00

Optional Physical Parameters

Surface Margin:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00



Structure	Cost Function	Ena...	Status	Manual	Weight	Referenc...	Isoconstraint
PTV70	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> On	<input type="checkbox"/>	1.00		7000.0
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> On	<input type="checkbox"/>	1053.47	7200.0	75.0
	Underdose DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> On	<input type="checkbox"/>	100.00	7000.0	92.00

(Y) Gy未満の線量を受ける体積を(X) %にします。
 ターゲットに適用してカバレッジを改善する。
 95%を得たいときに92%とするなど、必要な値より低値から始めます。
 パレートモードで使用します。通常は制約付きモードでは必要ありませんが、ターゲットカバレッジを改善するために追加出来ます。

Quadratic Underdose (QU)



Quadratic Underdose@USSL39QYMH2 - [PETandCT, Fusion^ Prostate, C...]

Required Parameters

Minimum Dose (cGy): 7000.0
RMS Dose Deficit (cGy): 100.0

Optional Physical Parameters

Surface Margin:

Shrink Structures

Structure Name	Include	Margin (cm)
PTV	<input checked="" type="checkbox"/>	0.00

Close

これもターゲットのみで使用します。

パレートモードで使用するよう設計されています。

この制約はUnderdose DVHと同じ方法で使用できますが、ターゲットのQuadratic OverdoseおよびOAR制約と非常に簡単に競合する可能性があります。

ワークフロー 9 実践練習: シンプルな前立腺計画の続き

患者ID 002441TRNの計画を続行- PTV 68Gy / 34回

1. プランを「workflow9」として保存します
2. ホットスポットを制御するために計画に[Maximum Dose(最大線量)]を追加し、Max Doseがどのように変化するか観察してください
3. CF Occupancyを使用して、患者全体に適用されているか確認します
4. [Conformality(コンフォーマル性)]コスト関数を追加し、CF occupancyツールを使用して、この制約が適用されている場所を確認します
5. 計画の適合性が改善したことを認識する
6. セグメンテーションを再実行して計画を保存します
7. プランレビューを使用して2つの計画を比較する

前立腺 目標値

輪郭名	目標値
PTV 68	D95% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Prostate Bed	D99% \geq 68Gy D0.03cc \leq 72.8Gy
Rectum	V68Gy < 10% V65Gy < 15% V40Gy < 30%
Bladder	V65 < 20% V40 < 50%

ワークフロー 10

Monaco IMRT/VMAT 計画

VMAT & Sequencing パート1

E009469 ¥ 1.0

VMAT & Sequencing – パート1 目的

VMAT & Sequencing – パート 1 目的

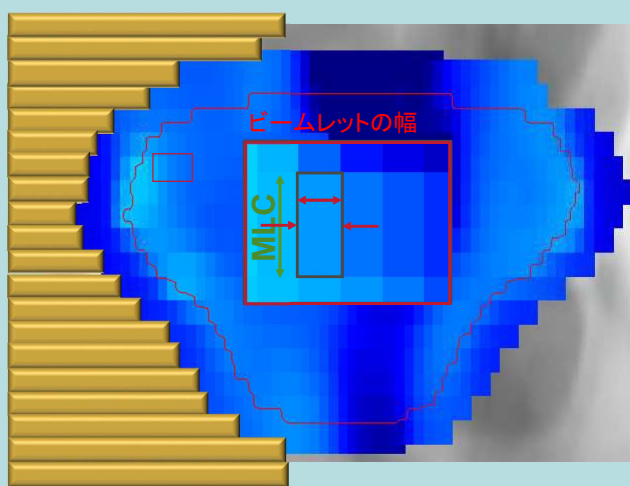
- ビームレットの幅がフルエンスと変調にどのように影響するかを認識する
- 変調度の重要性と、それがセグメンテーションにどのように影響するかを認識する
- シーケンシングパラメータの各オプションを分類する
- 適切なVMATビームのオプションを選択する
- 実践演習: 食道プラン

10-3 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data



ステージ1 フルエンス-ビームレットの幅



IMRT Constraints		IMRT Prescription Parameters	
Structure	Cost Function		
PTV_68	Target Penalty	Minimum CT Number:	200
Rectum	Serial	Use with Clear option:	
	Parallel	Auto Flash Margin (cm):	0.20
Bladder	Quadratic Overdose	Surface Margin (cm):	0.30
	Parallel	Beamlet Width (cm):	0.20
BODY	Maximum Dose		

ステージ 1 – フルエンスはさまざまな強度 (MU) のビームレットから構成されます。ビームレットの端は、初期セグメンテーションで可能な MLC 位置の候補になります。

- ↓ ビームレット幅 ↑ 変調 (MU) ↑ セグメント
- 3mm が最も一般的です。
- ↓ 解像度/変調を上げるには 2mm に下げる。

10-4 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data





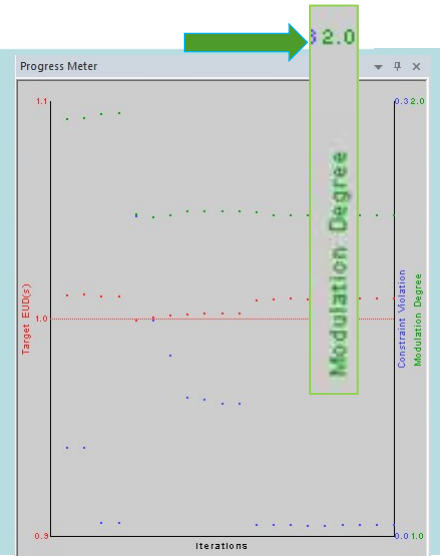
プログレスメーター

Modulation Degree (変調度)

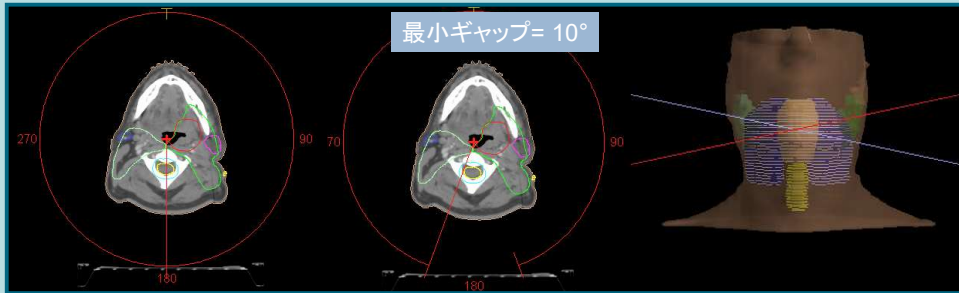
計画でのフルエンスマップの複雑さを示します。
計画時に変調度を確認してください。

↑変調度 ↑MU

変調	変調度
	中型～大型のターゲット
低	2.5未満
中	2.5 ~ 3.5
高	3.5 ~ 4.5
とても高い	4.5以上



VMAT –アーク構成



- 1個のビームx複数のアーク
- 複数のビームx1個のアーク
- 複数のビームx複数のアーク

フルアークシーケンス 部分的アークシーケンス ノンコプラナーアーク

Beam	Description	SSD (cm)	Dir	Gantry Start (deg)	Arc	Inc	Collimator (deg)	Couch (deg)	GSD Field	Margin (cm)	Asym	Width1 (cm)	Width2 (cm)
1		89.54	CW	180.0	360.0	30.0	0.0	0.0	[Auto]	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	LW 20.00	RW 20.00

ガントリ=ガントリ開始角度
アーク=移動角度

VMAT - アーク刻み

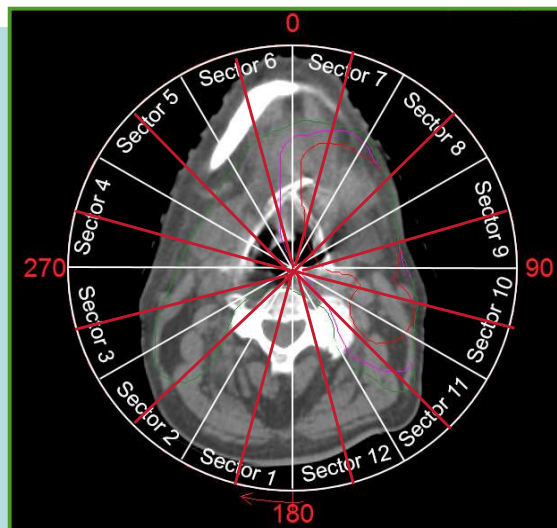
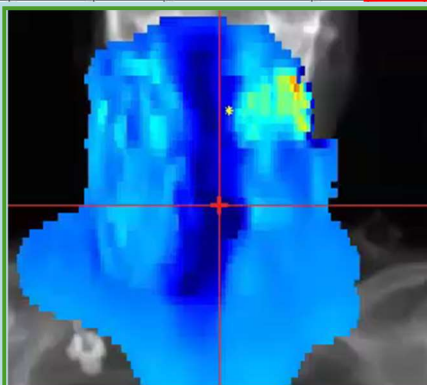
360°アーク / 30° アーク 刻み = 12 アークセクタ

Beams

Delete Parent Beams

Beam	Description	SSD (...)	Dir	Gantry Start (...)	Arc	Inc
1	one	88.89	CW	180.0	360.0	30.0

ステージ1
スタティック
フルエンス



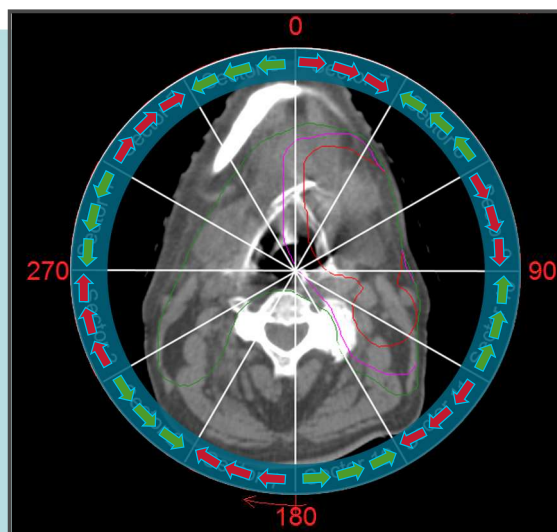
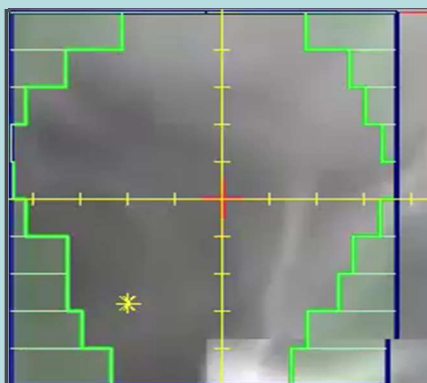
10-7 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



VMAT - スイープシーケンサー

リーフはアークセクタ
間を右から左へ、次は
左から右へ移動します



10-8 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data



共通のシーケンシングパラメータ

IMRT

Sequencing Parameters: Step & Shoot IMRT

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Min. Segment Area (cm²):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

Min. MU / Segment:

Max. # of Segments Per Plan:

Park Leaf Gap Under Jaw

dMLC

Sequencing Parameters: dMLC

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Max. # of Control Points Per Beam:

Target Dose Rate (MU/min):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

Max. Sweep Efficiency

Allow Move Only Segments

VMAT

Sequencing Parameters: VMAT

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Max Number of Arcs:

Max. # of Control Points Per Arc:

Target Dose Rate (MU/min):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

Constant Dose Rate

共通のシーケンシングパラメータ – SSO

Sequencing Parameters:

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)

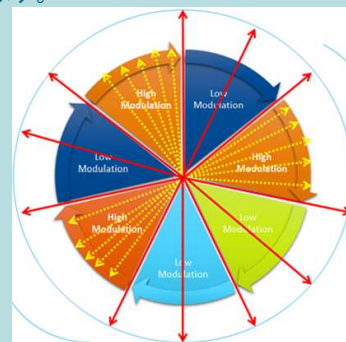
Speed Plan Quality

Target Dose Rate (MU/min):

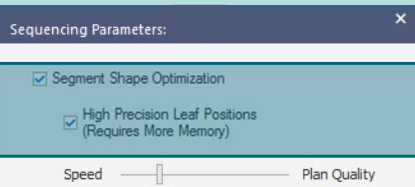
Segment Shape Optimization

[IMRT Constraints(IMRT制約)] を達成させるために、最適化中にセグメントを精緻化します。
形状、ウエイト、線量率(動的)の最適化します。
類似した形状のセグメントを結合させます。

VMAT –高変調と低変調の領域を可能にします。



共通のシーケンシングパラメータ – SSO



High Precision Leaf Positions
(Requires More Memory)

セグメント形状の最適化(SSO)中に、セグメント形状の変更を導きます。より良好な計画品質を得るにはチェックはONのままにします。

Speed 1 5 20 Plan Quality

速度=SSOループの数。

SSO中-MLC形状を1mm刻みで調節する。

OARの Isoeffectが Isoconstraintよりも高い場合は10に上げます。

共通のシーケンシングパラメータ-最小セグメント幅

Min. Segment Width (cm):

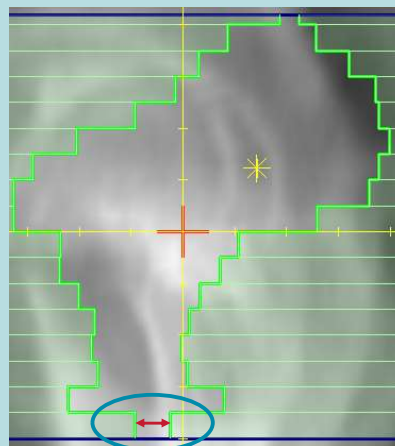
0.50

隣接するMLCリーフ間の最小間隔です。

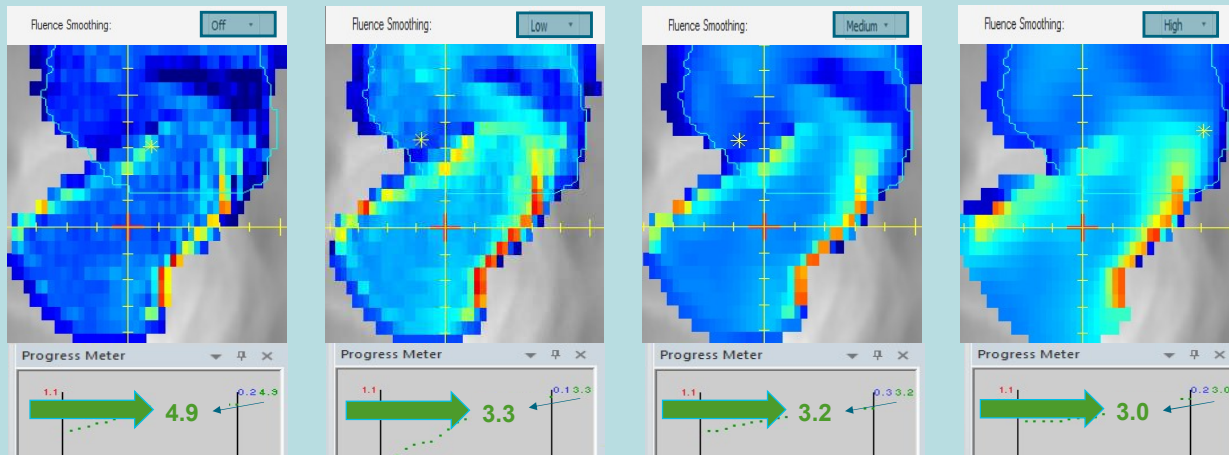
セグメンテーション中に適用され、SSOで違反される可能性があります。

0.5cmをお勧めします。

VMAT – MUの低減が必要な場合は0.7 – 1.0を使用します。



共通のシーケンシングパラメータ-フルエンススムージング



ビームレット間の急峻な線量勾配を最小化します。
ステージ1のフルエンスに適用されます。

↑スムージング ↓計画変調(MU) ↓コントロールポイント ↑照射効率 ↑QAパスレート

10-13 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

VMATシーケンシングパラメータ-アークの最大数

アーク=ビームあたりの回転数

Gantry/Collimator		Tol	Viewer
Gantry Angle:	180.0 ↺ CW ↻ CCW	0.5	
Collimator Angle:	0.0	0.5	
Fjeld Size X:	40.0	0.2	
Fjeld Size Y:	15.0 Δ	0.2	
Jaw X1:	-20.0	0.1	
Jaw X2:	20.0	0.1	
Jaw Y1:	-7.7 Δ	0.1	
Jaw Y2:	7.3 Δ	0.1	

Beam	Description	SSD (cm)	Dir	Gantry Start (deg)	Arc	Inc
2	1 BEAM 2 ARCS	90,05	CW	180,0	360,0	20,0

Sequencing Parameters: VMAT

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Max Number of Arcs:

Max. # of Control Points Per Arc:

150 - 180
(最大可能数 = 240)

10-14 | Focus where it matters

Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

ワークフロー10 実践演習: 食道計画

1. 食道 (患者ID:Esophagus) に対してVMAT計画を実行する。(線量制約は10-17を参照)
2. 計算パラメータを確認する。
3. Dosimetric Criteria (処方学的基準) を追加する。
4. [CF Occupancy (CF占有率)] を使用して、階層順序が正しいことを確認し、[Variation (変化)] ツールを使用して、[CF Penalty (CFペナルティ)] が適用されている場所を視覚化する。
5. 計画時に変調度を確認する。
6. [Fill (塗りつぶし)] の使用を検討する(次のスライド)- これを使用する場合は、Modulation Degreeへの影響を再確認する。

10-15 | Focus where it matters.

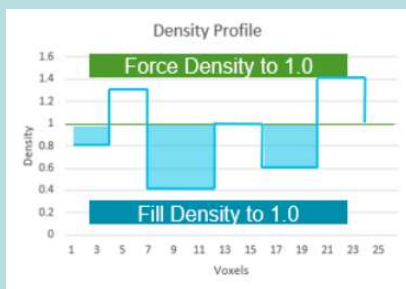
Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

Force ED Vs Fill ED

Force ED - ストラクチャ全体を指定された電子密度に強制的に適用します

Fill ED - 指定された電子密度値を下回るストラクチャ内のボクセルを指定された電子密度値で埋めます



Structures

Name	Color	Visible	Volume (cm ³)	Type	Force ED	Fill ED	Relative ED	Show 2D Outlin...	2D Transparency	3D/REV Transparency
BLADDER	Yellow	<input checked="" type="checkbox"/>	352.494	Internal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.000	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CTV	Cyan	<input checked="" type="checkbox"/>	57.345	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GTV	Red	<input checked="" type="checkbox"/>	43.011	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
patient	Brown	<input checked="" type="checkbox"/>	13757.324	External	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
PTV	Blue	<input checked="" type="checkbox"/>	122.356	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RECTUM	Green	<input checked="" type="checkbox"/>	63.420	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SV	Purple	<input checked="" type="checkbox"/>	11.281	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

10-16 | Focus where it matters.

ワークフロー10 実践演習: 食道計画

輪郭	28回 1.8Gy/回
PTV	D95% $\geq 50.40\text{Gy}$ Max Dose 55.45Gy
Lungs	V20Gy < 25%
Spinal Cord	Max Dose 45.00Gy
Heart	V50Gy < 33% V45Gy < 66%

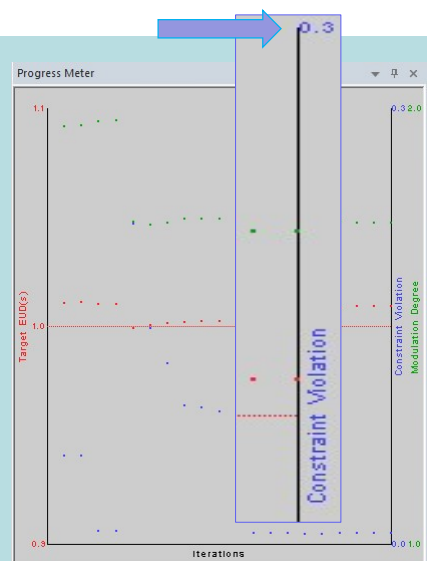
追加情報

[Progress Meter(プログレスメータ)]

[Constraint Violation(制約違反)]

すべての制約の現在のステータスを示します。
つまり、OARの目標にどれだけ近づいているかを示します。

制約コスト関数がゼロに等しい場合、それは非アクティブであるか、
Isoconstraintが達成されたことを示しています。



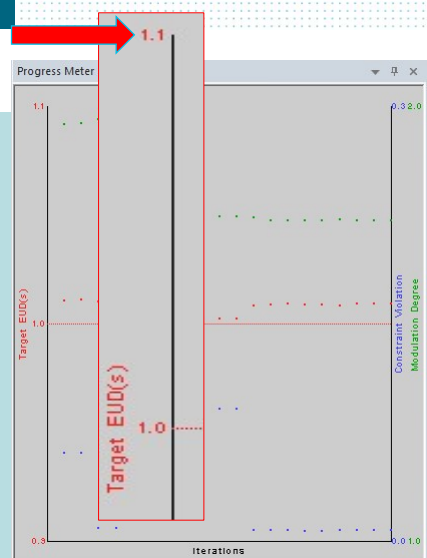
[Progress Meter(プログレスメータ)]

Target EUD

プログレスメータには、[Target EUD(ターゲットEUD)]、[Constraint Violation(制約違反)]、および[Modulation Degree(変調度)]のための最適化の進捗状況に関するリアルタイムの計測値が表示されます。

[Target(目標)] がどれだけ達成されているかの指標

- 1.0 処方されたEUDの平均100%が達成されていることを示します。
- 1.0超 ターゲットへの処方が十分に達成されていることを示しています。また、ホットスポットの可能性を示します。
- 1.0未満 ターゲットの処方が達成されていないことを示します。



ワークフロー 11

Monaco IMRT/VMAT 計画

VMAT & Sequencing パート2

E009469 ¥ 01

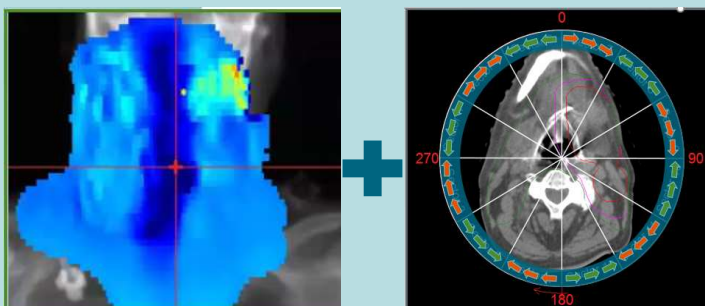
VMAT & Sequencing – パート 2 目的

VMAT & Sequencing – パート2 目的

- 計画に適したアークインクリメントを検討する
- 計画に複数のアークを使用するべきか検討する
- 単一ビームで複数アークを使用する場合と複数アークビームを使用する場合の違いを確認する
- 変調、セグメンテーション、およびMUの関係を確認する
- 実践演習: 食道計画

VMAT – Arc Incrementの選択

Beam	Description	SSD (...)	Dir	Gantry Start (...)	Arc	Inc
1	one	88.89	CW	180.0	360.0	30.0



↓ Arc Inc (アークインクリメント)

↑ 最適化 ⌚
↑ 変調 ↑ MU

初期値 = 30

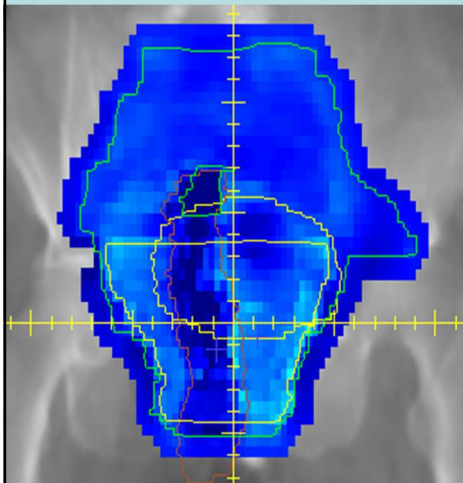
Arc Incrementの選択

Arc Increment	一般的な使用	検討事項	
30- 初期値	<ul style="list-style-type: none"> ほとんどの計画 		
20	<ul style="list-style-type: none"> より多くの変調が必要—つまり、AI 30ではステージ1におけるDVH要件を満たすことが出来ない場合。 深部腫瘍—AIを小さくすることにより周囲へ線量が逃げるのを低減できる。 部分的アーク 	<p>アークセクター上のリーフの動きは、ガントリーが回転運動しながらステージ1のフルエンスを良質に再現することが可能かどうか。</p> <p>20が理想的でないのは、複雑なフルエンスを有する大きな腫瘍で、ビームあたりの最大アーク数が1に設定した場合。変調度も参照</p>	
可変	<ul style="list-style-type: none"> 2 ビーム1 アーク 1回目は20、2回目は30など 		

最大アーク数の選択— Agility MLC

変調度	小さなターゲット	平均的なターゲット	大きな複雑なターゲット	部分的アーク
2.5未満	複雑なセグメンテーションは必要ありません。	1	1	1
2.5 ~ 3.5		1~2	2	2
3.5 ~ 4.5		2	2~3	2~3
4.5 以上		2	3	3

大きなプランニング体積に対する複数回転



1ビームあたり最大アーク数を2に設定した場合、MonacolはBEVの中心X軸を介してステージ1のフルエンスを分割し、セグメンテーションとデリバリー性能を改善します。

Monacolは、1回転目でフルエンスの半分を最適化します。
2回転目で、残りの半分の最適化します。

例を見てみましょう。

大きなプランニング体積に対する複数回転

セグメンテーションを表示

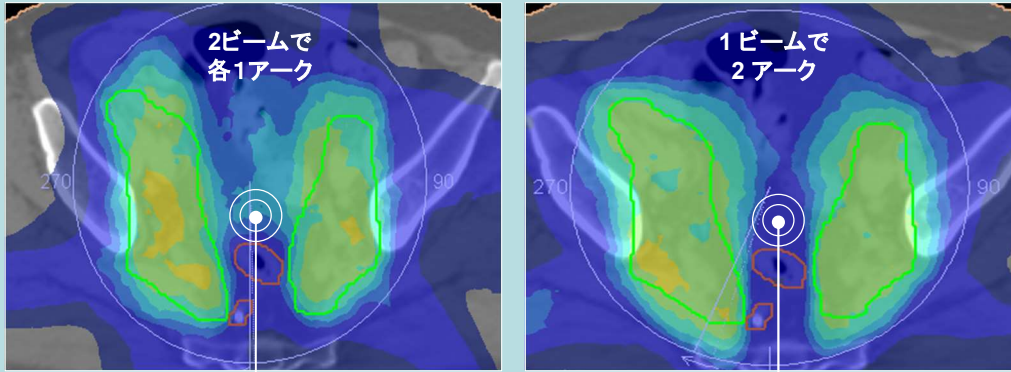
最初の回転のセグメントを見ると、ボリュームの右側を最適化しているセグメントを確認できます。

戻り回転の同じガンジー角度がボリュームの反対側をセグメント化しています。

大きなプランニング体積に対する複数回転

メリット

例：リンパ節転移を伴う前立腺



各体積間で線量がどのように改善されているか確認してください。

骨盤疾患部位に対するMonacoの複数アーク/ビーム計画の利点

【背景】

Monacoの複数アーク/ビームのオプションにより、単一のコリメータ角度を使用して、放射線の照射を停止することなく、複数アークにわたって放射線量のデリバリーを最適化できます。

【目的】

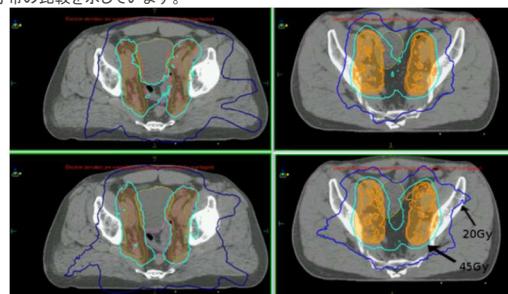
骨盤内癌患者に対する2アーク/ビーム(2APB)最適化計画と1アーク/ビーム(1APB)最適化計画を比較する。

【方法】

- 前治療歴のある骨盤内癌患者17人の遡及的分析：
 - 前立腺9個、膀胱1個、子宮3個、直腸3個、子宮頸部1個(リンパ節の有無にかかわらず)
- 患者ごとに2つの計画が生成されます。
 - 2つのビームで1アーク/ビーム(1APB)設定を使用
 - 1つのビームで2アーク/ビーム(2APB)設定を使用
- エレクタ インフィニティ リニアック(Agility)
- PTVの適合性、均質性、総MU、コントロールポイント(CP)の数、計画時間、およびビーム照射時間について、計画が評価されました。

Kalet, A.M., Richardson, H.L., Nikolaisen, D.A. 他 (2017) モナコ治療計画システムにおける1ビームで複数アークと2ビームで複数アークのVMAT最適化の線量測定比較。医療線量測定、42(2) : 122-125。

図は、2APB(下)と1APB(上)のVMAT最適化を使用した、複雑なPTV形状を持つ2人の患者の線量分布の比較を示しています。



骨盤疾患部位に対するMonacoの複数アークビーム計画の利点

【結果】

- 計画時間に差異はありません
2APBの医学物理QAの労力を削減
- 1APBと2APBの計画の均質性に重要な差を示さない
- 1APB計画のCIがわずかに改善
- 複雑なPTV形状: 2APBにより、直腸と膀胱の線量を大幅に低減(表4)
- 単純なPTV形状: 2APBはモニターユニット(13.47%)とコントロールポイント(8.77%)を減少
- 2APBの照射時間は約25%短縮

【結論】

照射時間を短縮することにより、複数アーク/ビームを使用すると、次のような効果がある。

- 患者が治療台にいる時間を短縮
- 照射中の臓器モーションのリスクを低減
- 医学物理士と装置のQAに必要な作業時間を短縮
- 装置スケジューリングの柔軟性の向上
- 臨床スループットの向上

11-11 | Focus where it matters.

ELEKTA VIEWPOINT: 重要なポイント

- 複数のアークビームVMAT照射は、MU、制御点、および照射時間の点で、複雑な骨盤PTV形状と単純な骨盤PTV形状の両方に対してより効果的です。
- 複雑なPTV形状(リンパ節転移を伴う前立腺症例によく見られる)におけるOAR温存の改善により、合併症のリスクを減らすことができます。

単純なPTV形状のMUとCPの削減、複雑なターゲットボリュームのOARスペアリングの適度な改善、両方のPTVタイプの治療実施時間の大幅な削減により、2APB計画は臨床診療により最適な選択になります。

Kalet, A.M. et al. (2017) Medical Dosimetry 42(2): 122-125

ワークフロー 11 実践演習: 食道計画

1. プランの[Modulation degree(変調度)]を確認する。
2. ターゲットに対するコンフォーマル性を確認する。体輪郭と重複している肺のボクセルを共有するように設定したか確認する。
3. 肺の線量($V_{20Gy} < 25\%$)が改善したか確認する。これが達成出来ない場合は、20(Arc increments)を使用することを検討する。
4. プランの[Modulation degree(変調度)]を再確認する。
5. 適切なシーケンシングパラメータを選択する。

11-12 | Focus where it matters.

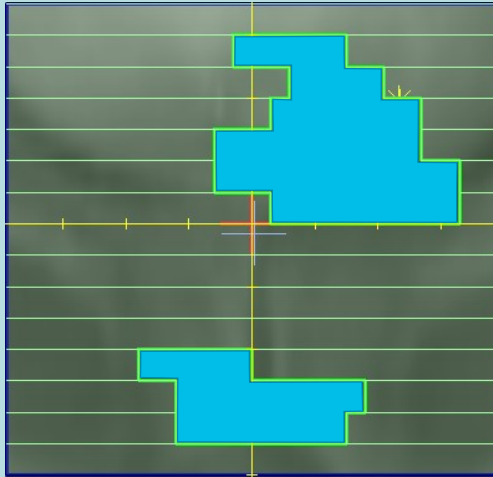
 Elekta

ワークフロー 11 実践演習: 食道計画

輪郭名	目標値
PTV	D95% \geq 50.40Gy 28fx Max Dose 55.45Gy
Lungs	V20Gy \leq 25%
Spinal Cord	Max Dose 45.00Gy
Heart	V50Gy < 33% V45Gy < 66%

その他のシーケンシングパラメータ

IMRTのその他のシーケンシングパラメータ



Min. Segment Area (cm²):

2.000

$$\text{[Shape 1]} + \text{[Shape 2]} \geq \text{'X' cm}^2$$

推奨
2.0 – 4.0

IMRTのその他のシーケンシングパラメータ

Sequencing Parameters: Step & Shoot IMRT

- Segment Shape Optimization
- High Precision Leaf Positions (Requires More Memory)
- Speed Plan Quality
- Min. Segment Area (cm²): 2.000
- Min. Segment Width (cm): 0.50
- Fluence Smoothing: Medium
- Min. MU / Segment: 4.00
- Max. # of Segments Per Plan: 250
- Park Leaf Gap Under Jaw

OK Cancel

Min. MU / Segment:

4.00

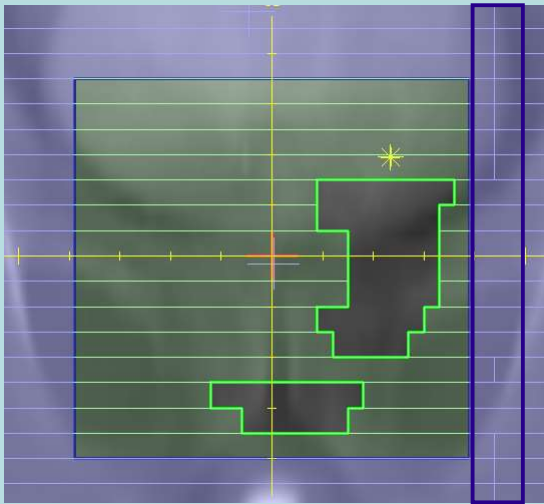
最小MUは、小さなIMRTフィールドに正確に照射するように測定されています。

Max. # of Segments Per Plan:

250

約150から始めます。SSO中にセグメントが削除され、結合されます。セグメントを制限する場合は、より低い値を使用してください。

IMRTのその他のシーケンシングパラメータ



Park Leaf Gap Under Jaw

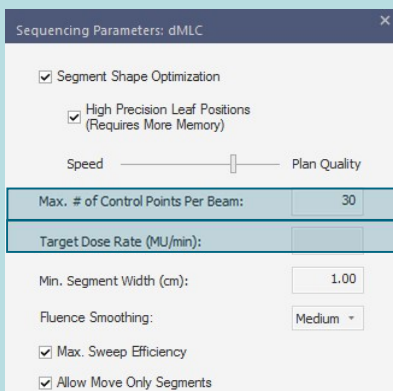
OK

Cancel

インターディジテーションを可能にするMLCモデルの場合、システムは、フルエンスマップ内に閉じたリーフギャップを配置することで効率的なセグメントを作成します。これらのギャップを通過する線量は最適化され、合計計画線量に寄与します。

[Park Leaf Gaps Under Jaw]オプションのチェックをオンすることで閉じたリーフをジョー下に配置します。これにより治療時間が増加します。

dMLCのシーケンシングパラメータ



Max. # of Control Points Per Beam

小さなターゲット – 8~12

HNなどの大きなターゲット – 25

より複雑なターゲット – 30

または、すべてをデフォルトのままにします。

Target Dose Rate (mu/min)

ダイナミック照射の場合

SSOのチェックがオンの場合はグレー表示されます。

通常はSSOのチェックをオンのままにすることをお勧めします。

dMLCのシーケンシングパラメータ

Sequencing Parameters: dMLC

Segment Shape Optimization

High Precision Leaf Positions
(Requires More Memory)

Speed Plan Quality

Max. # of Control Points Per Beam:

Target Dose Rate (MU/min):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

Max. Sweep Efficiency

Allow Move Only Segments

Max.Sweep Efficiency

リーフ移動量とMU値を最小限に抑えます。計画が適切にセグメント化されていない場合を除き、チェックされたままにすることをお勧めします。最初にコントロールポイントの最大数を増やします。

Allow Move Only Segments

ElektaまたはVarianリニアック用

移動のみセグメントはフルエンスのないセグメントです。

ARIA-dMLC計画で、このオプションをオンにした場合(推奨)、RTchartの治療計画を承認するには、ARIAで装置の「フィールドX」操作制限モーションモードをダイナミックまたは複数のスタティックセグメントに設定する必要があります。

ワークフロー 12

Monaco IMRT/VMAT 計画

H&NおよびSIB治療計画のその他のコンセプト

E009469 ¥ 1.0

H&NおよびSIB計画のコンセプトの目的

H&NおよびSIB計画のコンセプトの目的

Auto Flashを使用する

ClearとFillの違いを確認する

Surface Marginの使用について説明ができる

- フルエンスに対する影響を確認する

- MU値とplan modulation degree (Plan変調度)に対する影響を確認する

layering order (階層順序)とShrink marginを使い、SIB計画における線量低下をコントロールする

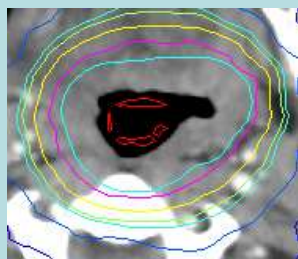
実践演習: H&N VMAT 計画

12-3 | Focus where it matters.

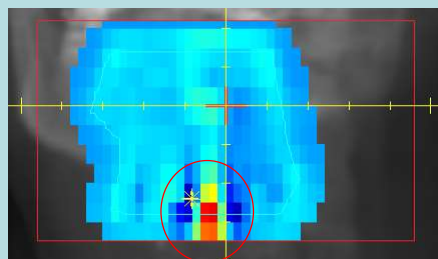
Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

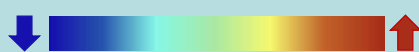
低密度領域についての検討



ステージ 1. 空気または境界面における高線量部分



Air cavity部に不均一なフルエンスが発生する



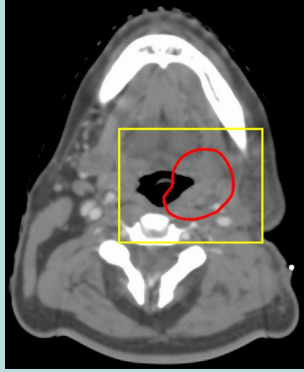
想定よりも高い変調度となる

12-4 | Focus where it matters.

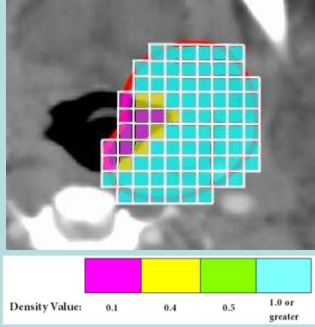
Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

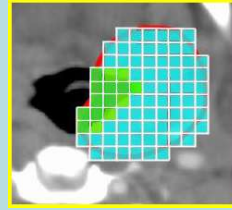
ClearとFill



ボクセル化されたStructure

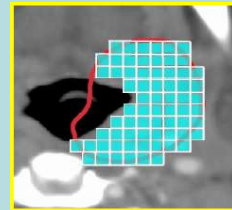


Fillを適用させた場合



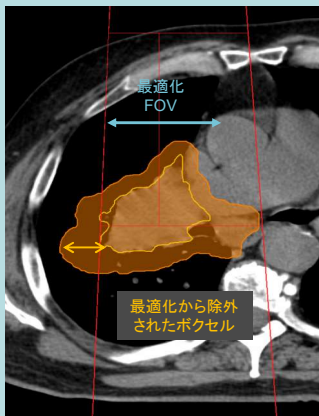
低密度領域を高密度で
上書きする

Clearを適用させた場合



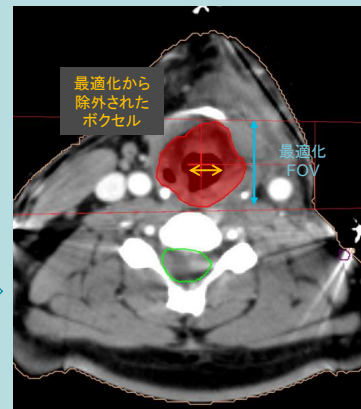
ステージ1の最適化から
低密度ボクセルを除外する

Clear機能の制限



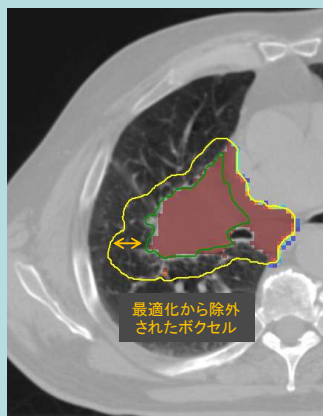
周辺部の低密度が除外される
避けるべき使用方法

中心部の低密度が除外される
一般的な使用方法



Clearはステージ1最適化でのみ適用されます。ステージ2では患者密度を使用します。

Clear機能の制限



CF Occupancyを使用して
除外されたボクセルを表示する



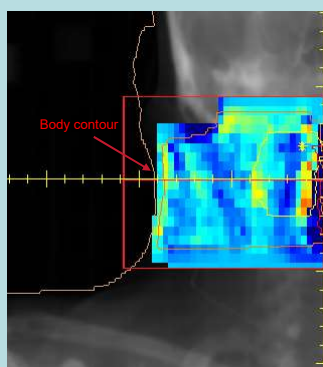
12-7 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

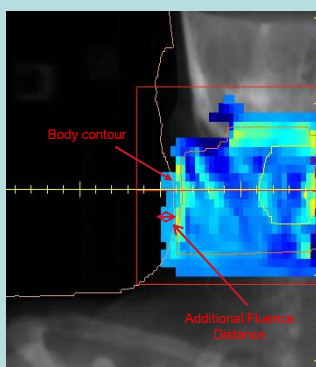
Elekta

Auto Flash

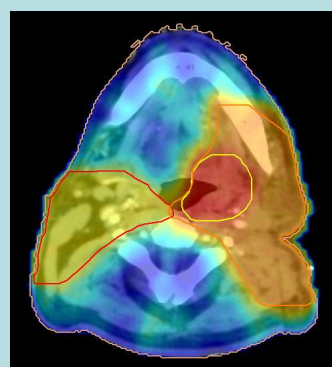
体表面より外側へフルエンスを拡張し(Flash)、体表面による散乱を改善する



Auto Flash 不使用时フルエンス



1cmのAuto Flash 使用時フルエンス



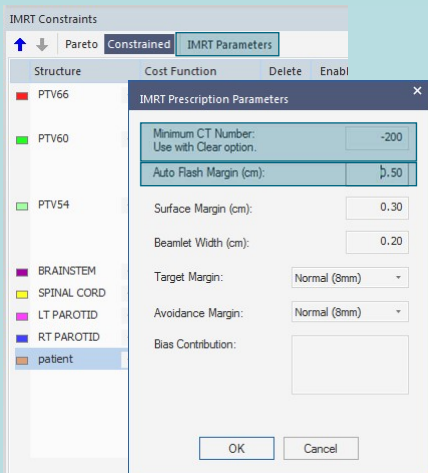
Auto Flash使用時の線量

12-8 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

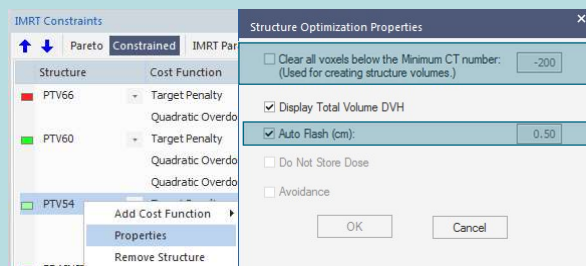
Elekta

Auto FlashとClearの適用方法



【IMRT Parameters】
Flashの距離とClearされるCT値を設定

Targetのみに使用
適用させる場合は右クリックPropertiesで設定



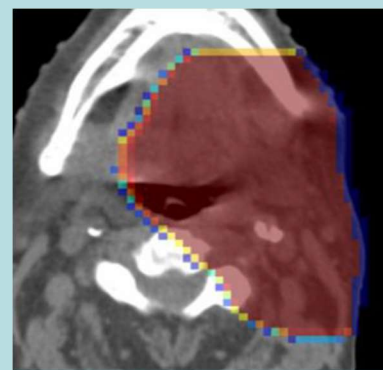
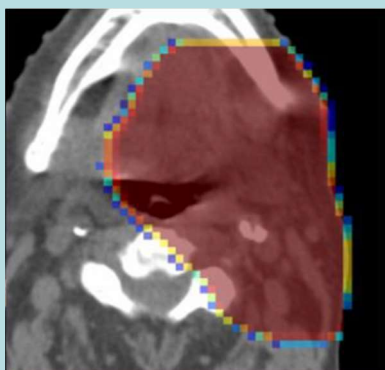
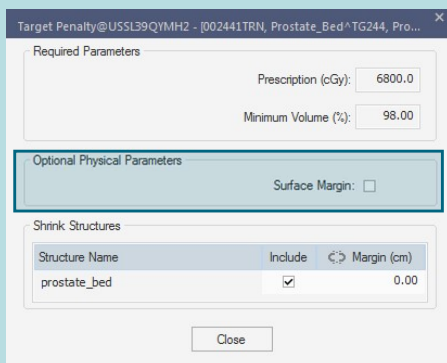
Surface Margin

Targetのコストファンクションに適應させ、最適化から表面ボクセルを除外
Target EUD, Target Penalty, Underdose DVH, Quadratic Underdoseのみに適應される

CF Occupancyウィンドウ

Surface Margin不使用のTarget

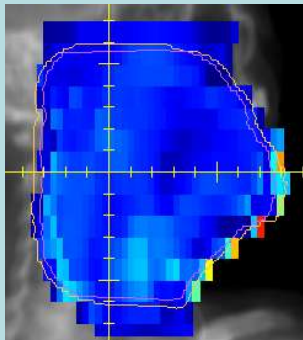
Surface Marginを適應させたTarget



Surface Margin

最適化時に半影部を考慮しない場合のMU値への影響

Surface Marginなし



Progress Meter



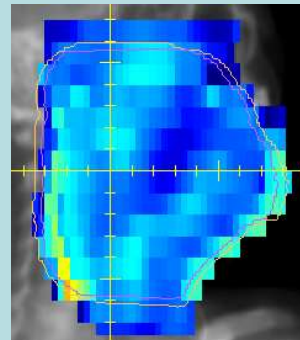
MU/Fx
731.89
731.89

急な線量勾配/ High MU/
Poor Segmentation

均一性の向上/ Lower MU /
Improved segmentation

MUは変調度と密接に関連している

Surface Margin 3mm



Progress Meter

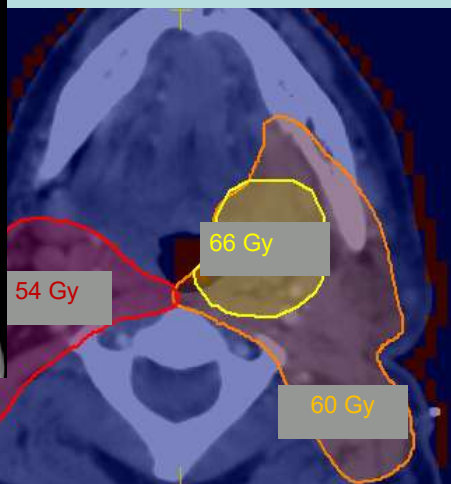
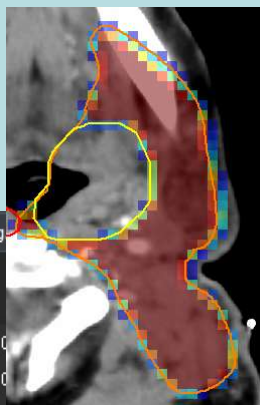


MU/Fx
411.32
411.32

Quadratic Overdoseを使用したTarget線量低下コントロール

Targetの階層順序を内から外へと設定する
(通常は処方線量の高いものから低いものへ)

Structure	Cost Function	Reference...	Shrink Marg
PTV66	Target Penalty		
	Quadratic Overdose	6800.0	
PTV60	Target Penalty		0.0
	Quadratic Overdose	6630.0	0.0
	Quadratic Overdose	6300.0	0.20 85.0
PTV54	Target Penalty		0.00 5400.0
	Quadratic Overdose	5650.0	0.30 80.0

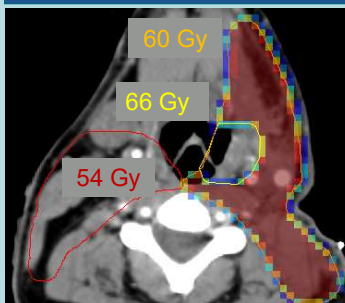


Quadratic Overdoseを使用したTarget線量低下コントロール

線量低下を防ぐために適したShrink Marginを設定する

Structure	Cost Function	Reference...	Shrink Marg...	Isoconstraint
PTV66	Target Penalty			6600.0
	Quadratic Overdose	6800.0		50.0
PTV60	Target Penalty		0.00	6000.0
	Quadratic Overdose	6630.0	0.00	25.0
	Quadratic Overdose	6300.0	0.20	85.0
PTV54	Target Penalty		0.00	5400.0
	Quadratic Overdose	5650.0	0.30	80.0

60Gyターゲットの1つ目の Quadratic Overdose



Quadratic Overdose@USSLB9Q1MHZ - [HnNPlan, HnNPlanTRN, HnNss, ...]

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 6630.0

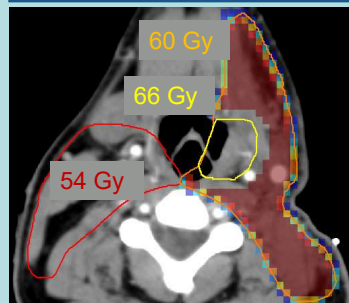
RMS Dose Excess (cGy): 25.0

Shrink Structures

Structure Name Include <> Margin (cm)

PTV66 0.00

60Gyターゲットの2つ目の Quadratic Overdose



Quadratic Overdose@DESKTOP-6ML7PV3 - [HnNPlan, HnNPlanTRN, H...

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 6300.0

RMS Dose Excess (cGy): 85.0

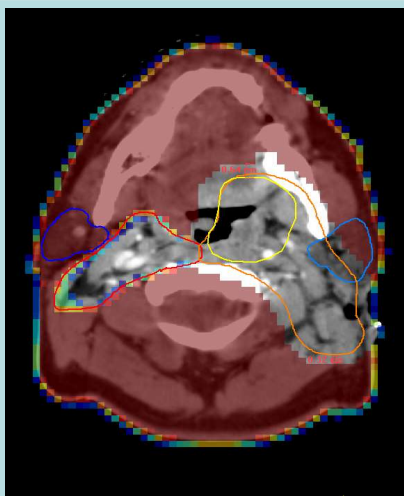
Shrink Structures

Structure Name Include <> Margin (cm)

PTV66 0.20

12-13 | Focus where it matters.

SIB計画時におけるVariable Shrink Marginの適応



Variable (可変の) Shrink Marginを設定して線量低下をコントロールする
各CF内で階層順序の高いTargetおよびOARIに対して適応可能

Structure

patient

Required Parameters

Maximum Dose (cGy): 5600.0

RMS Dose Excess (cGy): 20.0

Optional Physical Parameters

Multicriterial:

Shrink Structures

Structure Name Include <> Margin (cm)

PTV66 0.60

PTV60 0.30

PTV54 0.00

Higher-Priority OARs

Marg... Isoconstraint

variable 20.0

variable 20.0

variable 20.0

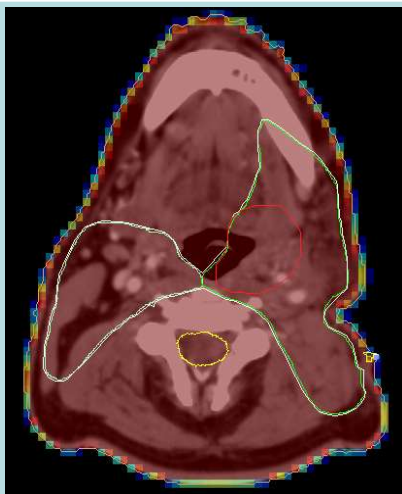
variable 20.0

7250.0

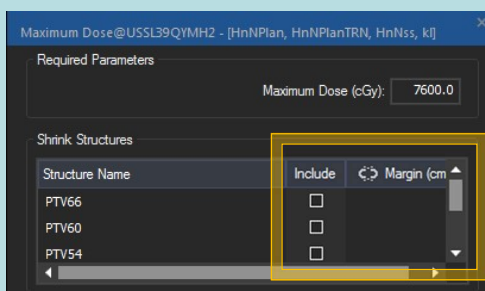
12-14 | Focus where it matters.

Downloaded Information and Basic Personal Data

‘Include’のチェックをOFFにする



【Include】のチェックをOFFにすると階層順序が高いすべてのStructureボクセルに対して設定したCFが適用されます



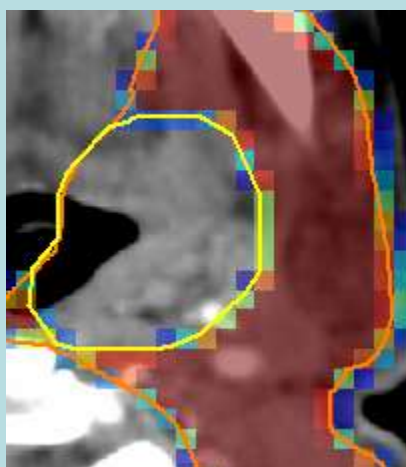
12-15 | Focus where it matters.

Restricted Information and Basic Personal Data

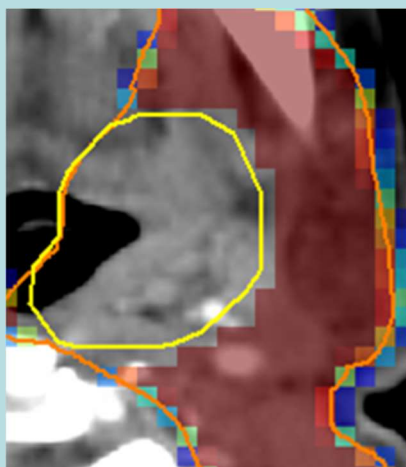
Elekta

Shrink Marginはボクセル全体に適用される – 例 3mmグリッド

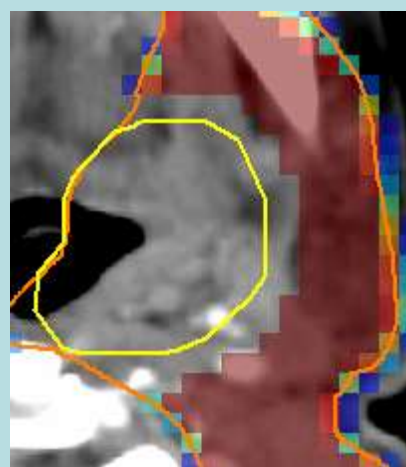
0mm Shrink
部分的なボクセルを含む



1-2 mm shrink
部分的なボクセルを除外



3-4 mm shrink
1ボクセル分を除外



12-16 | Focus where it matters.

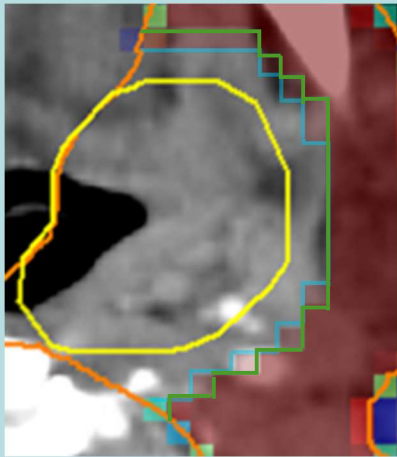
Restricted Information and Basic Personal Data

Elekta

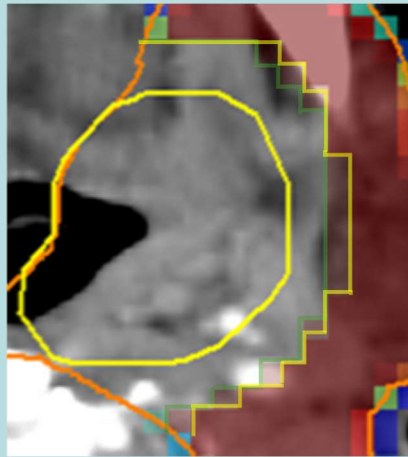
Shrink Marginはボクセル全体に適用される – 例 3mmグリッド

ボクセルの中央からターゲットの縁までがShrink Marginよりも大きい場合にボクセルが除外される
Shrink Marginは3DのVolumeとして適応され、mm単位での設定が可能

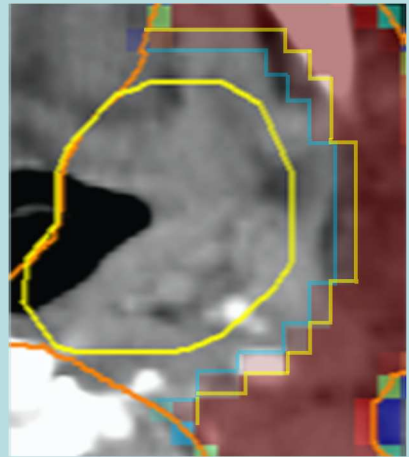
3 - 4 mm & 5 mm



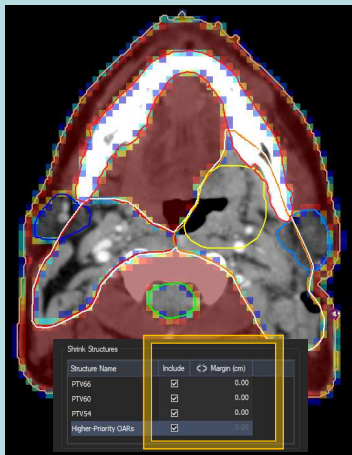
5 mm & 6 mm



6 mm = 層全体のボクセルを除外

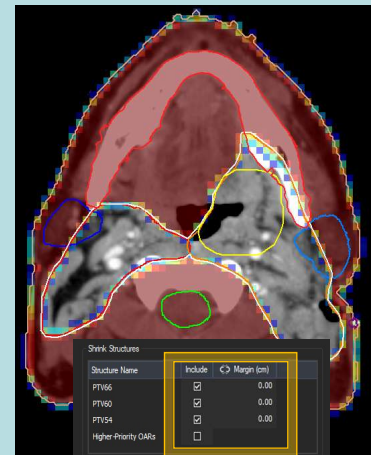


Shrink Margin - v5.51より前に作成されたテンプレート



複数Targetを含むプランは同じ
Shrink Marginが使用されている

優先度の高いOARがある場合は
Variable Marginを使用したテンプレ
レートに更新する必要があります



H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

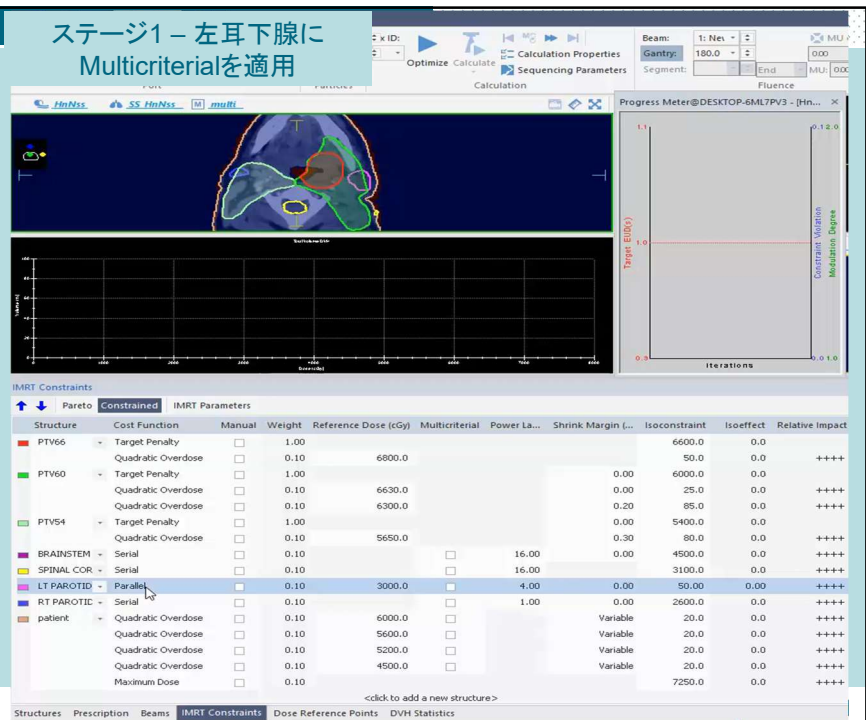
・Isoeffectの低減とターゲット
カバーレージの維持

・高変調度の原因となるため
慎重に選択

・線量減少に非常に有効

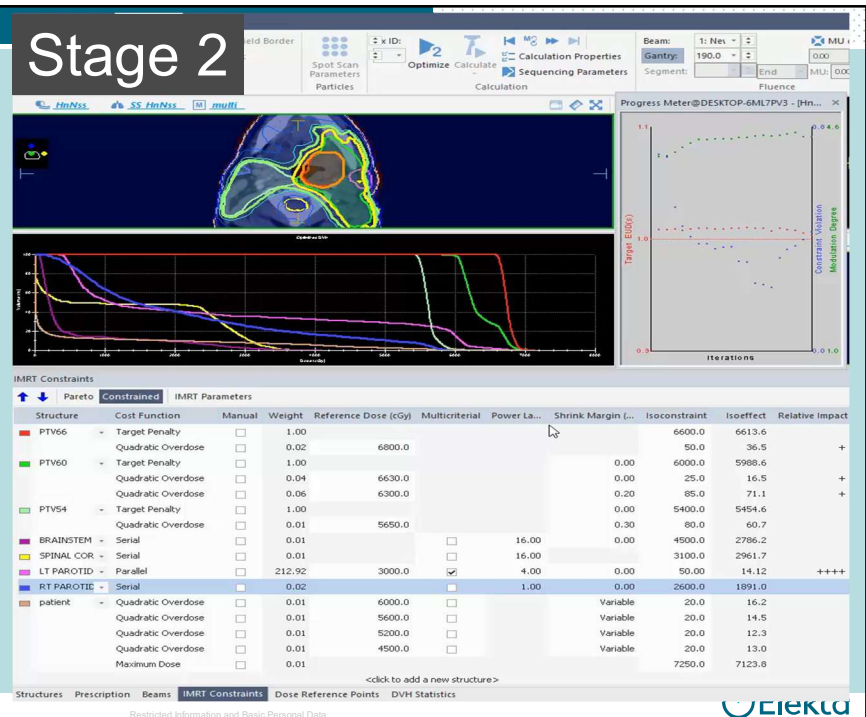
・ステージ1のみに適用

12-19 | Focus where it matters



H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

12-20 | Focus where it matters



H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

Stage 2

Progress Meter@DESKTOP-6ML7PV3 - [Hn...]

Structure	Cost Function	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power La...	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV66	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00					6600.0	6613.6	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.02	6800.0				50.0	36.5	+
PTV60	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	6000.0	5988.6	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.04	6630.0			0.00	25.0	16.5	+
PTV54	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	0.06	6300.0			0.20	85.0	71.1	+
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	5400.0	5454.6	
BRAINSTEM	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	0.01	5650.0			0.30	80.0	60.7	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01			16.00	0.00	4500.0	2786.2	
SPINAL CORD	Serial	<input type="checkbox"/>	0.01			16.00		3100.0	2961.7	
LT PAROTID	Parallel	<input type="checkbox"/>	212.92	3000.0	<input checked="" type="checkbox"/>	4.00	0.00	50.00	14.12	++++
RT PAROTID	Serial	<input type="checkbox"/>	0.02			1.00	0.00	2600.0	1891.0	
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0			Variable	20.0	16.2	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0			Variable	20.0	14.5	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5200.0			Variable	20.0	12.3	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	4500.0			Variable	20.0	13.0	
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	0.01					7250.0	7123.8	

click to add a new structure>

12-21 | Focus where it matters

H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

Stage 2

Progress Meter@DESKTOP-6ML7PV3 - [Hn...]

Structure	Cost Function	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power La...	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV66	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00					6600.0	6613.6	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.02	6800.0				50.0	36.5	+
PTV60	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	6000.0	5988.6	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.04	6630.0			0.00	25.0	16.5	+
PTV54	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	0.06	6300.0			0.20	85.0	71.1	+
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	5400.0	5454.6	
BRAINSTEM	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	0.01	5650.0			0.30	80.0	60.7	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01			16.00	0.00	4500.0	2786.2	
SPINAL CORD	Serial	<input type="checkbox"/>	0.01			16.00		3100.0	2961.7	
LT PAROTID	Parallel	<input type="checkbox"/>	212.92	3000.0	<input type="checkbox"/>	4.00	0.00	20.00	14.12	
RT PAROTID	Serial	<input type="checkbox"/>	0.02			1.00	0.00	1900.0	1891.0	++++
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0			Variable	20.0	16.2	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0			Variable	20.0	14.5	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5200.0			Variable	20.0	12.3	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	4500.0			Variable	20.0	13.0	
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	0.01					7250.0	7123.8	

12-22 | Focus where it matters

H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

Stage 2

Structure	Cost Function	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power La...	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV66	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00					6600.0	6607.3	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.02	6800.0				60.0	58.4	+
PTV60	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	6000.0	5928.3	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.04	6630.0			0.00	25.0	37.3	++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.06	6300.0			0.20	85.0	164.2	++
PTV54	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	5400.0	5468.4	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5650.0			0.30	80.0	239.5	
BRAINSTEM	Serial	<input type="checkbox"/>	0.01		<input type="checkbox"/>	16.00	0.00	4500.0	2747.0	
SPINAL CORD	Serial	<input type="checkbox"/>	0.01		<input type="checkbox"/>	16.00	0.00	3100.0	3279.3	
LT PAROTID	Parallel	<input type="checkbox"/>	212.92	3000.0	<input type="checkbox"/>	4.00	0.00	20.00	16.59	++++
RT PAROTID	Serial	<input type="checkbox"/>	0.02		<input type="checkbox"/>	1.00	0.00	1900.0	2083.2	
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	6000.0	<input type="checkbox"/>		Variable	20.0	21.9	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0	<input type="checkbox"/>		Variable	20.0	28.2	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	5200.0	<input type="checkbox"/>		Variable	20.0	32.9	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	0.01	4500.0	<input type="checkbox"/>		Variable	20.0	43.6	
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	0.01		<input type="checkbox"/>		Variable	7250.0	7083.5	

12-23 | Focus where it matters

H&N計画演習 – 左耳下腺に Multicriterialを 適用

Phase 1

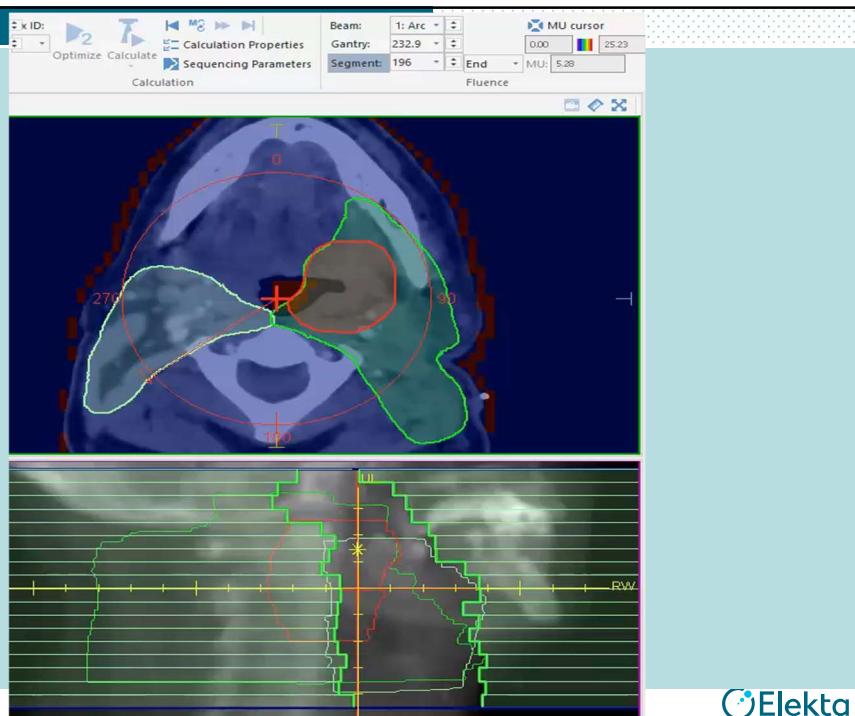
LT PAROTID	V3000cGy < 50 %	37.12 %	37% is tighter than I need	50.00	14.12	++++
RT PAROTID	Dmean < 2600 cGy	2139.4 cGy	I'd like to spare to 2200cGy	2600.0	1891.0	

Structure	Dosimetric Criterion	Actual Value	Statistics	Display
PTV66	V6000cGy > 95 %	96.59 %		✓
PTV60	V6000cGy > 95 %	97.95 %		✓
PTV54	V5400cGy > 95 %	99.77 %		✓
LT PAROTID	V3000cGy < 50 %	39.11 %		✓
RT PAROTID	Dmean < 2600 cGy	2149.6 cGy		✓

	20.00	17.11	++
	1900.0	1913.3	++++

12-24 | Focus where it matters

H&N計画演習 – セグメントのレ ビュー



12-25 | Focus where it matters

Elekta

ワークフロー12 実践演習: H&N VMAT 計画

1. VMAT planを作成する – 患者ID「HnNPlan」 線量制約は次のページを参照
2. 適切なSequencing Parameters, Calculation Properties, IMRT Parametersを選択する
3. Surface Margin, ClearまたはFill機能の適性を評価する
4. 適切なShrink Marginを設定してCost Functionを作成する
5. 効果的なSIB計画のためにターゲットに対し適切な階層順序を設定する
6. 設定する補正值が不明な場合はMulticriterialを使用してみる
7. 第2段階(Segment化)まで計算させる

12-26 | Focus where it matters.

© 2019 Elekta all rights reserved. Confidential and proprietary information.

Elekta

H&N 計画 処方

輪郭名	目標値
PTV66	D95 \geq 66.00 Gy 30fx D20 < 処方線量の110% (=72.60Gy) D99 > 処方線量の93% (=61.38Gy)
PTV60	D95 \geq 60.00 Gy 30fx D20 < 処方線量の110% (=66.00Gy) D99 > 処方線量の93% (=55.80Gy)
PTV54	D95 \geq 54.00 Gy 30fx D20 < 処方線量の110% (=59.40Gy) D99 > 処方線量の93% (=50.22Gy)
Spinal Cord	D _{max} \leq 45.00 Gy
Brainstem	D _{max} \leq 54.00 Gy
Parotids	D _{mean} < 26.00 Gy (どちらか片方) 又は D50 < 30.00 Gy (どちらか片方)
Unspecified Tissue (patient)	D1cc < 72.60Gy 又は D1% < 72.60Gy

ワークフロー 13

Monaco IMRT/VMAT 計画

Coverageの改善方法

E009469 ¥ 1.0

目的: Coverageの改善方法

Coverageの改善方法

- Sensitivity Analysisツールの機能を確認する
- Sensitivity Analysisツールを使用して計画プロセスを進める
- IMRTダイアログボックスでManual Weightingオプションの操作方法を確認する

Sensitivity Analysis (感度分析)

Monaco@DESKTOP-GF5VDK - [PPHnemh1, test], CT1, Transition

Tools Workspace Fusion Contouring Plan Options Planning Output

Rx ID: 2 Optimization Calculation Properties Sequencing Parameters

Beam: 1: New beam Gantry: 190.0 MU: 0.00 65.75

Grid Type: Dose SS Units: 20,000 174,000

Volume Curator Grid Volume Plan Approval Status

カバーレッジ改善のヒント

Sensitivities tabを選択

1

IMRT Constraints

Structure	Cost Function	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (Gy)	Multicriterial	Isoconstrant	Isoeffect	Relative Impact
SS PTV 70	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00			70.000	70.307	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.05	71.000		1.500	1.927	++
SS PTV 66	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00			66.000	66.540	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.02	70.000		0.000	0.080	+
SS PTV 63	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	67.000		1.500	1.474	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	63.000		63.000	63.438	
SS PTV 57	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.33	66.000		0.050	0.049	+++
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	64.000		1.500	0.971	
Brainstem	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	57.000		57.000	57.556	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	63.000		0.200	0.193	
Spinal cord	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	58.000		1.500	1.414	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	45.000		35.323		
Larynx	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	31.000		31.000	28.699	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	40.000		40.000	36.181	
Left parotid	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.06	40.000		45.000	43.54	++
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.04	25.000		23.683		
Right parotid	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	45.000		45.000	44.007	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	3.55	37.000		0.700	0.693	++++
lc	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.800	0.793	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	
patient	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	

IMRT Constraints Structures Prescription Beams Dose Reference Points

Slice Mode: 5 | 0.50 | 21.05 | 3764 | cm | Active Slice: 62 | 103 | Press Optimize to begin stage 2 | Planning Activity | Max Dose: 77.190 Gy

Monaco@DESKTOP-GF5VDK - [PPHnemh1, test], CT1, Transition

Tools Workspace Fusion Contouring Plan Options Planning Output

Rx ID: 2 Optimization Calculation Properties Sequencing Parameters

Beam: 1: New beam Gantry: 190.0 MU: 0.00 65.75

Grid Type: Dose SS Units: 20,000 174,000

Volume Curator Grid Volume Plan Approval Status

2

コールドスポットの任意のボクセルを選択します。

3

[SS PTV 63]の[Quadratic Overdose]が100%になっています。これは、このコスト関数がコールドスポットの最大の原因であることを示しています。

Structure	Cost Function	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (Gy)	Multicriterial	Isoconstrant	Isoeffect	Relative Impact
SS PTV 70	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00			70.000	70.307	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.05	71.000		1.500	1.927	++
SS PTV 66	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00			66.000	66.540	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.02	70.000		0.000	0.080	+
SS PTV 63	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	67.000		1.500	1.474	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	63.000		63.000	63.438	
SS PTV 57	Target Penalty	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.33	66.000		0.050	0.049	+++
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	64.000		1.500	0.971	
Brainstem	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00	57.000		57.000	57.556	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	63.000		0.200	0.193	
Spinal cord	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	58.000		1.500	1.414	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	45.000		35.323		
Larynx	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	31.000		31.000	28.699	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	40.000		40.000	36.181	
Left parotid	Parallel	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.06	40.000		45.000	43.54	++
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.04	25.000		23.683		
Right parotid	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	45.000		45.000	44.007	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	3.55	37.000		0.700	0.693	++++
lc	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.800	0.793	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	
patient	Serial	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	46.000		0.000	0.000	

IMRT Constraints Structures Prescription Beams Dose Reference Points

Slice Mode: 5 | 0.50 | 21.05 | 3764 | cm | Active Slice: 62 | 103 | Press Optimize to begin stage 2 | Planning Activity | Max Dose: 77.190 Gy

Monaco@DESKTOP-GFJIVDK - [PPHNewh1, test1, CT1, Transition]

Tools Workspace Fusion Contouring Plan Options Planning Output

Close Plan Delete Plan Import Plan Template Plan

New Beam Delete Beam Edit Beam Beam

Undo Snap Rays to Port Snap Black

Rx ID: 2 Optimization Calculation Sequencing Parameters

Beam: 1: New beam MU cursor: 0.00 66.84

Grid Type: Dose SS Units: 20.000 74.000

Volume Center Structure Grid Volume

Plan Approved Status

必要な線量が得られるまで、値を変えて計算を繰り返します。

IMRT Constraints

Structure	Cost Function	Isocostraint	Isoeffect	Relative Impact	SS PTV 70	SS PTV 66	SS PTV 63	SS PTV 57	Point Sensitivity
SS PTV 70	Target Penalty	70.000	70.446						0.00
	Quadratic Overdose	1.500	1.481	++	0.000	0.000	0.000	0.000	1.01
SS PTV 66	Target Penalty	66.000	66.555						0.00
	Quadratic Overdose	0.980	0.977	+	0.000	0.000	0.000	0.000	0.96
SS PTV 63	Target Penalty	63.000	63.419						0.12
	Quadratic Overdose	0.250	0.248	+++	0.000	0.000	0.000	0.000	100.00
SS PTV 57	Target Penalty	57.000	57.996						0.09
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Brainstem	Serial	40.000	39.989						0.04
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.03
Spinal cord	Serial	31.000	28.771						0.00
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.01
Larynx	Serial	40.000	36.230						0.00
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.01
Left parotid	Serial	45.000	43.92	+					0.00
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
Right parotid	Serial	25.000	23.936	+					0.00
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
OC	Serial	45.000	43.991						0.00
	Quadratic Overdose	0.700	0.696	+++	0.000	0.000	0.000	0.000	13.85
patient	Serial	0.800	0.792		0.000	0.000	0.000	0.000	0.62
	Quadratic Overdose	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.04

④ Quadratic OverdoseのIsocostraintの線量を緩和する。

IMRT Constraints Structures Prescription Beams Dose Reference Points

Size Mode 5.00 21.02 13.04 cm Press Optimizer to begin stage 2 Planning/Results Max Dose: 74.8 Gy

Manual Weighting

Manual Weights

Weight が5%以下の場合に最適

・チェックなし

Manual	Weight
<input type="checkbox"/>	1.00

最適化ツールがWeightをコントロール

・チェックあり

Manual	Weight
<input checked="" type="checkbox"/>	6.00

ユーザーがWeightをコントロール

ステージ2の後に使用可

The screenshot displays the IMRT optimization interface. On the left, a Pareto plot shows Volume (%) vs. Dose (cGy) for various structures. On the right, a CT scan shows the patient's anatomy with various contours and a 150 cGy isodose line. The main window shows the 'IMRT Constraints' table.

Structure	Cost Function	Delete	Enabled	Status	Manual	Weight	Reference Dose (cGy)	Multicriterial	Power Law Exponent	Shrink Margin (...)	Isoconstraint	Isoeffect	Relative impact
PTV66	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					6600.0	6540.4	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.85	6800.0				50.0	54.1	++
PTV60	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00				0.00	6000.0	5844.5	
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.07	6620.0				15.0	10.7	+
PTV54	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	5.06	6300.0			0.20	80.0	81.9	+++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.00					5400.0	5346.2	
BRAINSTEM	Target Penalty	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	1.35	5650.0			0.30	80.0	78.6	++
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01				16.00	0.00	4500.0	2678.8
SPINAL CORL	Serial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.11				16.00	0.00	3100.0	3099.2
	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	179.73	3000.0			4.00	0.00	20.00	20.41
RT PAROTID	Serial	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	102.75				1.00	0.00	1800.0	1837.5
	Parallel	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.17	6000.0				Variable	10.0	9.4
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5600.0				Variable	20.0	12.4
	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01	5200.0				Variable	20.0	15.2
patient	Quadratic Overdose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	2.13	4500.0				Variable	20.0	19.9
	Maximum Dose	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	On	<input type="checkbox"/>	0.01					7250.0	7152.7	+++