

一気にIDL70%ではダメなのか？

～段階的IDL調整の意義～



筑波メディカルセンター病院

○ 加藤 雄一¹⁾

若林 亮¹⁾、渡部 大将¹⁾、猪平 将也¹⁾、
染谷 正樹¹⁾、高橋 祐人¹⁾、鈴木 宥翔¹⁾、
伊東 善行¹⁾、竹林 浩孝¹⁾、大城 佳子²⁾

※ 放射線技術科¹⁾ ※放射線腫瘍科²⁾



公益財団法人

筑波メディカルセンター

TSUKUBA Medical Center Foundation

背景

Iso Dose Line処方のメリット

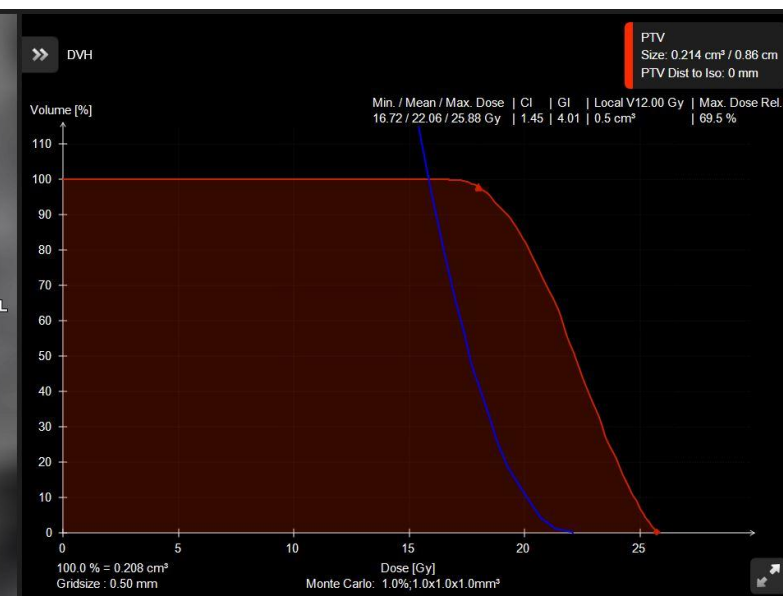
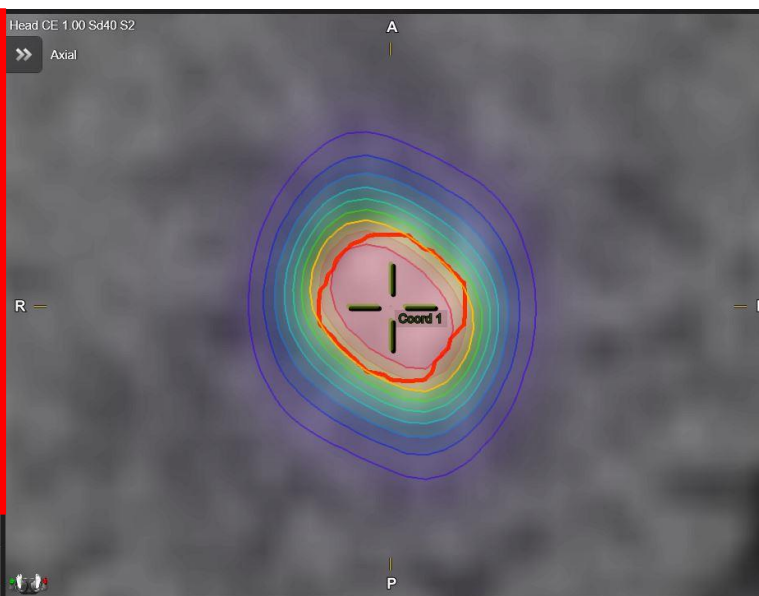
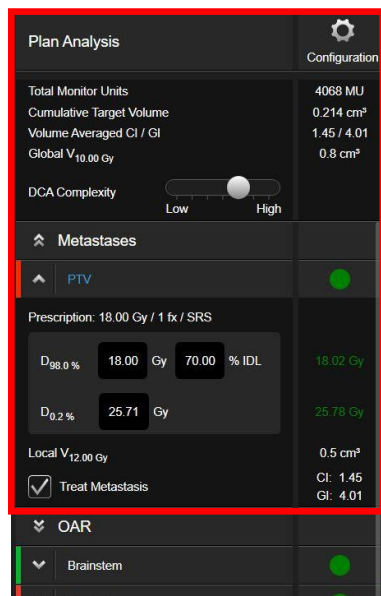
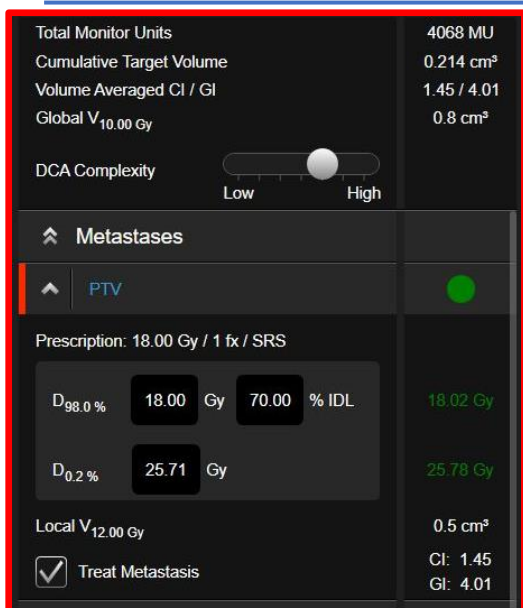
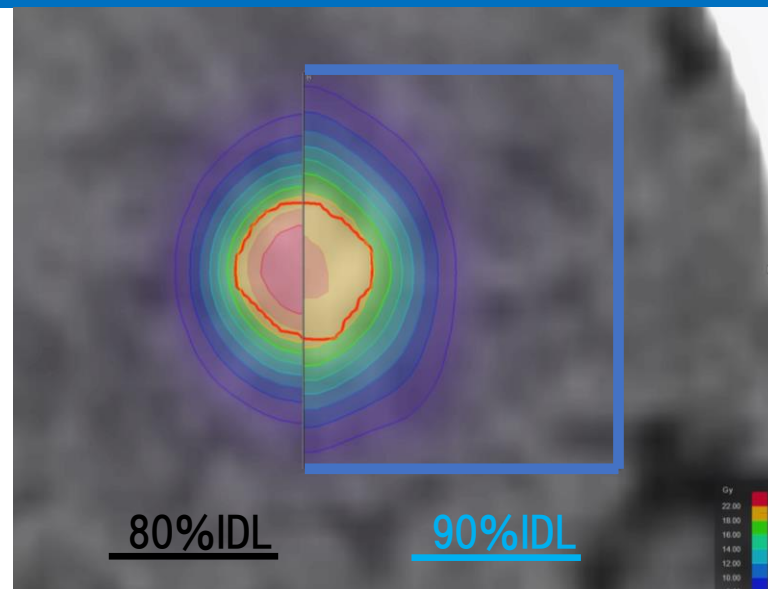
- 中心線量が高い
 - 生物学的効果の観点から有利 局所制御率の向上
- 線量勾配(Dose fall-off)が急峻なプランを作成可能
 - 正常組織(脳)への線量低減

J Appl Clin Med Phys. 2019 Dec 3;20(12):63–69 Yuan Xu

IDL処方(60~80%)がLINACにも普及

Elementsの特徴

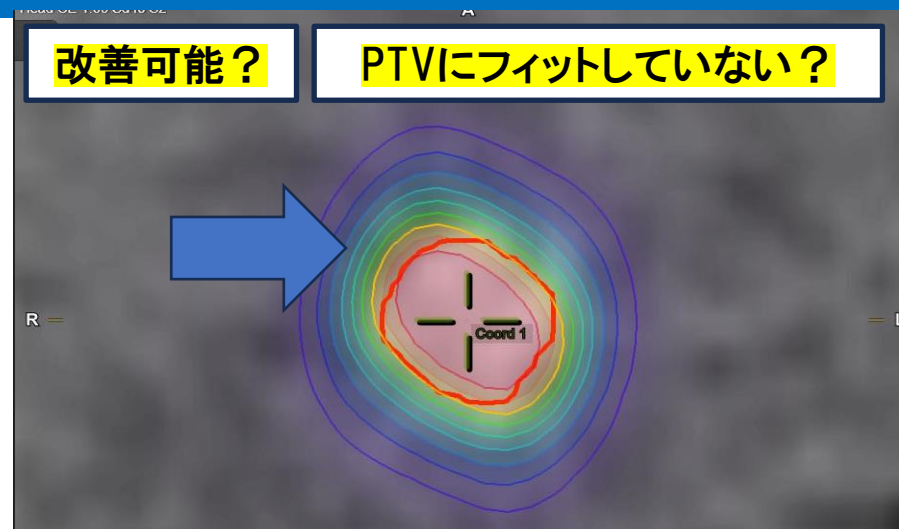
- SRSに適したプランを簡単に作成可能
- 合格ラインのプランが一発目で作成されることが多い
- 分布改善の余地があるか試行しないと分からない



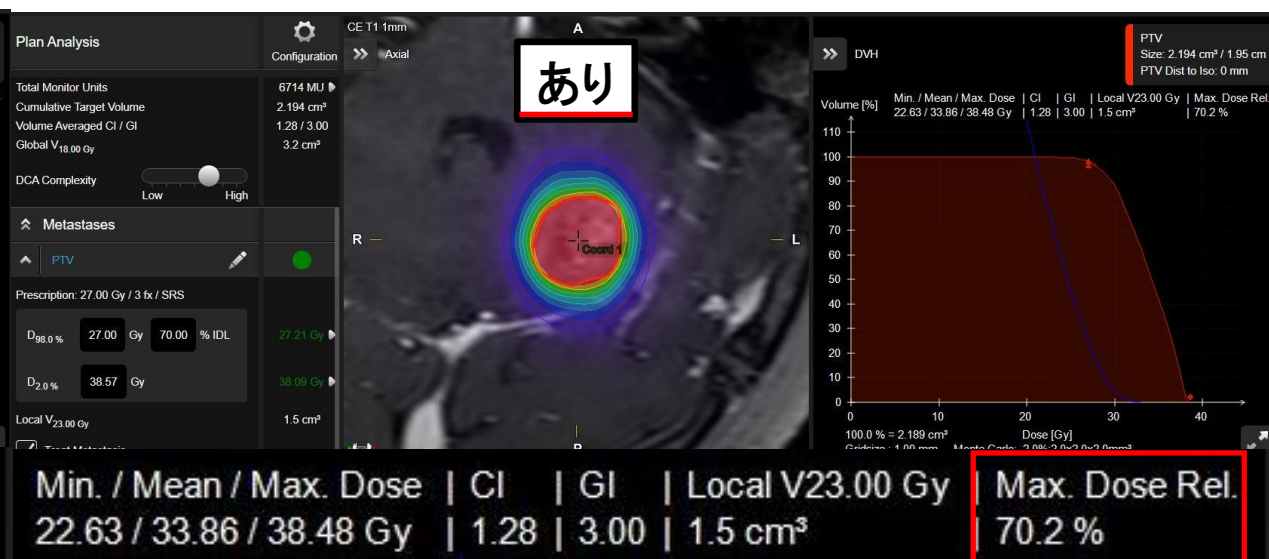
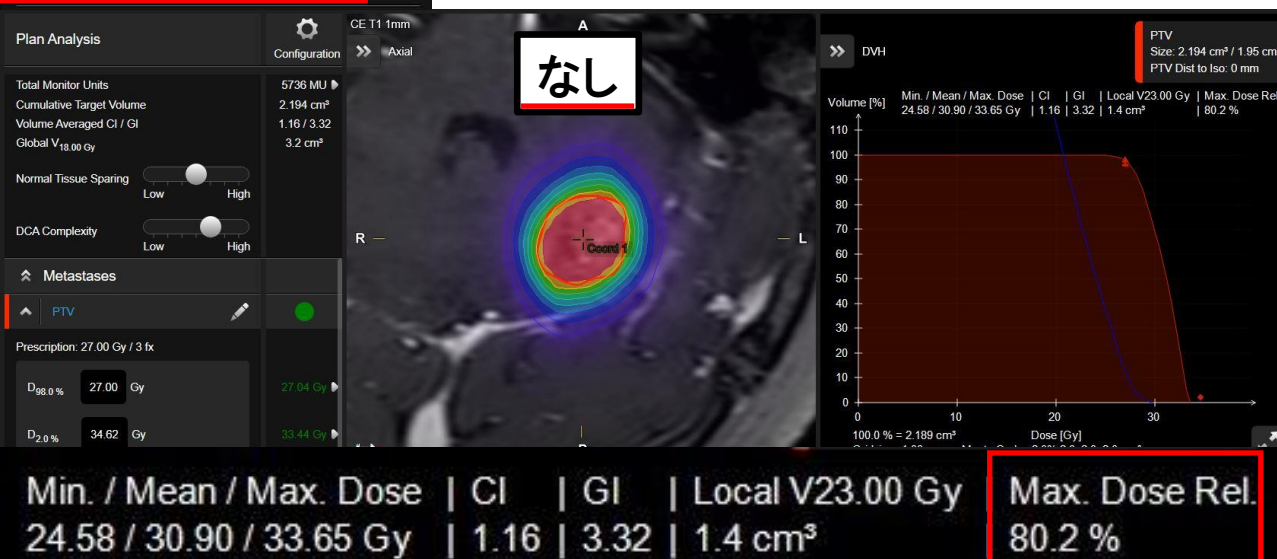
背景

一気に70%IDLの落とし穴

- ElementsではD_{○○%}・Dmax・IDL○○%の制約が強く働く
- PTV形状にフィットしたMLCの形状や、
コリメーター角度の最適化等が不十分になるケースがある
(特に5mm MLC LINAC、小体積の腫瘍)



→ チェックを外せばConformity index優先でプラン可能だが。。複数のPTVすべてに適用される



- 一気に70%IDLで作成して即OKやSRS Prescription外して即OKでは、ベストなプランを見逃す可能性がある

解決策 ～90%IDLから下げるだけ～

➤ Arc数、Table角度、DCA complexity、D98/D99、Dmax、辺縁線量(IDL)、etc...



- それぞれの項目に対してマニュアルで値を入力し、その都度インバースプランニングの計算を実施する
- 計算してみるまで分からない
- 改善するのかゴールが見えない
- あまり改善が見込めないケースもあり

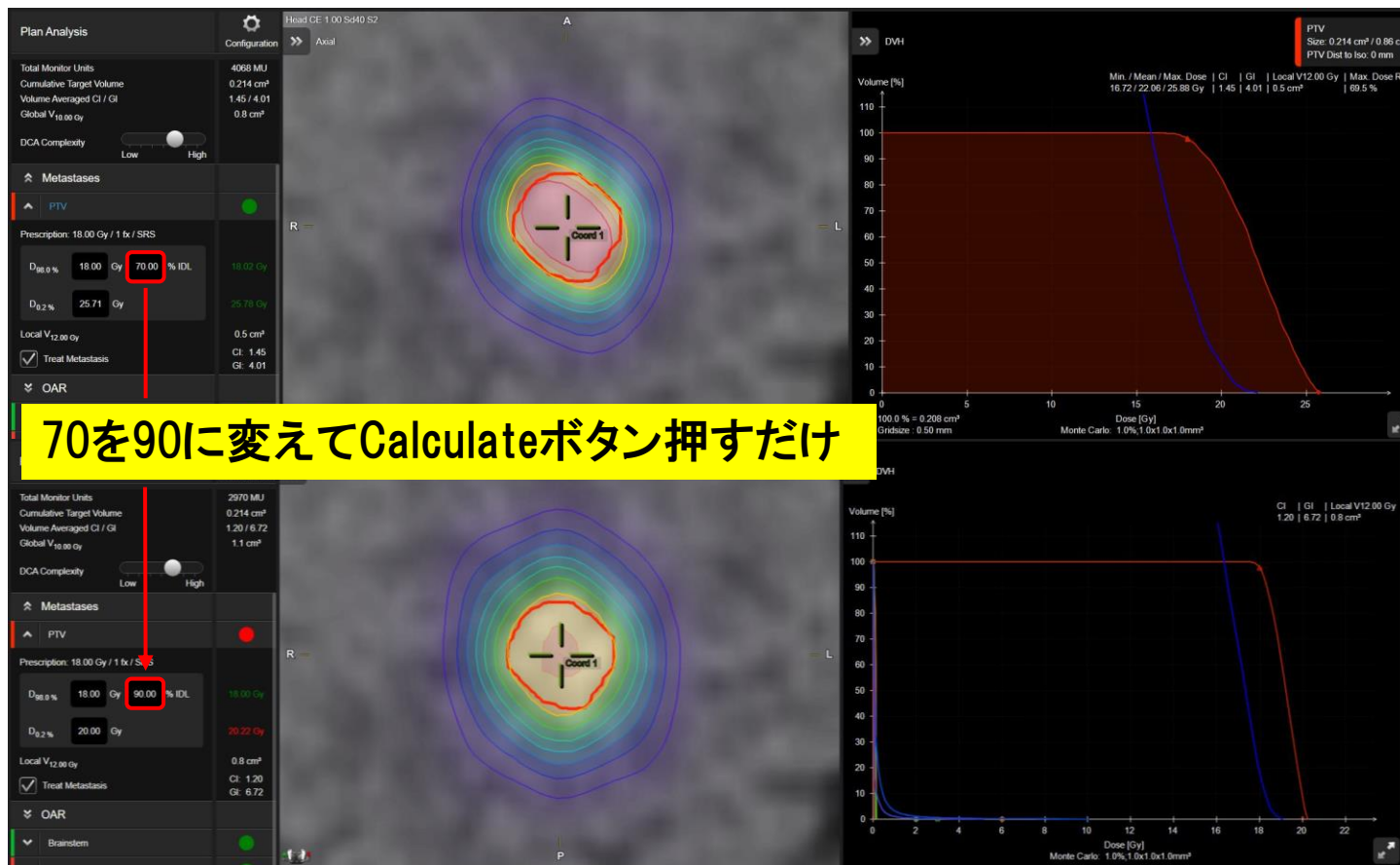
手間がかかる

➤ まずは70%IDLを**90%IDL**に変更する



- 線量分布改善の余地が判別可能
- 複数のPTVがある場合
各PTVそれぞれの調整が可能
- 改善するゴールが見える

簡単



★ 5mmMLCや小体積で著効するが、簡便なのでとりあえず試すのもアリ ★

90%IDLで何が起きるか？

まずは90%IDL処方の方のメリット

- 線量勾配が少し緩やかになり広がる → MLCを多めに広げたりMLCの使用枚数が増える

オートメーション化されているコリメータ角度の最適化計算が改善される



ブラッシュアップ手順 ～段階的にIDLを下げる～

- 段階的にIDLを調整

90% → 85% → 80% → 75%…と段階的に下げる

最適なコリメータ角度が維持される下限IDLを探索

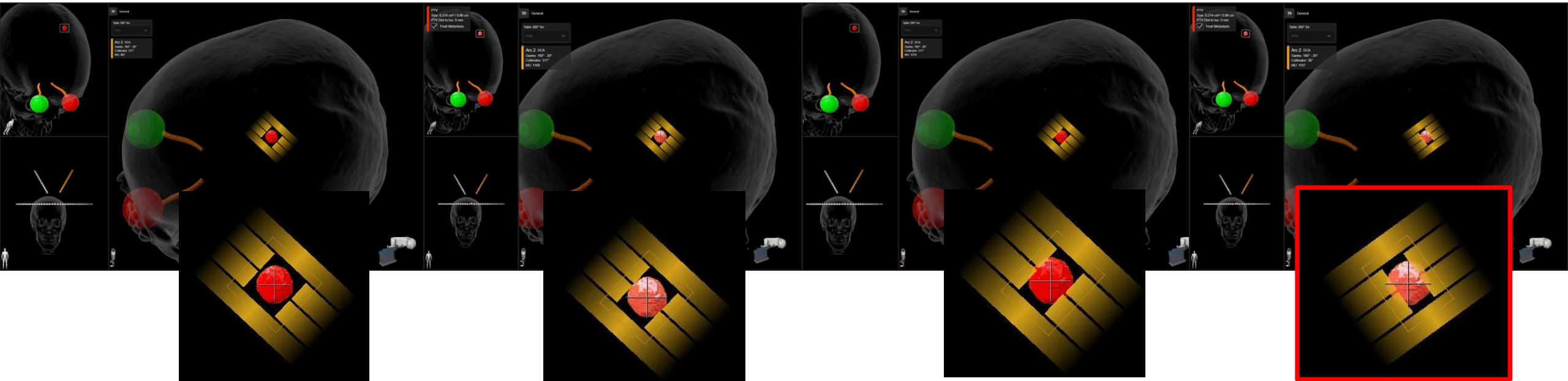
80%と75%の間まで維持される

90%IDL

85%IDL

80%IDL

75%IDL



コリメータ角度：317°

317°

317°

36°

80%ぐらいまで維持されるケースが多い

ブラッシュアップ手順

90%IDL 処方をそのまま採用しない

段階的IDL調整で、最適なコリメータ角度を維持したまま、低いIDL処方の検討が可能

90%IDL



Total Monitor Units	2970 MU
Cumulative Target Volume	0.214 cm³
Volume Averaged CI / GI	1.20 / 6.72
Global V _{10.00 Gy}	1.1 cm³

DCA Complexity



Plan Analy

Total Monitor Units
Cumulative Target Volume
Volume Averaged CI / GI
Global V_{10.00 Gy}

0.214 cm³
1.20 / 6.72
1.1 cm³

DCA Complexity

Low High

Metastases

PTV

Prescription: 18.00 Gy / 1 fx / SRS

D_{95.0%} 18.00 Gy 90.00 % IDL 18.00 Gy

D_{02.2%} 20.00 Gy 20.22 Gy

Local V_{12.00 Gy}

0.8 cm³

CI: 1.20

GI: 6.72

Treat Metastasis

Other

Brainstem

Eye Left

Eye Right

Lens Left

Lens Right

Optic Nerve Left

Optic Nerve Right

Other

GTV 01

Ventricles

Whole Brain

Chiasm

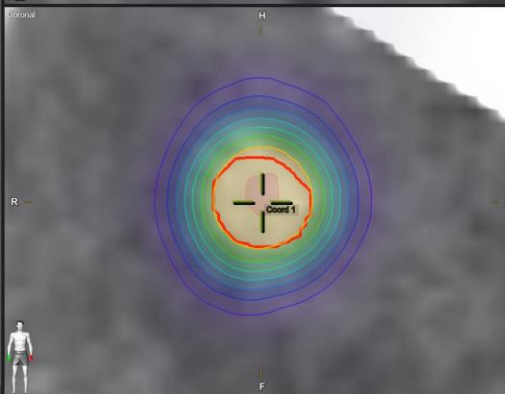
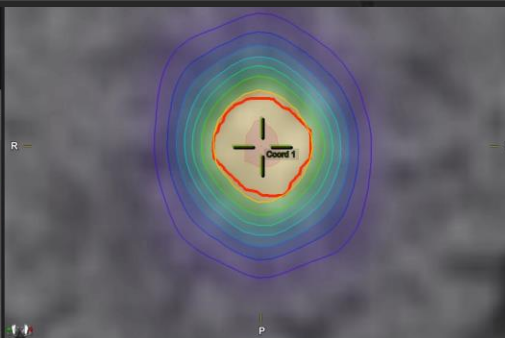
Cochlea Left

Cochlea Right

Optic Tract Left

Optic Tract Right

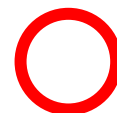
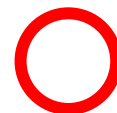
Spinal Cord



中心線量が高く線量勾配が急峻



CI / GI 改善



80%IDL



Configuration

Total Monitor Units	3745 MU
Cumulative Target Volume	0.214 cm³
Volume Averaged CI / GI	1.18 / 4.59
Global V _{10.00 Gy}	0.7 cm³

DCA Complexity



Plan Analy

Total Monitor Units
Cumulative Target Volume
Volume Averaged CI / GI
Global V_{10.00 Gy}

3745 MU
0.214 cm³
1.18 / 4.59
0.7 cm³

DCA Complexity

Low High

Metastases

PTV

Prescription: 18.00 Gy / 1 fx / SRS

D_{95.0%} 18.00 Gy 90.00 % IDL 18.00 Gy

D_{02.2%} 22.50 Gy 23.90 Gy

Local V_{12.00 Gy}

0.5 cm³

CI: 1.18

GI: 4.59

Treat Metastasis

Other

Brainstem

Eye Left

Eye Right

Lens Left

Lens Right

Optic Nerve Left

Optic Nerve Right

Other

GTV 01

Ventricles

Whole Brain

Chiasm

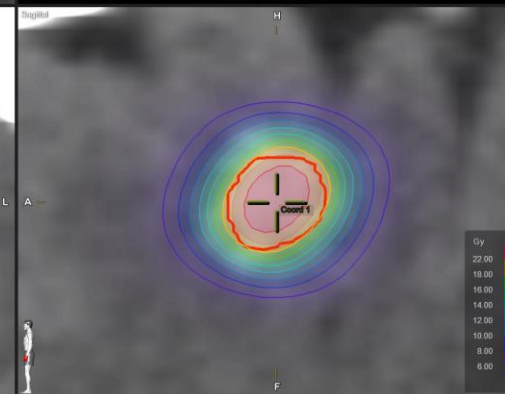
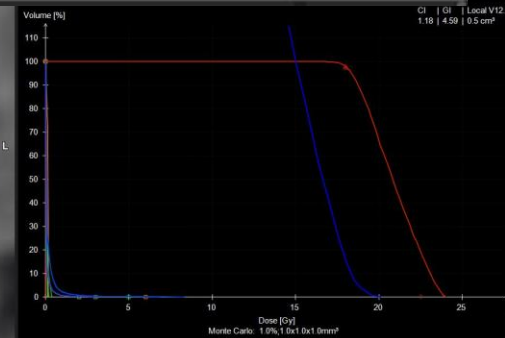
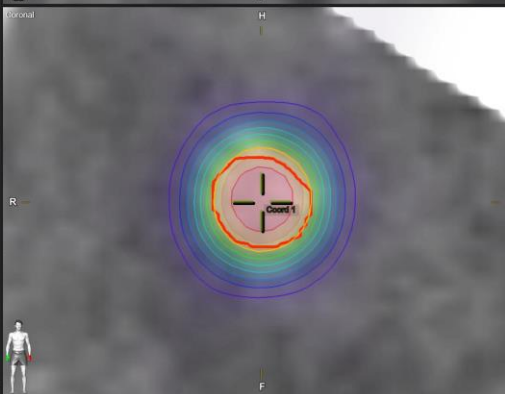
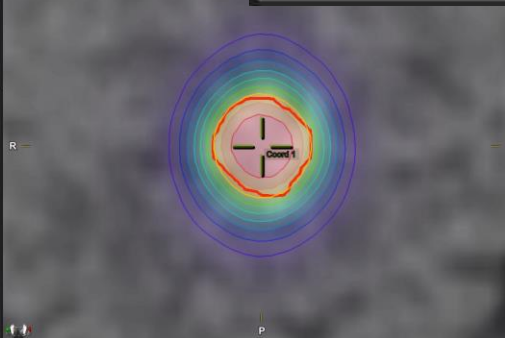
Cochlea Left

Cochlea Right

Optic Tract Left

Optic Tract Right

Spinal Cord



TIPS ～同IDLでも分布が異なる～



90%IDL → 80%IDL : IDL90%計算時の最適化されたコリメータ角度が維持される

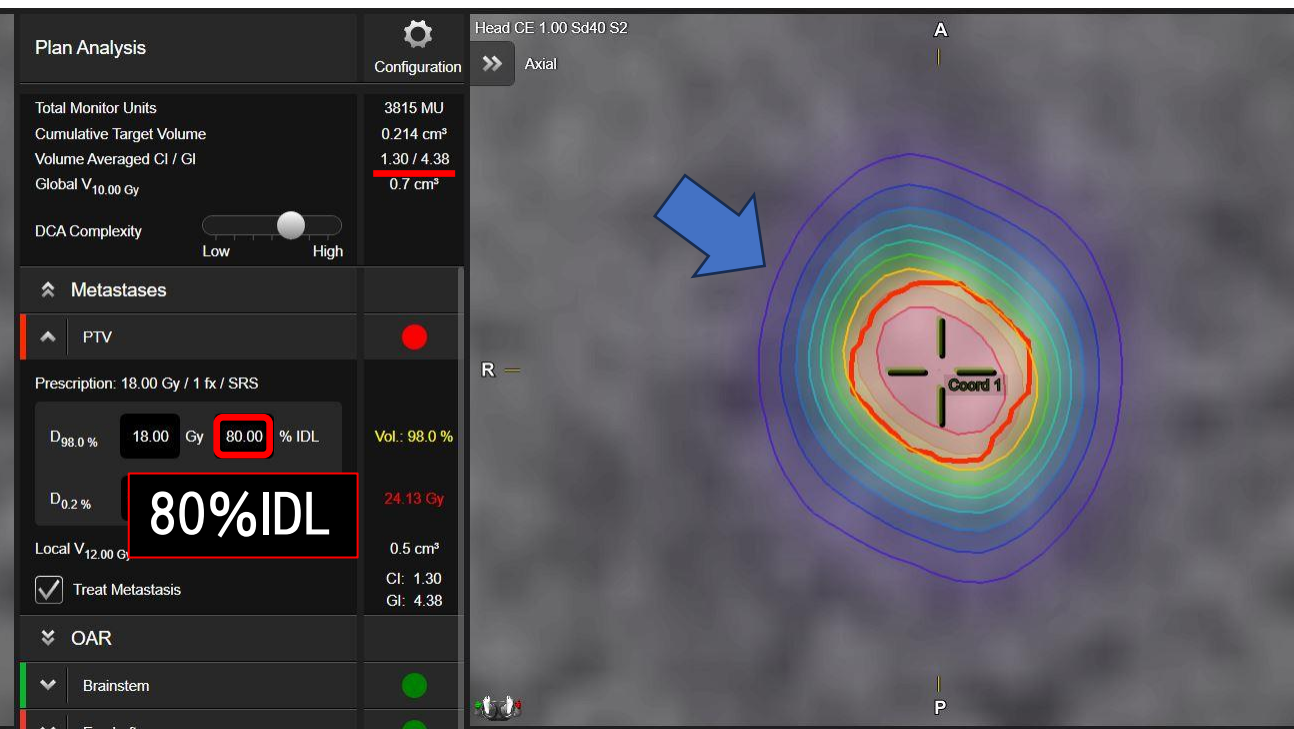
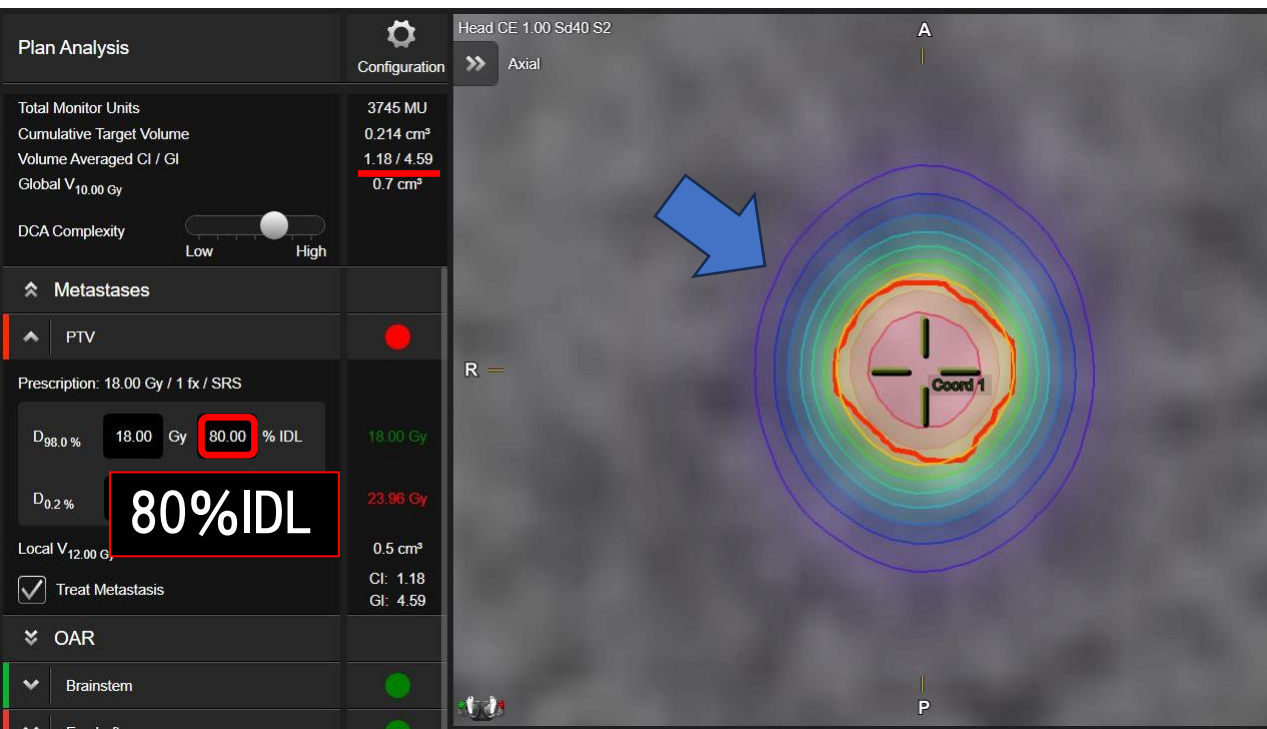


70%IDL → 80%IDL : IDL70%計算時の不十分なコリメータ角度が維持される

同じ80%IDL(その他パラメータも同じ)でも線量分布が異なる

90%IDL → 80%IDL

70%IDL → 80%IDL



更に検討する場合

段階的IDLでコリメータ角度の最適化を検討するArcに目星をつけた後。。

- Table角度をマニュアルで微調整($\pm 5^\circ$ 程度)
 - 検討Arc角度付近のArc数を増やす
- ➡ コリメータ角度の最適化を改善する可能性がある

あるいは、

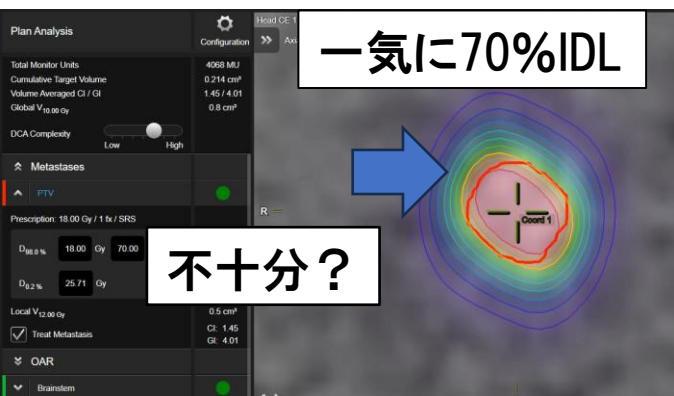
- SRS Prescription のチェックを外して、CIの優先度を高めてCalculateボタンを押す
- 下限IDLの目安確認後、SRS Prescription のチェックを戻し、各PTVに対し個別調整

段階的IDL探索で見つけた下限IDLよりさらに低いIDLでより良好なプランを実現可能な場合がある

(Arc数やDCA Complexityの調整のみでは線量改善の改善が限定的)

時間がかかるので、

患者背景(緊急性など)を考慮して段階的IDLの下限採用を検討するのもアリ



まとめ

- 一気に70%IDLではPTVフィットやCI/GI改善の余地がある可能性
- 段階的IDL調整（90%から下げていく）：
最適なコリメータ角度が維持される下限IDLを確認しつつ、線量分布を最適化
- Table角度微調整：コリメータ角度の最適化と低いIDLが両立できる可能性あり
90%IDLスタート → 段階的IDL（→ 他のパラメーター調整検討）が効率的
- 70%IDL → 80%IDLは× 90%IDL → 80%IDLが○

段階的にIDLの数値を下げることにより、簡便かつ迅速により良いプラン作成が可能となる