ZAP-X Radiosurgery System
治療計画マニュアル

ZAP Surgical Systems
590 Taylor Way
San Carlos, CA 94070, 米国

序文

ZAP Surgical Systems は、本ガイドを提供するにあたり、商品性および特定目的への適合性の黙示の保証を含む（ただし、必ずしもこれらに限定されない）あらゆるものに関して、黙示または明示を問わず、いかなる保障も行わないものとします。 ZAP Surgical Systems、ならびにその取締役、役員、代表者、子会社、従業員、代理店、後継者および譲受人は、黙示または明示を問わず、権限がない、研修を受けていない、または無資格の担当者による、Radiosurgery 製品の不適切な取扱いに起因する、顧客、ユーザー、サービス担当者の傷害・死亡・損失に対して、一切の法的責任を負いません。ZAP Surgical Systems は、ZAP Surgical Systems による認可を受けていない、研修を受けていない、および ZAP Surgical Systems の関係者以外の人物による Radiosurgery System コンポーネントの濫用、誤用、不注意、不正加工に対して、一切の法的責任を負うことを明示的に否定します。

製品が何らかの方法で改変された場合、そのような製品に関連する全ての保証は無効になります。 ZAP Surgical Systems は、サブシステムまたはコンポーネントに対する無許可の改変または交換に関して、一切の責任を負いません。

適切な手入れとメンテナンスを行うことで、システムの予測動作寿命は 10 年になります。

本書は、ZAP-X Radiosurgery System（「システム」または「ZAP-X System」）用マニュアルです。本書の原文は英語で書かれています。

ユーザーおよび/または患者への通知：デバイスに関連して発生した重大なインシデントは、ZAP Surgical Systems,、または権限のある代表者、ユーザーおよび/または患者の居住する加盟国の管轄当局に報告される必要があります 。

欧州委任代理人	**Notified Body**
ICON (LR) Limited South Country Business Park, Leopardstown, Dublin 18, Ireland +353 (1) 291 2000	BSI Group オランダ Say Building John M. Keynesplein 9, 1066 EP Amsterdam. The Netherlands

システム情報

注意：米国では、法律により、本デバイスの販売は医師による販売または医師の注文による販売に制限されています。

注：

本書には、ZAP-X Radiosurgery System の複数の機能に関する説明が含まれています。Radiosurgery System の一部機能はオプションであるため、本書の手順のなかにはシステムに適用されない場合があります。

オプションをご利用いただけるかどうかは、特定の国の規制当局の承認によって決まるため、国によって異なります。

ZAP Surgical Systems は、適切な操作と ZAP-X Radiosurgery System の使用を確実にするために本書を改訂し、必要に応じて内容を随時変更する権利を留保します。

装置の説明

ZAP-X® Radiosurgery System（「ZAP-X System」またはシステム）は、非侵襲的な定位手術的照射を行うためのコンピュータ制御システムで、電離放射線に対して自己遮蔽されます。 ガントリ取り付け型線形加速器は、ZAP-X System に治療用放射線源を提供し、kV 画像システムを使用して治療標的を正確に特定します。 放射線治療の開始時に、3 軸自由度を備えた患者台が患者の頭部をシステムのアイソセンターに移動させ、システムのドアとシェルを閉じて遮蔽を完成させます。患者の骨格の解剖学的形態の X 線画像を使用することにより、治療標的をシステムのアイソセンタに合わせることが可能になります。 ZAP-X System の kV imaging system が治療中の患者の体動を追跡し、治療台を精密に調整してそのような体動を補正します。

使用目的および対象ユーザー

ZAP-X Radiosurgery System は、放射線治療が適応とされる場合に、脳、頭頸部の腫瘍、病変、および症状に対して、治療計画と画像誘導による定位手術的照射および高度放射線治療を提供することを目的としています。

使用上の禁忌は確認されていません。

このシステムは、放射線治療の臨床応用の訓練を受けた医師、医学物理学者、放射線療法士が使用することを目的としています。

このシステムは、5 パーセンタイル値の女性から 95 パーセンタイル値の男性の身体寸法で、最大体重が 135kg の患者の頭頸部の治療に使用することを目的としています。

臨床的有用性：放射線療法の進歩は、癌患者の長期転帰の改善に寄与しています。新しい技術は、局所的な癌性組織への集中照射と、周囲の正常組織への線量を減らし、治療の合併症を減らすという 2 つの主要な方法で癌の転帰を改善することを目標としています。定位手術的照射（SRS）などの高度な技術が実装され、高度な 3D コンピューターイメージングを使用して、変調された光子ビームの焦点を正確に合わせ、高濃度の放射線を正確な標的領域に照射します。多くの場合、これらの標的領域は、従来の侵襲的手術では容易に到達できません。この特異的な治療には、周囲の正常組織への放射線量を最小限に抑えながら、患部への最大線量の照射を可能にするという利点があります。

安全上の注意と警告

Radiosurgery System の安全な操作には、線形加速器ならびにその他の複雑な手術的照射および放射線治療装置の使用に関連する重大な危険に注意を払い、危険を回避または最小限に抑える方法と緊急手順に精通している必要があります。研修を受けずに、または不注意に Radiosurgery System を操作すると、システム、そのコンポーネント、または他の特性を損傷する可能性があります。 すなわち、パフォーマンスの低下を引き起こし、深刻な人身傷害および、場合によっては死をもたらす恐れがあります。
Radiosurgery System の操作や保守点検を行う人、またその他関係者は、本書を読んでその内容を十分に理解し、自分自身、同僚、患者、および機器を防護するための予防措置を講じる必要があります。設置の各手順で、仕様に関する特定の警告と注意が示されます。許可された担当者のみがシステムの設置を認められています。

警告：すべてのユーザーは、ZAP-X Radiosurgery System または関連するコンピューターを使用する前に研修を受ける必要があります。

警告：本アセンブリには、致命的な感電性ショックを引き起こす可能性のある高電圧回路が含まれています。Radiosurgery System の操作や作業の際は、安全上の注意を厳守してください。

ハードウェアコンポーネントの保守点検を行うのは、資格のあるサービス担当者に限定してください。 Radiosurgery System のハードウェアコンポーネントまたは関連する治療計画システムの機能が期待どおりに機能しない、または既定の臨床プロトコルと矛盾する結果が生じると思われる場合は、ZAP Surgical Systems, Inc.までお問い合わせください。

カスタマーリリースノートは ZAP によって提供されています。これには機能の説明と既知の問題および制限が記載されています。

装置の廃棄

ZAP 製品が耐用年数に達し、施設が装置の撤去を希望する場合は、ZAP 社カスタマサポートまでご連絡いただき、コンポーネントの使用を中止して取り外しの上、適切に廃棄してください。

メンテナンス

TPS コンピューターのユーザーメンテナンスは必要ありません。システムのその部分のメンテナンスについては、照射マニュアル（p/n E0920-00044）を参照してください。

規制区分

ZAP-X Radiosurgery System の規制区分は以下の通りです。

- 感電性ショックに対する保護：クラス I、恒久的に接続されています。
- 適用部品：患者治療台のみ。タイプ B
- 滅菌または消毒の方法：不要。

- 可燃性混合物の存在下での安全度：可燃性混合物の存在下での使用には不適です。
- 動作モード：連続。

マニュアル

ZAP Surgical Systems は、ZAP-X Radiosurgery System の一連のユーザーマニュアル（使用説明書）を提供しています。文書セットの治療計画マニュアルと照射マニュアルを以下で解説します。

警告：本書に示されているサンプルデータは、現実的な臨床データを表すことを意図したものではありません。治療計画または照射にサンプルデータを使用すると、患者への治療ミスにつながる可能性があります。ユーザーは、特定の状況に適したデータ値を決定する責任を単独で負うものとします。

注：本書は、その国の必要性に応じて、ZAP Surgical Systems によって当該国の母国語に翻訳されています。

注：マニュアルの画像が Radiosurgery System と正確に一致しない場合があります。

治療計画マニュアル：治療計画マニュアル（本書）には、治療計画システム を使用した画像検査の読み込みに関する以下の説明が記載されています。治療計画の立案、修正、評価。 治療計画テンプレートの作成および修正。 ワークビームデータ収集ツール、データのエクスポートおよび計画データの印刷。

照射マニュアル：照射マニュアル（p/n E0920-00044）には、安全情報、システムの起動とシャットダウンの手順、照射システムの概要、患者の準備、治療室の操作、照射手順など、照射に関する説明が記載されています。

関連するマニュアルの電子版は、www.ZAPsurgical.com / instructions-for-use からダウンロードが可能です。 アクセスするためのパスワードについては、サービス担当者にお問い合わせください。

表記規則

本書では、以下に説明する規則が使用されています。ZAP-X Radiosurgery System を使用する前に、これらの規則をよくご確認ください。

左/右マウスボタン

本書では、マウスのプライマリボタンがマウスの左ボタンであると仮定しています。一部のコンピューターでは、マウスの右ボタンをプライマリとして使用するように設定されている場合があります。 説明されている操作は、お客様の責任範囲で適宜マッピングしてください。

数値表示形式

ZAP-X Radiosurgery System のソフトウェアおよび治療計画システムでは、以下の数値表記規則を使用するように構成されています。

- ピリオド文字（.）を小数点記号として使用し、コンマを千単位の区切り文字として使用します。
- コンマ文字（,）を小数点として使用し、ピリオドを千単位の区切り文字として使用します。

警告：システムの設定を理解し、それに従っていることを確認してください。数値データを誤って入力すると、誤った治療または患者への危害をもたらす可能性があります。

日付表示形式

Treatment Planning Software （TPS）および Treatment Delivery Software （TDS）では、デフォルトで DD-MMM-YYYY の日付形式が使用されます。MMM は、25-Dec-2018 など、月名の 3 文字が略語として使用されます。別形式の使用については、ZAP サービスエンジニアにご相談ください。

警告、注意、注釈の記号

本書では、以下の特別な表記を使用して、重要な情報への注意を促しています。

警告：本デバイスの使用または誤用に関連する傷害、死亡、またはその他の重大な副作用の可能性をユーザーに警告する記述です。

注意：本デバイスの使用または誤用に関連する問題の可能性をユーザーに警告する記述です。 注意事項には、危険を回避するために取るべき予防措置が含まれています。

注：事案に関する詳細情報を提供します。

特定の警告、注意、注釈

警告：出力の品質は入力データの品質に大きく依存します。データを使用する前に、入力データの単位、識別、またはその他の品質に関する不規則性や不確実性を徹底的に調査する必要があります。

警告：ZAP-X Radiosurgery System のソフトウェアまたはコンポーネントを改造しないでください。ZAP ユーザーインターフェイスを介する場合を除いて、ZAP ファイルへのアクセスを試みないでください。

警告：ZAP 担当者からの指示がない限り、インターネットへの接続を試みないでください。

注意：治療計画システムのコードまたはデータを変更しないでください。

注：お客様には、ネットワークへの安全な接続を提供する責任があります。

注：ZAP-X Radiosurgery System とお客様のネットワークベースのデバイスとの間の安全で効果的な情報交換は、お客様の責任のもとに行ってください。

注：また、お客様には、患者データを別の媒体にアーカイブする責任もあります。

注：ソフトウェアには、入力できる数値とテキストに制限があります。無効な値を入力した場合、前のページに戻る前にエラーメッセージが表示されます。

注：治療計画システム には、ソフトウェアアプリケーションで使用されるすべてのファイルとアプリケーション自体が変更されていないことを確認するためのチェックが含まれています。どちらかを変更した場合、システムは起動せず、エラーが表示されます。このエラーが発生した場合は、ZAP-X カスタマーサポートにご連絡ください。

注：診断チェックに失敗すると、治療計画プロセスが自動的に終了します。

既知の副作用

注意：放射線治療中に患者が経験する副作用の有病率と強度は、癌の種類、放射線療法の頻度、および個々の患者によって異なります。照射中および照射直後に発生する短期的な副作用があり、発生する可能性のある長期的な影響がいくつかあります。一般的な副作用には、倦怠感、眠気、睡眠障害、痛み、気分の落ち込み、記憶障害、皮膚障害、食欲不振、息切れ、悪心、排尿障害、嘔吐などがあります。

目次

内容

1. 概要 1
1.1. 患者選択の概要 1
1.2. ユーザーインターフェイスの概要 2
1.3. 画像位置合わせの概要 4
1.4. 輪郭の概要 5
1.5. アイソセンターと線量の概要 7
1.6. 承認とレポートの概要 9
2. CT 画像および MR 画像 11
2.1. はじめに 11
2.2. CT の収集 11
CT の設定 11
CT 撮像の基本パラメータ 11
患者の固定 12
2.3. MR 画像ガイドライン 12
2.4. 計画中の画像表示 13
2.5. 追跡/位置合わせに使用する DRR 14
3. 計画セッションの開始 14
3.1. ログイン 14
3.2. ホームページ 15
3.3. 患者と計画 17
新規計画の作成 17
既存計画を開く 18
計画の削除 19
3.4. 患者情報の編集 19
3.5. シミュレーション済みの計画 20
3.6. 計画のマージ 21
3.7. 自動保存された計画 21
4. 画像の位置合わせ 22
4.1. 自動ヒューズ 24
4.2. 手動位置合わせ 25

5. 輪郭の追加 25
輪郭リスト 28
6. アイソセンターと投与 29
6.1. はじめに 29
6.2. アイソセンターリスト 31
6.3. ビームリダクション 32
6.4. 自動球充填 33
6.5. 逆方向治療計画 34
7. 計画の保存と承認 35
7.1. 計画のレビュー 36
7.2. 計画承認 37
8. レポート 38
8.1. レポートの概要 38
8.2. レポートビューア 40
9. 一般的な操作 41
9.1. 概要 41
9.2. CT 設定 42
9.3. 計画設定 43
10. 試運転 45
10.1. ワークフローホイール、ビームデータプライマリリング 47
10.2. ビームデータの確認と承認 48
10.3. 線量計算 50
10.4. 線量計算、1 ビーム 51
10.5. 線量計算、2 ビーム 53
10.6. ホームに戻る 54
11. システム管理 54
11.1. 無効なログイン 55
12. サイバーセキュリティ 56
13. DICOM 57
13.1. CT および MR データのインポート 57
ネットワーク転送 57
DICOM インポーター 58
13.2. 必須フィールド 59
14. 用語集 60

1. 概要

このセクションでは、計画ワークフローについて概説します。この概要の各セクションは 1〜2 ページあり、通常、より詳細な情報が記載されている章を参照しています。

1.1. 患者選択の概要

この概要では、次のことを前提としています。

- アカウントを取得しており、ログインしている。（第 11 章を参照）
- 患者は ZAP-X データベースに登録済みであり、DICOM 画像が利用可能である。（第 12 章を参照）

この概要に関連する詳細情報については、第 3 章を参照してください。

ホームページ：患者の選択

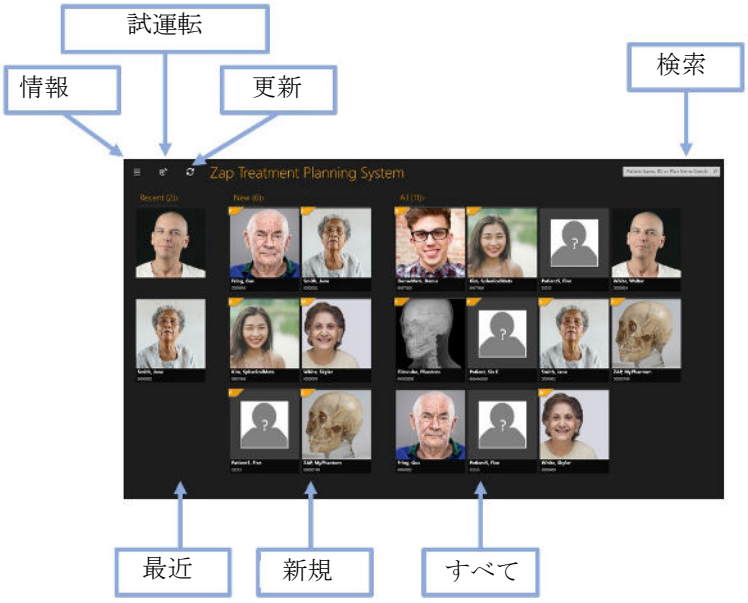


図 1.1.1：ホーム画面。

ホーム画面は、計画ソフトウェアが起動したときに最初に表示される画面です。このページには、計画を立案できる患者のリストが表示されます。

- **直近の患者**：次のセクションでは、直近で何らかの計画を立てた 5 人の患者が表示されます。計画は完了している場合と完了していない場合があります。
- **新規患者**：画面の左側には、計画が立案されていない患者が表示されます。
- **All Patients（すべての患者）**：現在計画データベースに存在するすべての患者が表示されます。
- **Serch（検索）**：患者のリストをフィルタリングして表示するには、患者名、ID、または計画名を入力します。

計画の開始

患者を選択すると、患者ページが表示されます。新規の計画を開始したり、既存の計画を再度開いたりすることができます。既存の計画がある場合、次の画面に表示されます。画面上部のタブを使用して、既存の計画を再度開くか、新規の計画を開始するかを選択できます。

新規計画を開始する場合は、その患者用にロードされた MR 画像および CT 画像が表示されます。CT 画像を一次画像として選択する必要があります。一次画像は、治療中に患者を計画に合わせるために使用されます。2 回目の CT 画像または MR 画像を計画プロセスに含めることができます。

画像を選択したら、画面右上の「Create New Plan（新規計画作成）」ボタンをクリックします。使用する画像を確認するように求められ、システムは画像が ZAP-X 基準を満たしていることを確認します。その後、計画プロセスが開始されます。

1.2. ユーザーインターフェイスの概要

ワークフローホイール

図 1.2.1 は、ZAP-X System の主要な UI 操作であるワークフローホイールの例を示しています。

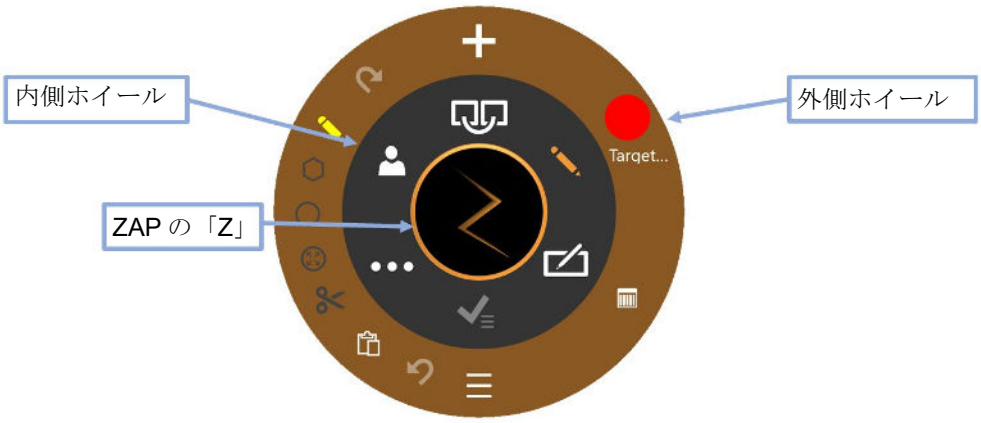


図 1.2.1：ワークフローホイール

ホイールには 3 つの同心部分があります。

- **内側ホイール**：これは、計画セッションのメインワークフローを通じて進行します。 このホイールのアイテムの説明については、表 1.2.1 を参照してください
- **外側ホイール**：現在選択されている内側オプションに関連するオプションが表示されます。
- **ZAP「Z」**：状態に応じて、ホイールを非表示にするか、高度な機能へのアクセスを提供します。位置合わせなどの長い計算を実行する場合、回転する Z は、システムが機能していることを示します。

機能	アイコン	説明
画像位置合わせ		このワークフローは、複数の画像が計画に含まれている場合に、CT 画像と MR 画像を位置合わせします。詳細については、第 4 章を参照してください。

輪郭		このワークフローは、標的の輪郭、および、必要に応じて、重要構造を描画します。詳細については、第 5 章を参照してください。
計画		次のステップは、治療中に使用されるアイソセンターと線量計画です。詳細については、第 6 章を参照してください。
計画の承認		計画が完了すると、照射が承認されます。詳細については、第 7 章を参照してください。
一般的な操作		リセット、測定、設定などの一般的な操作 詳細については、第 9 章を参照してください。
患者情報		患者の名前、ID、および写真が表示されます。

表 **1.2.1**：ワークフローホイール内側のコンテンツ

画像操作

計画の過程で、輪郭を編集して標的と重要構造を定義します。また、アイソセンターを編集して治療を決定します。これを行っている間、基礎となる CT または MR 画像を操作することもできます。一般に、コントロール（「Ctrl」）キーを押すと、次のアクションが輪郭またはアイソセンターに適用されます。詳細は以下のとおりです。Ctrl キーが押されていない場合、通常、アクションが画像に適用されることを意味します。

機能	アクセス
イメージパン	画像をクリック/ドラッグします。
画像の明るさ	画像を右クリックして、左右に移動します。
画像ウィンドウ処理	画像を右クリックして、上下に移動します。その間、ウィンドウとレベルの値が表示されます。
スクロール画像	マウスホイールをスクロールします。画像ごとにワンクリックします。
画像をズームする	Shift キーを押しながらマウスホイールをスクロールします。
CT/MR を切り替える	各ビューの左下にある「A」アイコンをクリックして、他の画像「B」に切り替えます。A/B は、一度に両方を表示することができます。
フォーカスポイント	各ビューの各エッジにある小さな三角形をクリック/ドラッグして、ビュー間の交点を移動します。または、画像内のポイントをダブルクリックしてフォーカスを設定します。

表 **1.2.2**：画像操作のコントロール

キーボードショートカット

ユーザーが値を入力するまたは変更するフィールドが複数ある画面がいくつかあります［Inverse Planning （逆方向計画）または Plan Settings（計画設定）など］。 こうした画面の全てで、以下に示すキーボードショートカットが利用できます。

- **Tab**UI フォーカスを次のフィールドに進めます。
- **Shift**＋**Tab**UI フォーカスを前のフィールドに戻します。
- **Enter** アイコンを選択するか、またはドロップダウンメニューを入力します。
- **スペースバー**ラジオボタンを切り替えます。
- **Esc** 画面を閉じます。

1.3. 画像位置合わせの概要

この概要で説明されている機能の詳細については、第 4 章を参照してください。

CT 画像は、一次画像としてすべての計画で必要です。一次画像は、ZAP-X が照射中に患者の頭部と位置合わせするために使用するものです。また、計画中に二次画像を使用して、標的を視覚化することができます。2 番目の画像は、MR 画像または別の CT 画像にすることができます。このセクションでは、MR 画像であると仮定します。

計画に 2 つの画像が含まれる場合、まず、2 つの画像間で解剖学的構造が整列するように位置合わせします。図 1.3.1 は、画像を位置合わせするときのワークフローホイールを示しています。

図 1.3.1：位置合わせワークフローホイール。

機能	アイコン	説明
典型的なワークフロー 多くの場合、次の 2 つのステップのみを実行します。		
位置合わせ開始		クリックすると、現在選択されているアルゴリズムに基づいて 2 つの画像が自動的に位置合わせされます。これには数秒かかります。
位置合わせ確認		自動位置合わせが完了したら、このコントロールを押して位置合わせワークフローを終了します。現在の位置合わせを保存することを

		確認するための確認ダイアログが表示されます。
Fuse Mode（位置合わせモード）		3 種類の位置合わせアルゴリズムを切り替えます。デフォルト（表示されているアイコン）は、システムが位置合わせを行うサブボリュームを自動的に選択します。
手動ワークフロー 自動位置合わせの結果を調整したい場合は、これらのコントロールを使用してください。		
位置合わせリセット		両方の画像を元の場所にリセットし、位置合わせ操作をすべて元に戻します。
インポート/エクスポート		位置合わせパラメータをインポートまたはエクスポートします。
元に戻す/やり直し		回転または微調整コマンドを元に戻す、またはやり直すことができます。
時計回り/反時計回りに、回転		これらのアイコンは、MR 画像を時計回りまたは反時計回りに少し回転させます。これらのアイコンを使用しているときに Ctrl キーを押すと、回転量が大きくなります。
移動		外側のこれらの 4 つのアイコンは、MR 画像を指定された方向に少しずつ動かします。これらのアイコンを使用しているときに Ctrl キーを押すと、微調整距離が大きくなります。
アクティブな象限		アキシャル、コロナル、サジタルの間の円をクリックします。微調整と回転の操作は、アクティブな象限に適用されます。

表 1.3.1. 位置合わせの制御

1.4. 輪郭の概要

この概要で説明されている機能の詳細については、第 5 章を参照してください。

画像の位置合わせが完了したら、次は輪郭を追加します。輪郭には 2 つのタイプがあります。

- 標的：治療を行う病変。
- 重要構造：特に放射線量を最小限に抑えたい領域。

輪郭編集は、すべてアキシャルビューで行います。

図 1.4.1 は、輪郭を追加するためのワークフローホイールを示しています。このホイールが最初に表示されたとき、上部の「Add Contour（輪郭の追加）」アイコンのみが表示されます。最初の輪郭の名前とタイプを入力すると、その他のコントロールが使用可能になります。

図 **1.4.1.** 輪郭を追加するためのワークフローホイール。

機能	アイコン	説明
輪郭管理ツール これらのツールは、輪郭の番号/タイプなどを管理します。		
輪郭の追加		新しい輪郭を追加します。標的または重要構造から選択するためのダイアログを表示します。このダイアログでは、標的と重要構造に対して事前に選択された名称を表示することや、カスタムラベルを入力することもできます。
現在アクティブな輪郭		編集ツールは、一度に 1 つの輪郭に適用されます。このコントロールは、現在アクティブな輪郭を表示します。 アイコンをクリックすると、現在の輪郭間を循環します。有効な輪郭は画面で強調表示されます。
レイアウトの変更		デフォルトのクアッド画面レイアウトと、大きなアキシャルスライスと 8 つの小さな隣接スライスを表示するレイアウトを切り替えます。
既存の輪郭リストを表示		すべての輪郭の表を表示します。
編集ツール これらのツールは、現在アクティブな輪郭を編集します。これらはすべて、ツールが有効な場合に Ctrl キーを押すと、使用できます。		
元に戻す/やり直し		輪郭の最後の編集を元に戻すか、やり直します。
ペン		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、マウスを動かしたときに線が描画されます。

線		Ctrl キーを押しながらクリックすると、直線で結ばれた一連の点が表示されます。ダブルクリックすると画像が終了します。
サークル		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、輪郭の直径が作成されます。
バンパー		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、輪郭の境界線が移動します。バンパーが輪郭の内側にある場合、バンパーを延長します。バンパーが輪郭の外側にある場合、バンパーを押し込みます。
カット		Ctrl キーを押しながらクリックすると、現在の画像から輪郭が削除されます。
コピー&ペースト		1 つの画像をクリックすると、その画像から輪郭がコピーされます。別の画像にスクロールしてもう一度クリックすると、その輪郭が新しい画像に貼り付けられます。

表 1.4.1. 輪郭ワークフローホイールの追加

役立つヒント。

- システムは、画像スライス間を自動的に補間して輪郭を塗りつぶします。たとえば、最初の輪郭を作成するときに複数の画像スライスをスキップしてから、戻ってバンパーで各スライスを編集し、各スライスの補間された輪郭を修正できます。 補間された輪郭は、破線で示されています。
- バンパーのサイズはピクセルで固定されています。ズーム（shift＋マウスホイール）を使用して画像のスケールを変更し、バンパーの影響を受ける解剖学的構造を変更します。
- 各スライスには単一インスタンスしか含まれない可能性があります。 例えば、1 枚のスライスの同じ輪郭内に 2 つの別の領域を含めることはできません。

1.5. アイソセンターと線量の概要

この概要で説明されている機能の詳細については、第 6 章を参照してください。

標的と重要構造の輪郭を描画したら、次にアイソセンターを追加し、処方線量を決定します。ワークフローホイール内側の「Plan（計画）」アイコンをクリックして、このフェーズにアクセスします。図 1.5.1 は、ワークフローホイールの計画例を示しています。

図 **1.5.1.** アイソセンターを追加する際のワークフローホイール

機能	アイコン	説明
アクティブなアイソセンター	1	複数のアイソセンターが作成されている場合、アイソセンター間を循環します。次に、各アイソセンターがアクティブになります。アクティブなアイソセンターを表示するために必要に応じてアキシャル面がシフトする場合があります。
手動ビームリダクション		ビーム数を減らし、ビームあたりの線量を増やします。スキップするビーム数を設定するように求めるダイアログが表示されます。
自動球充填		現在の標的の輪郭を自動的に計算されたアイソセンターで塗りつぶします。ダイアログは、ユーザーに フィールドサイズ、ビームの最大数および経路密度を設定するように求めます。
線量最適化		逆方向計画 ダイアログを開くと、ユーザーが制約を作り、ビーム重量を最適化することができます。
線量計算		公称線量を仮定して、すべてのアイソセンターの線量分布を計算します。
処方	Rx	実際の線量を定義します。ダイアログが表示され、使用するフラクションの数とともに、特定の等線量レベルの線量を設定するように求められます。 線量の計算には時間がかかる場合があり、その間、遷移ダイアログが表示されます。

計画の概要		現在の輪郭の DVH 曲線を表示します。この画面から計画を承認することはできません（以下の「Approving the Plan（計画の承認）」を参照）。
アイソセンターのリストを表示します		スケーリング、MU、ビームなどの情報を含むアイソセンターのリストを表示します
表示/非表示		このアイコンをクリックすると、非アクティブなアイソセンターの表示をオン/オフで切り替えることができます。（通常、非アクティブなアイソセンターは最小化されます。）
元に戻す/やり直し		最後のアイソセンター編集を元に戻すか、元に戻したばかりの編集を再度実行します。
アクティブなアイソセンターウェイト		現在選択されているアイソセンターのスケーリングを設定します。各アイソセンターのスケール値は、他のアイソセンターと比較して照射される線量を決定します。
アイソセンターの追加		現在の焦点に新しいアイソセンターを追加します。Ctrl キーを押しながら左クリックすると、新規アイソセンターを任意の位置に追加できます。
アイソセンターの削除		現在選択されているアイソセンターを削除します。
アイソセンターの変更		これにより、ワークフローホイールの詳細が表示されます。この状態で、ホイールの中心をクリックすると、外側が循環します。 各コリメータサイズのボタン。 3 軸でアイソセンターを微調整するための矢印キー。

アイソセンターをクリックするとアクティブになります。 通常、アクティブなアイソセンターのみがフルサイズで表示され、非アクティブなアイソセンターは最小化されます。注：「非アクティブな」とは UI 状態を指します。これらのアイソセンターはまだ計画の一部であり、等線量曲線に影響を与えます。

アイソセンターの操作は、多くの場合、Control キーを使用します。Control キーが押されている間：

- マウスホイールをスクロールすると、コリメータのサイズが変わります。
- 画像をクリックすると、その位置に新しいアイソセンターが配置されます。
- 既存のアイソセンターをクリック&ドラッグすると、画像上で移動します。

1.6. 承認とレポートの概要

この概要で説明されている機能の詳細については、第 7 章と第 8 章を参照してください。

計画が完成したら、承認します。

内側の「Plan Approval（計画承認）」アイコンを押すと、図 1.6.1 のような画面が表示されます。これは、アイソセンターホイール外側の計画サマリー機能に表示されるものと同じ画面で、保存アイコンがあります。

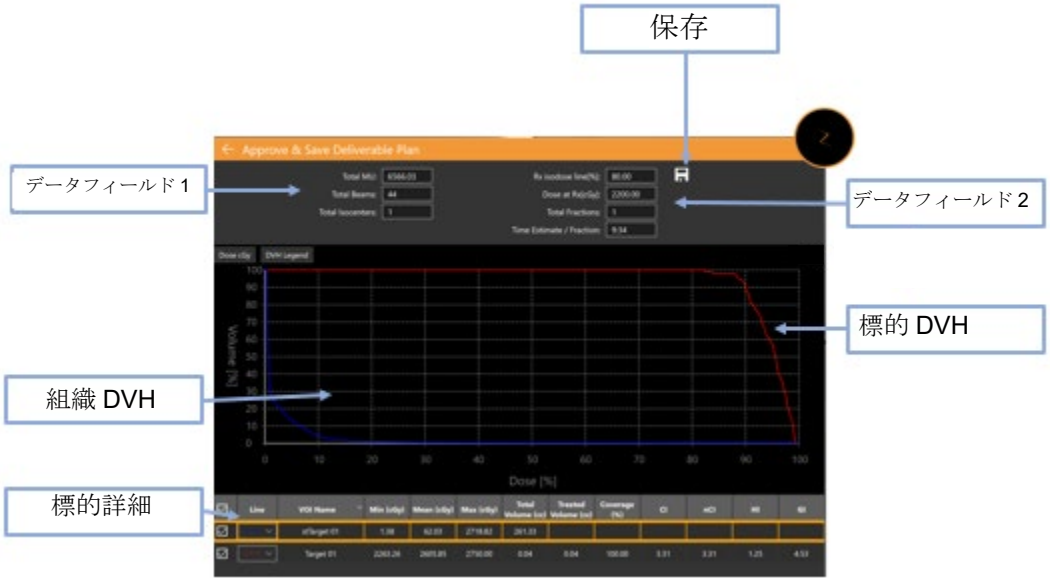


図 1.6.1. 計画の承認

保存：これをクリックすると、計画が成果物として保存されます。計画に名前を付け、承認者を尋ねるダイアログが表示されます。（承認アイコンは計画プレビューUI に表示されません）。

データフィールド 1：合計 MU 値、合計ビーム数、およびアイソセンター数を表示します。

データフィールド 2：処方された等線量線、送達される線量、および使用されるフラクション数を表示します。 これらは、「Prescribe（処方）」で設定できます（セクション 6 を参照）。また、分割された線量ごとの照射時間の見積もりも表示されています。

スナップショット：DVH 曲線の画像を予備レポートに切り替え、または予備レポートからの切り替えを実行します。

標的 DVH：線量体積ヒストグラムは、各輪郭、標的（赤）、または重要構造（緑）の DVH 曲線を示しています。左上のボタンは、X 軸の線量と線量割合を切り替え、各標的の凡例を表示/非表示にします。

組織 DVH：DVH 曲線の青い線は、標的の輪郭を直接囲む組織の DVH 曲線を示しています。

標的の詳細：標的、重要な領域、組織ごとに 1 本の DVH 曲線が表示されています。線をクリックすると、その線が強調表示されます。 注：DVH 曲線の任意の場所をクリックすると、強調表示された行の体積と線量が表示されます。

承認された計画に基づいて予備レポートを生成できます。詳細については、第 9 章「一般的な操作」を参照してください。

2. CT 画像および MR 画像

この章では、計画および治療中に使用する CT 画像およびオプションの MR 画像を取得するための要件について説明します。お使いの機器の適切な操作については、CT または MR システムのユーザーマニュアルを参照してください。

2.1. はじめに

すべての計画には、CT である一次画像が必要です。一次画像は次の目的で使用されます。

- 計画中の構造の描写
- 追跡する解剖学的特徴の決定
- 線量計算
- 照射中に患者と計画を調整する

さらに、計画には、オプションで CT または MR のいずれかである二次画像を含めることができます。たとえば、二次画像を使用して、計画中に解剖学的構造をより適切に視覚化することができます。計画プロセス中に、この二次画像は一次画像と位置合わせを行うため、解剖学的構造は 2 つの画像間で整列します。

2.2. CT の収集

CT の設定

ZAP は、ZAP-X System（p/n E0040-00237）に付属の CT ヘッドサポートを使用することを強くお勧めします。このヘッドサポートを Civco Silverman などの互換性のあるヘッドレストと一緒に使用すると、画像収集時と照射時に患者台上での患者ポジショニングが同一になります。

警告：治療計画システム がスキャナーの製造元の指示どおりに患者の向きを示すラベルを表示していることを確認してください。誤ってラベル付けされた画像を使用すると、患者への治療ミスにつながる可能性があります。

警告：インポートする前に、画像を確認して、画像収集中に患者の体動がなかったことを確認してください。

CT 撮像の基本パラメータ

下記設定で頭頸部スキャンプロトコルを使用してください。

- ヘッドファースト仰臥位（HFS）
- 512 x 512 ピクセル/スライス
- スライス厚： ≦1.25mm、1.00 mm が望ましい
- 画像全体を通して一定のスライス厚
- 患者の輪郭周囲のエアギャップ：
  - 10 mm 前方
  - 10 mm 後方、検査台の下部から CT の端まで後方向

  - 1 mm 上方
  - なし、下方
  - 左右中央
- スキャンは治療対象となる領域から 12 cm 以上下方まで拡張してください。
- ヨー/ピッチ/ロール角＝約 0°
- 固定具は、照射中に使用するものと同じものを使用してください。
- 撮像装置固有の CT 値からの密度曲線は、特定の装置には適用されません。公称 CT 値から密度への変換は、利用可能な密度範囲を含むすべての撮像装置に適用されます。 公称変換は、以下の表を使用して行われます。 表内の最終密度はその CT 値を超えた全ての CT 値に適用されます（例えば、0.001 は、7 よりも低い全ての CT 数値に適用されます）

材質	CT値（HU）	相対電子密度
空気	7	0.001
PMP	804	0.853
LDPE	896	0.945
ポリスチレン	953	0.998
水	1000	1.000
アクリル	1115	1.147
デルリン	1366	1.363
テフロン	2001	1.868
チタン	10338	3.735

- 必要な DICOM パラメータについては、第 12 章（DICOM）を参照してください。

患者の固定

画像取得中の適切な患者の位置合わせは、治療中の患者ポジショニングを可能な限り正確に再現する必要があります。

頭部固定装置は、治療中に使用するものと同一のものを使用してください。ZAP-X では、S タイプインターフェイスを備えた FDA 承認済マスクを使用しています。

位置が一次 CT スキャン中に記録されたものと同じになるように治療寝台の向きを調整します。

➢ **頭と首を固定する**

1. 動きを最小限に抑えるために、マスクはぴったりとフィットさせる必要があります。
2. マスクは患者のあごの下まで覆う必要があります。
3. 横方向の動きを減らすために鼻のブリッジを成形します。

2.3. MR 画像ガイドライン

ZAP-X のヘッドレストを MR 取得の間に使うのは可能ではないが、可能な努力が、CT イメージングに用いられた、同じような患者の固定化の設定に用いられるべきです。これは、同じような患者のポジショニングを確実にすることを助け、MRI と 初期 CT 画像研究の良い統合を達成する助けになるでしょう。

ZAP-X 治療計画システム は、アキシャル方向の断面化された MR 画像のみを使用します。

2.4. 計画中の画像表示

計画中の一般的な表示は、クワッド画面レイアウトです。左上から反時計回りに、アキシャル、コロナル、サジタル、3D ビューを表示します。図 2.4.1 は、アキシャル象限の例を示しており、表示される詳細情報の一部を示しています。

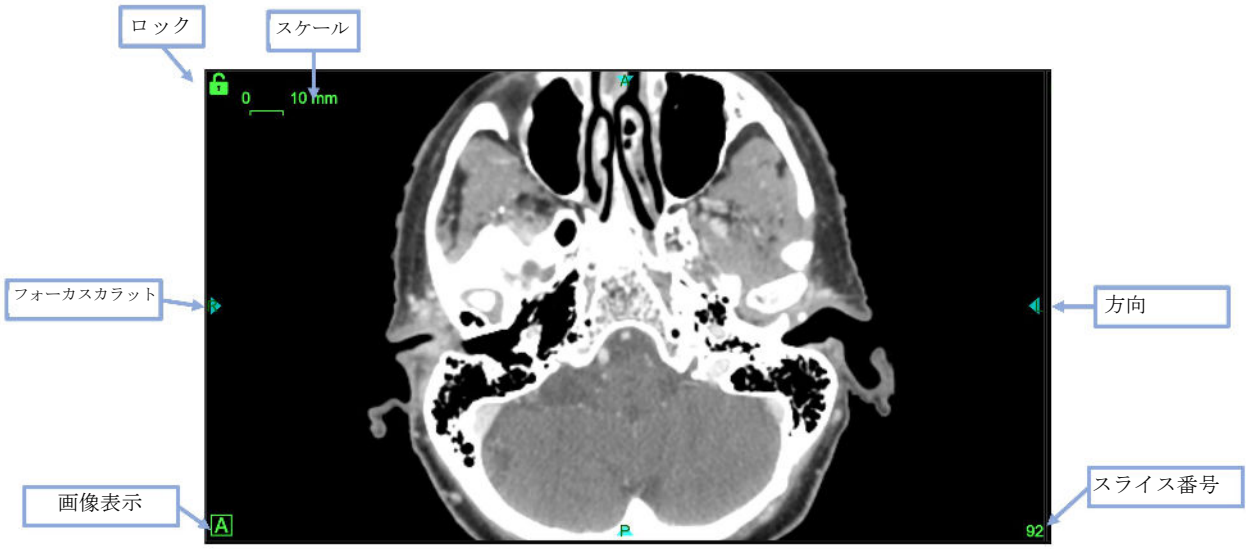


図 2.4.1. アキシャル象限表示の例。

情報には以下が含まれます。

- **スケール**：長さ 10mm を示す線分。このセグメントのサイズは、画像がズームされると変化します（Shift +スクロールを使用）。
- **ロック**：各画像ペインの左上隅にある緑色のロックアイコンを使用すると、CT 画像のスライスをスクロールするときにそのペインを静止状態に保つことができます。
- **フォーカスカラット**：フォーカルポイントは、アキシャル象限/コロナル象限/サジタル象限が交差する場所です。フォーカスカラットは常にその位置を示すように表示します。
- **画像表示**：このアイコンをクリックすると、一次画像（「A」）、二次画像（「B」）、または両方のチェッカーボード表示の間で象限が循環します。
- **方向**：各辺の中央にある方向ラベルは、画像とともにインポートされた患者の方向を示します。これには、L（左）、R（右）、P（後部）、A（前部）、S（上）、I（下）が含まれます。
- **スライス番号**：表示されている現在のスライス。

フォーカスカラットにカーソルを合わせると、すべての象限にフォーカスラインが表示されます。（図 2.4.2 を参照）。表示された線をドラッグすると、その象限の任意の場所にフォーカスポイントを移動できます。他の象限がロックされていない限り、必要に応じて画像をスクロールして、その象限にフォーカスポイントを表示します。

フォーカスラインが表示されている間、各象限の左下隅にフォーカスの X、Y、Z 位置が表示されます。線量レベルが計算されると、フォーカスポイントでのポイント線量も表示されます。

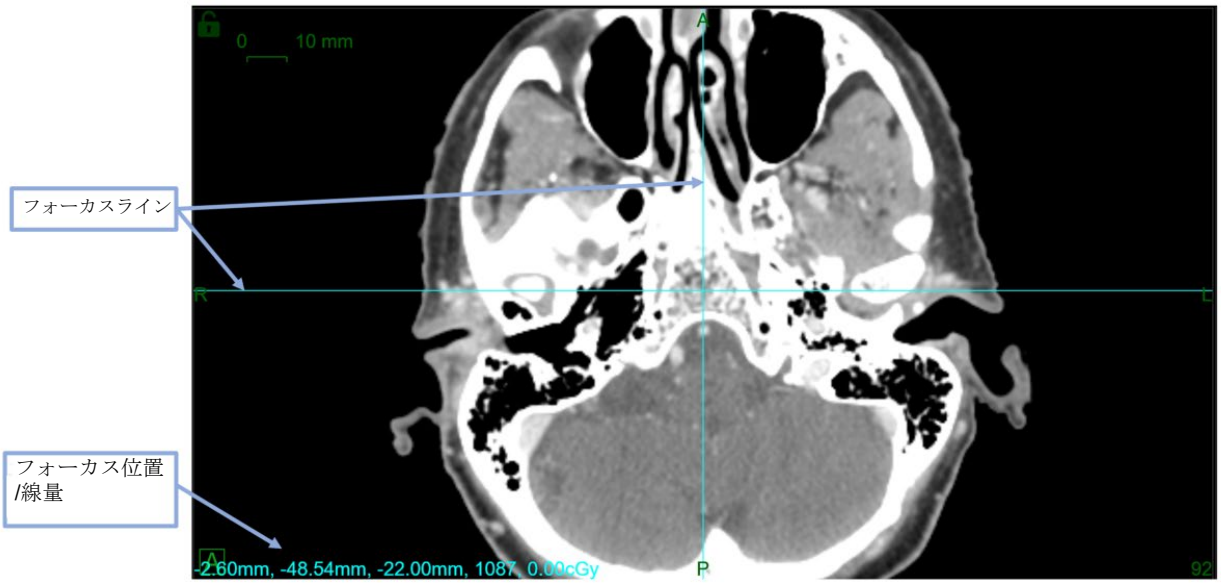


図 **2.4.2.** フォーカスラインの例。

2.5. 追跡/位置合わせに使用する DRR

DICOM シリーズはインポートされると（第 13 章を参照）、解析され、台が自動的に画像から削除されます。患者の解剖学的構造などの残されたコンテンツは、計画中および治療中に表示され、また治療中の追跡/位置合わせに使用されます。

表は、頭頚部を覆うバーチャル 3D マスクを作成することにより削除されます。マスク内のコンテンツは表示と追跡/位置合わせに使用されます。これは、セグメント CT とも呼ばれています。ユーザーは輪郭編集の一環として 3D マスクの確認や編集ができます（第 5 章を参照）。計画が承認されるとマスクは計画の一部としてロックされます。

警告：セグメント CT を使用せずに計画を実行することはお勧めしません。 このようなプランが計画システムで作成された場合は警告が表示されます。

3. 計画セッションの開始

この章では、TPS ソフトウェアへのログイン、患者の選択、および新規計画の作成や既存の計画の編集について説明します。

3.1. ログイン

警告：許可されたユーザーのみがシステムにログインできます。

注意：患者情報の完全性とセキュリティには、安全に回復可能なパスワードを使用する必要があります。

注意：システムのセキュリティを維持するために、使用後は TPS コンピューターからログアウトしてください。

治療計画コンピュータは、患者情報と計画のデータベースに接続するように ZAPsurgical によって設定されています。ユーザー名またはパスワードに関する問題は、システム管理者にお問い合わせください。

➢ **治療計画システム へのログイン**

1. 電源を入れて治療計画コンピュータにログインし、TPS デスクトップアイコンをダブルクリックします。
2. ユーザー名テキストボックスにユーザー名を入力します。
3. パスワードテキストボックスにパスワードを入力します。

   情報を入力すると、黒い点が表示されます。修正するには、DELETE キーまたは BACKSPACE キーを押します。

4. **Login**（ログイン）ボタンをクリックします。

図 3.1.1. TPS ログイン画面。

ログイン画面の下部では、システムに十分なメモリ容量、ディスク容量、表示設定の確認が表示されます。これらの基準のいずれかが満たされない場合、ログインできなくなります。その場合は第 11 章（システム管理）をご覧ください。

3.2. ホームページ

ホームページは、TPS ソフトウェアが最初に起動したときに表示されます。計画セッションの完了後にも表示されます。計画立案ができる患者のリストが表示されます。

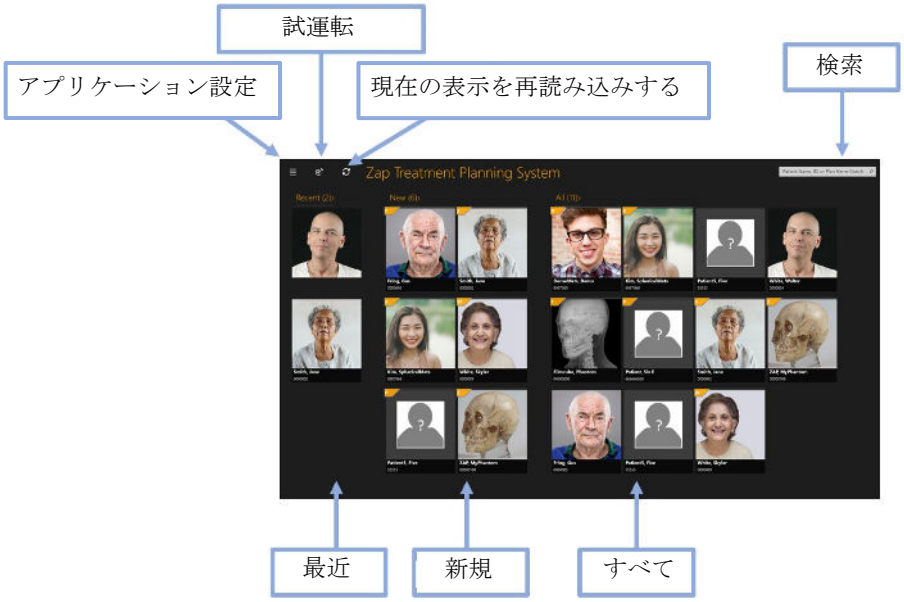


図 3.2.1 患者ページ。

- **直近の患者**：次のセクションでは、直近で何らかの計画を立てた 5 人の患者が表示されます。計画は完了している場合と完了していない場合があります。
- **新規患者**：画面の左側には、計画が立案されていない患者が表示されます。
- **すべての患者**：現在計画データベースに存在するすべての患者が表示されます。患者は姓のアルファベット順にソートされます。
- **Serch（検索）**：患者のリストをフィルタリングして表示するには、患者名、ID、または計画名を入力します。

注：図 3.2.1 は、各患者の写真を含む例を示しています。必要に応じて、これらの画像を表示しないようにシステムを設定できます。

カーソルを患者の上に置くと、情報がさらに表示されます。患者を 1 回クリックすると、患者データを操作する画面に移動します。詳細についてはセクション 3.3 をご参照ください。

患者ページには、次のいくつかのユーティリティ制御もあります。

- **アプリケーション設定**：このコントロールの主な用途は、アプリケーションを終了する、ログアウトする、またはユーザーを切り替えることです。この例については、図 3.2.2 を参照してください。バージョンとデータベースの IP 設定もあり、DICOM 管理に役立つ場合があります（第 12 章を参照）。また、このメニューでは、患者のメインページから患者の写真を表示/非表示を設定できます。
- **コミッショニング**：現在のコミッショニングデータを表示し、新しいデータをインポートできるようにします。詳細については、第 10 章（ビームデータ）を参照してください。
- **現在の表示更新**： 患者の状態を更新これにより、データベースの内容が最新の状態で表示されます。

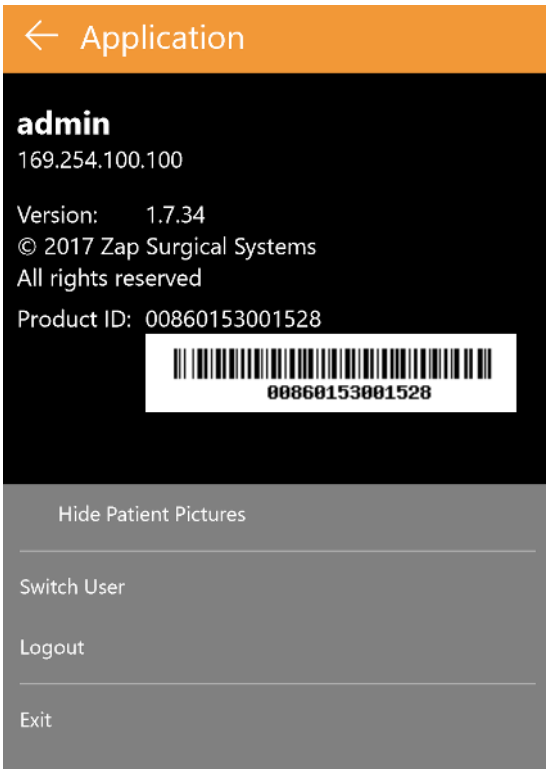


図 **3.2.2** アプリケーション設定ダイアログ。

3.3. 患者と計画

ホームページから患者を選択すると、患者ページが表示されます。この例については、図 3.3.1 を参照してください。

患者の既存計画がある場合は、画面の上部に「New Plan（新規計画）」と「Existing Plan（既存計画）」のタブが表示されます。「Existing Plan（既存計画）」タブはデフォルトで有効化されています。

新規計画の作成

「New Plan（新規計画）」タブが有効化されている場合、TPS は現在の患者が利用できる CT 画像および MR 画像を表示します。

- 最初に選択した CT 画像は、デフォルトで一次 CT 画像になります。別の CT 画像を選択した場合は、画像サムネイルの「Primary CT（一次 CT）」ラジオボタンを選択して、どちらをプライマリをするかを決定できます。
- 二次画像を計画に含めたい場合は、一次画像と同様に画像を選択すると計画に含まれます。2 番目の画像は CT または MR のいずれかです。
- 画像を選択したら、画面右上の「新規計画の作成」ボタンをクリックします。

警告：治療計画システム がスキャナーの製造元の指示どおりに患者の向きを示すラベルを表示していることを確認してください。誤ってラベル付けされた画像を使用すると、患者への治療ミスにつながる可能性があります。

警告：選択した各 DICOM 画像について、すべてのスライスがリストされ、画像取得ガイドラインを満たしていることを確認してください。治療前スキャンのガイドラインを参照してください。

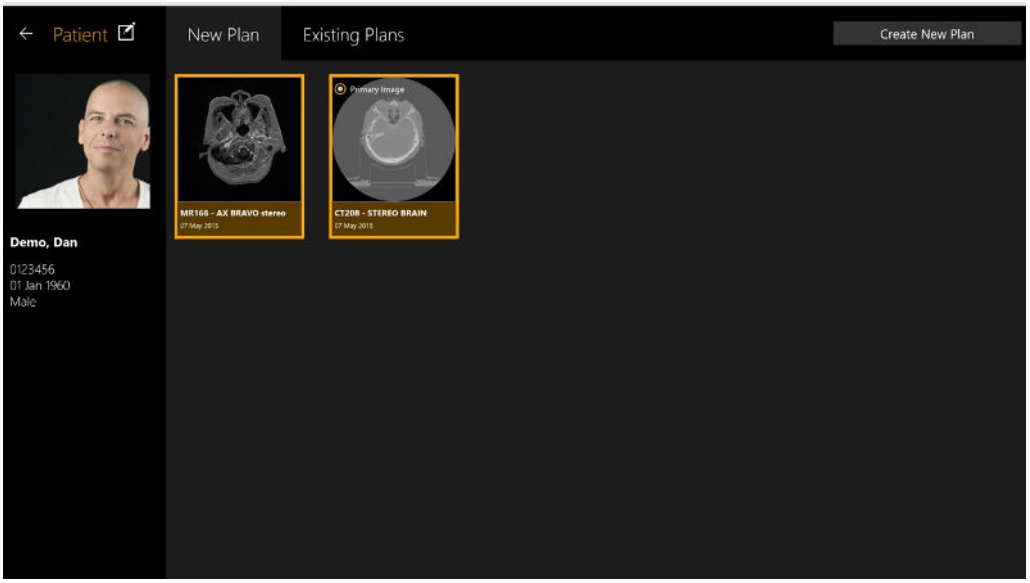


図 **3.3.1** つの画像が選択された患者ページ。

既存計画を開く

「既存計画」タブがアクティブな場合、システムは利用可能な計画を表示します。作業したい計画を選択し、画面右上の「計画を開く」ボタンを押します。図 3.3.2 は、既存計画の表示例を示します。

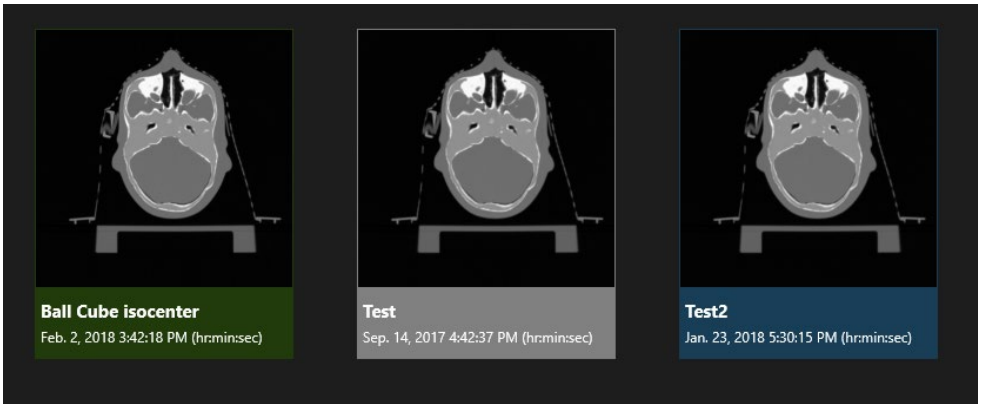


図 **3.3.2.** 既存計画の表示

計画は次の 3 色のいずれかで表示されます.

- 青色の計画は計画中を示します。
- 緑色の計画は照射が承認されていることを示します。 これらを編集して再度保存することも可能です。

- 灰色の計画は、すでに（部分的または完全に）治療が終了している計画を示します。

警告：再度開いた計画を、慎重に確認してください。

計画の削除

次の場合、計画を削除することはできません。

- 計画の治療が始まっている。
- 別のユーザーが同じ計画を使用している。
- 計画が読み込まれている。
- 計画が現在、別のアプリケーションによってロックされている。
- すでに治療が終了している。

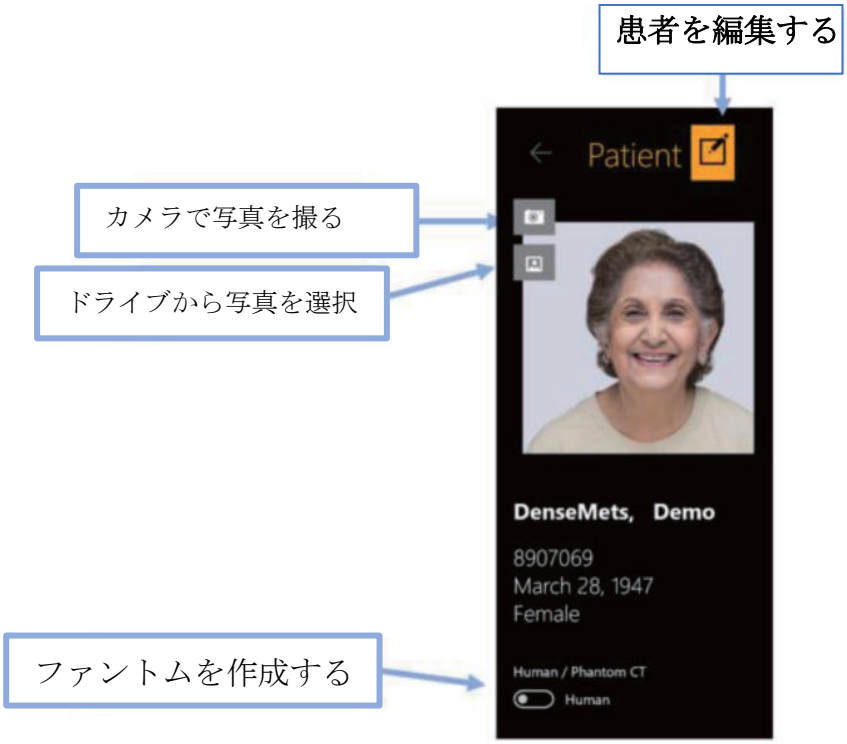
➢ **患者のプロファイルから計画を削除する方法は次のとおりです。**

1. ホームページから正しい患者を選択して、プロファイルにアクセスします。
2. 正しい計画を選択します。
3. 右上隅にある[計画の削除]ボタンをクリックします。

3.4. 患者情報の編集

「患者の編集」ボタンは、患者の写真のすぐ上にあります。このアイコンは、次のアクションをサポートします。

- **カメラで写真を撮る**：コンピューターにカメラが搭載されている場合、患者の写真が撮影されます。
- **ドライブから写真を選択する**：ファイルブラウザを起動して、コンピュータ上の患者の写真を検索します。
- **ファントムの作成**：CT 撮影用ファントムがある場合、それは患者を撮影したものとしてシステムにインポートされます。このコントロールを使用することによって、この「患者」が実際にはファントムであることをシステムに登録することができます（以下の「シミュレーション計画」を参照）。



3.5. シミュレーション済みの計画

シミュレーション済みの計画は、実際の患者を基に作成され、ファントムに再マッピングします。これにより、治療前の QA ステップとして提供される実際の線量を測定できます。シミュレーション計画を作成するには、最初に照射線量の測定に使用されるファントムの画像をインポートしてから、患者情報を編集してその患者をファントムに変換する必要があります（上記を参照）。それが行われたら、次のことを行います。

- その患者の画像を使用して、対象の患者の計画を作成して保存します。
- 患者ページでその計画を選択し、右クリックします。3 つのオプションが表示されます。
  - **シミュレーション計画**：輪郭とアイソセンターを元の計画と同じ位置に保ちながら、シミュレーション計画を作成します。
  - **Rx 重心を使用して計画をシミュレーションする**：計画のピーク線量をファントムの重心に移動します。
  - **計画を電離箱の標的中心に**シミュレーションする：これにより、計画のピーク線量が事前設定位置に移動します。事前設定位置を設定する場合は、サービス担当者にご連絡ください。
- シミュレーションのタイプが選択されると、システムはファントムとして指定されたすべての CT 画像を表示します。 これらのいずれかを選択し、画面の右上にある「シミュレーション計画の追加」ボタンをクリックします。
- TPS が新規計画を開いたら、それが正しいことを確認できます。保存すると、新規計画として表示され、計画名に「_Simulation」が追加され、患者の画像に「Simulation」の透かしが追加されます。

3.6. 計画のマージ

現時点での実装では、各計画には、使用されるアイソセンターの数に関係なく、1 つの等線量線に対する処方レベルは 1 つです（詳細については、第 6 章を参照してください）。臨床状況が異なる標的に別の処方を希望する場合、以下のステップが使用できます。

- 必要な処方レベルごとに個別の計画を作成します。 各計画を保存します。
- 患者ページで、保存された計画の最初のものを 1 回クリックして選択します。Ctrl キーを押しながら、組み合わせる残りの計画をそれぞれクリックします。これにより、それらも選択されます。
- 選択した計画のいずれかを右クリックします。 右クリックメニューで「計画のマージ」オプションを選択します。
- システムは、各計画のアイソセンターと線量を 1 つにまとめた、新しい計画を開きます。
- マージされた新規計画を新しい個別の計画として保存します。

注：マージされた計画は、入力計画のビームの単純な組み合わせです。マージされた計画を確認し、結合ビームの影響を修正することは、実行者の責任となります。

注：マージされた計画に表示される処方レベルは、入力計画の個別の処方を反映していません。表示される等線量線とポイント線量は正しいものになります。

3.7. 自動保存された計画

TPS は、作業中の計画を定期的に自動保存します。計画が適切に保存されなかった場合、または TPS が予期せず終了した場合、ユーザーは、治療計画システム が提示する次のどちらかを選択します：自動保存計画が検出された場合にそれをロードする、または新規計画を最初から開始する。[自動保存**された計画の復元**]を選択して、以前に作業していた計画に戻ります。[自動**保存された計画の削除**]を選択して、既存の計画を削除し、新規計画を開始します。このオプションを選択すると、ホームページに移動します。

警告：再保存する前に、復元された計画が正しいことを確認してください。

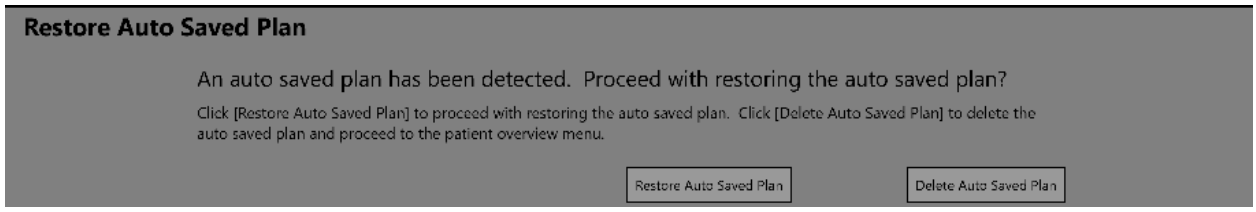


図 **3.7.1.** 自動保存された計画を回復する

4. 画像の位置合わせ

警告：画像が **2** 人の患者から収集されたものとして登録されている場合、照射中に患者に重傷を負わせてしまう可能性があります。登録する画像が同じ患者のものであることを確認してください。

警告：画像を登録する際は、登録する画像に十分な解剖学的特徴が含まれていることを確認して、適切に登録してください。

警告：続行する前に、登録内容の正確さを目視確認してください。

CT 画像は、一次画像としてすべての計画で必要です。一次画像は、ZAP-X が照射中に患者の頭部と位置合わせするために使用するものです。また、計画中に二次画像を使用して、標的を視覚化することができます。2 番目の画像は、MR 画像または別の CT 画像にすることができます。

計画に 2 つの画像が含まれる場合、まず、2 つの画像間で解剖学的構造が整列するように位置合わせします。位置合わせを呼び出すには、ワークフローホイール内側の上部にある「位置合わせ」アイコンを押します。

図 4.1 ヒューズ（位置合わせ）アイコン

位置合わせが実行されると、ワークフローホイールは画面の中央から右下のサジタルディスプレイに移動し、アキシャル画像をすべて表示します。ドラッグするだけで、いつでもどこでもホイールを動かすことができます。

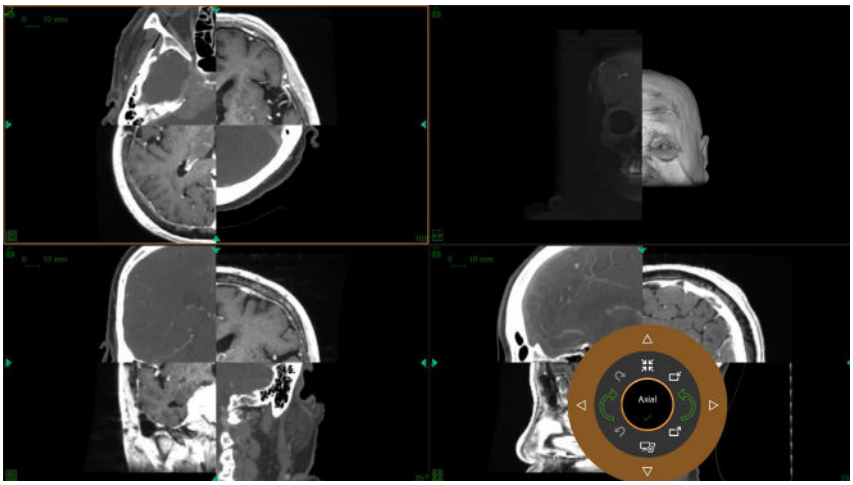


図 4.2. 位置合わせ画面

初期ディスプレイには、チェッカーボードディスプレイに一次画像と二次画像の両方が表示されます。通常、2 つの画像は開始するように配置されていないため、チェッカーボードの境界を越えるランドマークは開始するように配置されていないことがよくあります。

図 4.3 は、位置合わせ中のワークフローホイールを示しています。位置合わせワークフローは、以下で個別に説明する自動位置合わせと手動位置合わせに分けることができます。

図 4.3. 位置合わせ中のワークフローホイール

4.1. 自動ヒューズ

多くの場合、自動位置合わせは 2 つの画像の位置合わせを行う上で必要な唯一のステップです。これは、内側の下部にある「位置合わせ開始」ボタンをクリックすることで呼び出されます。これをクリックすると、システムは 2 つの画像間で強度に基づく登録を行います。セカンダリ画像は、位置合わせを最適化するために必要に応じて回転および平行移動します。

サポートされている位置合わせアルゴリズムには 2 つのバージョンがあります。内側の右側にある「位置合わせモード」ボタンをクリックすると、それらを切り替えることができます。クリックすると、アイコンは次の 2 つの状態に切り替わります。

機能	アイコン	説明
自動的な量		システムは、解剖学的構造に焦点を合わせるために自動的に選択されたサブボリュームに基づいて位置合わせを最適化します。 これがデフォルト設定です。
マニュアルのサブボリューム		手動で選択したサブボリュームを使用して、位置合わせを最適化します。 これは、各平面に緑色の長方形として表示されます。各長方形は、エッジの周りに 8 つのグラブポイントを示しています。Ctrl+クリック+ハンドルのドラッグにより、最適化するサブボリュームを変更できます。

自動位置合わせが完了すると、画像が整列して表示されます。図 4.4 に示すように、システムは Auto-Fuse（自動位置合わせ）の同等性測定値を表示します。数値が大きいほど、位置合わせが良好になります。範囲は 0～1 です。2 つの画像は本質的に異なるため、最終的な数値が 1 になることはありません。最適な位置合わせの実際の基準は、2 つの画像がどの程度うまく整列しているかという臨床的判断によるものです。

図 4.4. 自動位置合わせの結果

4.2. 手動位置合わせ

自動位置合わせが十分でない場合は、2 つの画像を手動で位置合わせすることができます。次の表は、画像を位置合わせするために使用できるツールのリストです。

機能	アイコン	説明
位置合わせ開始		セクション 4.1 で説明されている自動位置合わせを開始します。
位置合わせ確認		これにより、位置合わせが承認され、メインワークフローに戻ります。手動か自動かにかかわらず、現在の位置合わせの結果を完了して受け入れます。
Fuse Mode（位置合わせモード）		3 つの異なる位置合わせ方法を切り替えます。方法によってアイコンが変わります。 詳細についてはセクション 4.1 をご参照ください。
位置合わせリセット		両方の画像を元の場所にリセットし、位置合わせ操作をすべて元に戻します。
エクスポート/インポート		これらは、相関行列をエクスポートおよびインポートします。
元に戻す/やり直し		位置合わせを手動で変更する場合、これらは最近の変更を元に戻すか、再度実行します。
時計回り/反時計回りに、 回転。		これらのアイコンは、二次画像を時計回りまたは反時計回りに少し回転させます。これらのアイコンを使用しているときに Ctrl キーを押すと、回転量が大きくなります。
移動		外側のこれらの 4 つのアイコンは、二次的画像を指定された方向に少しずつ動かします。これらのアイコンを使用しているときに Ctrl キーを押すと、微調整距離が大きくなります。
アクティブビュー		アキシャル、コロナル、サジタルの間の循環をクリックします。微調整と回転の操作は、アクティブな象限に適用されます。

5. 輪郭の追加

輪郭は、計画に臨床的に関連する構造の境界を設定します。輪郭には 3 つのタイプがあります。

- **標的**：治療される腫瘍または他の臨床的に関連する構造。
- **重要な構造**：放射線量を特に最小限に抑える必要がある繊細な領域。
- **水の**交換：この体積の線量吸光度は、水と同等であると想定されます。 これは、たとえば、CT 画像に多くのアーチファクトが存在する場合に使用できます。

輪郭を描くには、ワークフローリング内側の輪郭アイコンをクリックします。

輪郭を最初に実行すると、ワークフローホイールは図 5.1 の左側に示されているようになります。この時点では、輪郭を描く標的がないため、輪郭制御はありません。外側のワークフローリングのプラスアイコンをクリックして、輪郭を追加します。

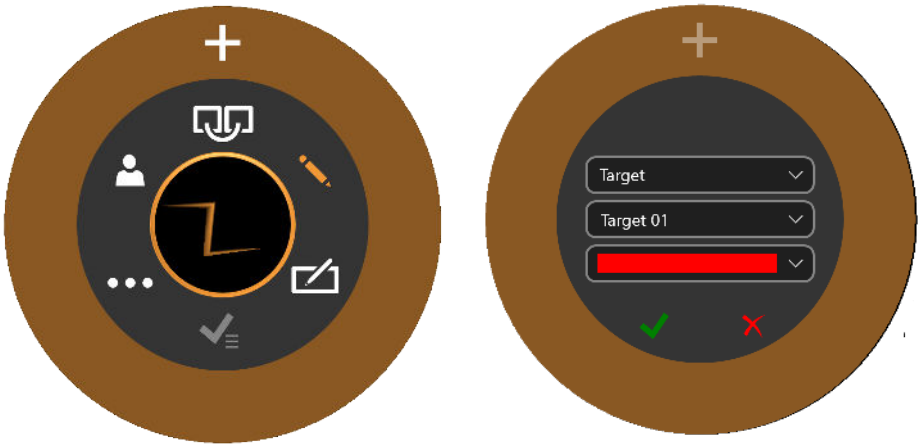


図 5.1. 輪郭ワークフローの初期化

プラスアイコンをクリックすると、図 5.1 の右側にワークフローリングが表示されます。1 番上の項目（図 5.1「Target（標的）」は、新規輪郭のタイプを決定します。選択肢には以下があります。

- 標的：治療対象。
- 重要構造：放射線に対して特に感受性の高い領域。
- 輪郭追跡：バーチャルマスクの表示　患者の解剖学的構造を台から隔てます。必要に応じてこのマスクを、以下に示すツールを使用して編集することが可能です。

2 番目の項目は輪郭名を表示します。名前は、次のいずれかから設定できます。デフォルト名を使用する、独自の名前を入力する、プルダウンメニューから選択する。

3 番目の項目は、新規輪郭の色を選択するドロップダウンです。

図 5.2. 輪郭ワークフローホイール。

輪郭編集は、すべてアキシャルビューで行います。

図 5.2 は、輪郭が追加された後、輪郭を編集するためのワークフローホイールを示しています。

機能	アイコン	説明
輪郭管理ツール これらのツールは、輪郭の番号/タイプなどを管理します。		
輪郭の追加		新しい輪郭を追加します。これにより、上で図 5.1 の右側に示すダイアログが表示されます。
現在アクティブな輪郭		編集ツールは、一度に 1 つの輪郭に適用されます。このコントロールは、現在アクティブな輪郭を表示します。 アイコンをクリックすると、現在の輪郭間を循環します。
レイアウトの変更		デフォルトのクアッド画面レイアウトと、大きなアキシャルスライスと 8 つの小さな隣接スライスを表示するレイアウトを切り替えます。
既存の輪郭リストを表示		すべての輪郭の表を表示します。詳細については、以下を参照してください。
編集ツール これらのツールは、現在アクティブな輪郭を編集します。		
元に戻す/やり直し		輪郭の最後の編集を元に戻すか、やり直します。
ペン		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、マウスを動かしたときに線が描画されます。
線		Ctrl キーを押しながらクリックすると、直線で結ばれた一連の点が表示されます。ダブルクリックすると画像が終了します。
サークル		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、輪郭の直径が作成されます。
バンパー		Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグすると、輪郭の境界線が移動します。バンパーが輪郭の内側にある場合、バンパーを延長します。バンパーが輪郭の外側にある場合、バンパーを押し込みます。 Ctrl+スクロールホイールはバンパーのサイズを変更します なお、これは輪郭追跡を編集するときのみ使用できる編集ツールです。
カット		Ctrl キーを押しながらクリックすると、現在の画像から輪郭が削除されます。

コピー/ペースト		特定の画像スライスに輪郭が描画された後、このボタンをクリックすると、その輪郭がクリップボードにコピーされます。別のスライスにスクロールしてもう一度クリックすると、その輪郭が新しいスライスに貼り付けられます。

表 5.1. 輪郭ワークフローホイール。

編集ツールは、アクティブな輪郭にのみ適用されます。アクティブな輪郭は、非アクティブな輪郭よりも明るい色で表示されます。

役立つヒント。

- システムは、画像スライス間を自動的に補間して輪郭を塗りつぶします。たとえば、最初の輪郭を作成するときに複数の画像スライスをスキップしてから、戻ってバンパーで各スライスを編集し、各スライスの補間された輪郭を修正できます。
- バンパーのサイズはピクセルで固定されています。ズーム（shift +スクロールホイール）を使用して画像のスケールを変更し、バンパーの影響を受ける解剖学的構造を変更します。

輪郭リスト

輪郭リストアイコンをクリックすると、図 5.3 に示すように、現在の輪郭のリストが表示されます。

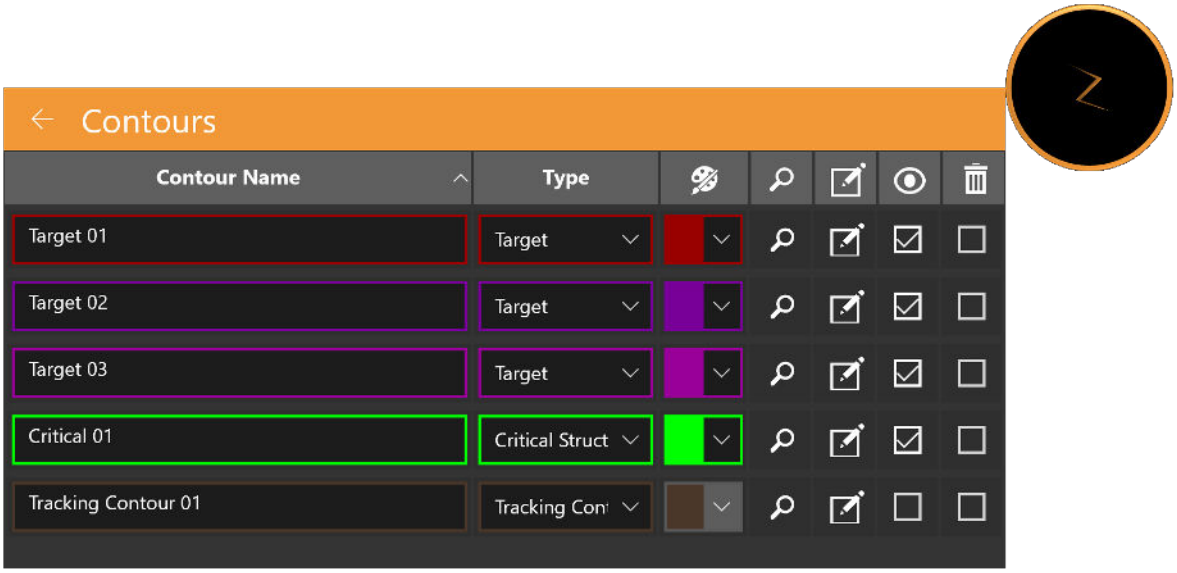


図 5.3. 輪郭リスト。

輪郭名：輪郭が作成されたときに入力された名前。ここで名前を編集することもできます。30 字以内で設定してください。英数字、アンダースコア、または単一ダッシュを使用してください。

タイプ：標的または重要構造であるかを示します。ドロップダウンにより選択できます。輪郭の作成時に間違いがあった場合は、ここで標的と重要構造を切り替えることができます。

色：この輪郭に割当てられた色が表示され、色を変更することができます。

検索：虫眼鏡アイコンをクリックして、アキシャル、コロナル、サジタルの画像を選択した輪郭の中心に移動します。

編集：チェックボックスアイコンは、アキシャル、コロナル、サジタルの両方の画像を中央に移動し、その輪郭の編集ツールを実行します。

表示：目のアイコンの下にあるチェックボックスは、選択した輪郭を表示/非表示にします。列ヘッダーをクリックすると、すべての輪郭が非表示/表示されます。

削除：ゴミ箱アイコンの下のチェックボックスは、確認ダイアログの後に選択した輪郭を削除します。列ヘッダーをクリックすると、すべての輪郭が削除されます。

6. アイソセンターと投与

6.1. はじめに

TPS は、順方向治療計画（「レイトレース法」とも呼ばれます）を使用します。

順方向治療計画では、アイソセンターを追加し、それらのサイズとスケールを修正してから、特定の等線量線の線量を定義します。システムは確認のために等線量線を表示します。

図 **6.1.** アイソセンターを追加する際のワークフローホイール

機能	アイコン	説明

アクティブなアイソセンター		複数のアイソセンターが作成されている場合、アイソセンター間を循環します。次に、各アイソセンターがアクティブになります。アクティブなアイソセンターを表示するために必要に応じてアキシャル面がシフトする場合があります。
手動ビームリダクション		ビーム数を減らし、ビームあたりの線量を増やします。詳細についてはセクション 6.2 をご参照ください。
自動球充填		現在の標的の輪郭を自動的に計算されたアイソセンターで塗りつぶします。詳細についてはセクション 6.3 をご参照ください。
線量最適化		線量最適化は、逆方向治療計画機能を呼び出します。逆方向治療計画では、線量分布の制約を設定し、システムはそれらの制約を満たすビームのコレクションの検索を試みます。詳細についてはセクション 6.4 をご参照ください。
線量計算		公称線量を仮定して、現在のアイソセンターの線量分布を計算します。
処方		実際の線量を定義します。ダイアログが表示され、使用するフラクションの数とともに、特定の等線量レベルの線量を設定するように求められます。線量の計算には時間がかかる場合があり、その間、遷移ダイアログが表示されます。
計画の概要		現在の輪郭の DVH 曲線を表示します。この画面から計画を承認することはできません（以下の「Approving the Plan（計画の承認）」を参照）。
アイソセンターリスト		スケーリング、MU、ビームなどの情報を含むアイソセンターのリストを表示します
表示/非表示		このアイコンをクリックすると、すべてのアイソセンターがフルサイズになります。（通常、非アクティブなアイソセンターは最小化されます。）
元に戻す/やり直し		最後のアイソセンター編集を元に戻すか、元に戻したばかりの編集を再度実行します。
アイソセンターの変更		これにより、ワークフローホイールの詳細が表示されます。この状態で、ホイールの中心をクリックすると、外側が循環します。 各コリメータサイズのボタン。 3 軸でアイソセンターを微調整するための矢印キー。
アイソセンターウェイト		現在選択されているアイソセンターのスケーリングを設定します。各アイソセンターのスケール値は、他のアイソセンターと比較して照射される線量を決定します。

アイソセンターの追加	⊕	現在の焦点に新しいアイソセンターを追加します。Ctrl キーを押しながら左クリックすると、新規アイソセンターを任意の位置に追加できます。
アイソセンターの削除	⊖	現在選択されているアイソセンターを削除します。

アイソセンターをクリックするとアクティブになります。通常、アクティブなアイソセンターのみがフルサイズで表示され、非アクティブなアイソセンターは最小化されます。注：「非アクティブ」とは UI 状態を指します。これらのアイソセンターはまだ計画の一部であり、等線量曲線に影響を与えます。

アイソセンターの操作は、多くの場合、Control キーを使用します。Control キーが押されている間：

- マウスホイールをスクロールすると、コリメータのサイズが変わります。
- Ctrl キーを押しながら画像をクリックすると、その場所に新しいアイソセンターが配置されます。
- 既存のアイソセンターをクリック&ドラッグすると、画像上で移動します。

6.2. アイソセンターリスト

アイソセンターリストアイコンをクリックすると、次のダイアログが表示されます。

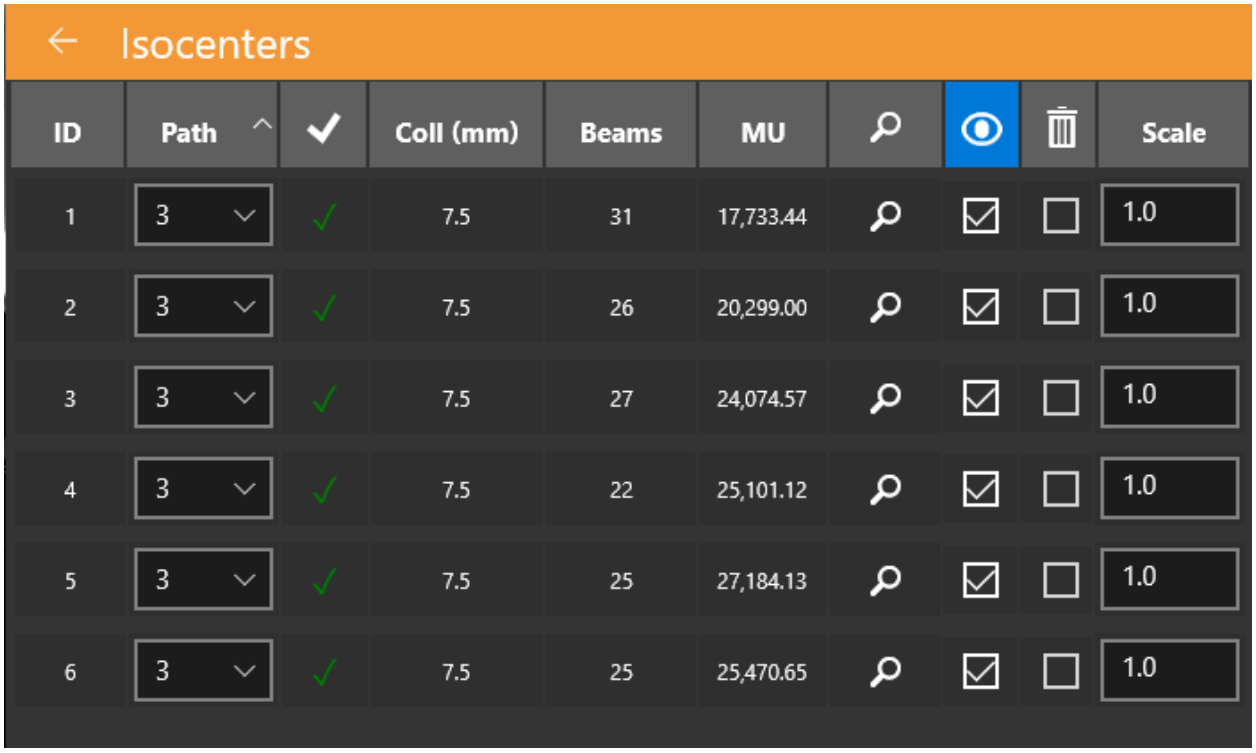


図 6.2. アイソセンターリスト。

アイソセンター ID：それぞれのアイソセンターの ID。アイソセンターへの照射はリスト化された順番で実行されます。

パス：自動作成されたノード密度をここで選択します。 数値は、経路を生成するために使用されるリングまたはアークの数を示します。リングの数値が増加すると、経路内のノード密度もまた高くなります。

コリメーター：アイソセンターの名目上のフィールドサイズ。

ビーム：アイソセンターへのビーム数。 これは MU が割り当てられたノード数と表現される場合もあります。

MU：特定のアイソセンターに照射されるモニターユニット。

アイソセンターの配置：これはビューがアイソセンターにスナップされることにより、選択したアイソセンターをアクティブにします。

可視性：このチェックボックスはアイソセンターの位置の画面表示を決定します。 それは計算されたあるいは示された線量の多さに効果をもたらさない。

消去：このチェックボックスはアイソセンター：を消去するために用いられるかもしれない。

重さ：この数値はアイソセンターの比較重量を調整するために用いられる これは逆方向計画では使用されません。

6.3. ビームリダクション

ビームリダクションアイコンをクリックすると、次のダイアログが表示されます。

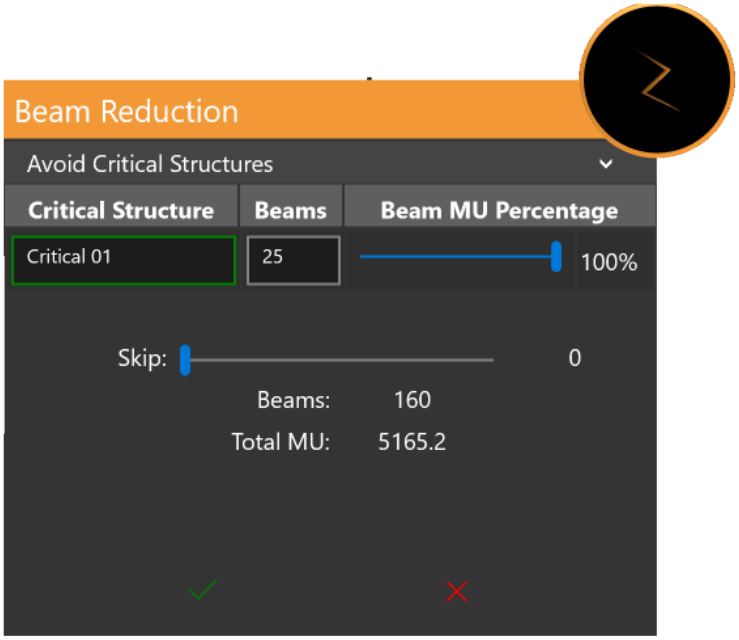


図 6.3. ビームリダクションダイアログ。

上部のセクションは、重要構造が定義されている場合にのみ表示されます。重要構造のリストと、現在の計画定義で各重要構造を通過するビーム数を表示します。右側のスライダーを使用すると、これらのビーム数をさらに減らすことができます。

下部のセクションを使用すると、平面の全体的なビーム数を減らすことができます。スライダーを使用すると、各アクティブビーム間でスキップされるビーム数を選択できます。たとえば、ビームスキップが 1 の場合、照射されるビーム間ごとに 1 ビームがスキップされ、ビーム数が半分になります。その後、残りのビームは、総合的な MU 値を変更しないようにするため、より大きな線量に変化します。

6.4. 自動球充填

オートフィルまたは自動球充填の UI を図 6.4 に示します。

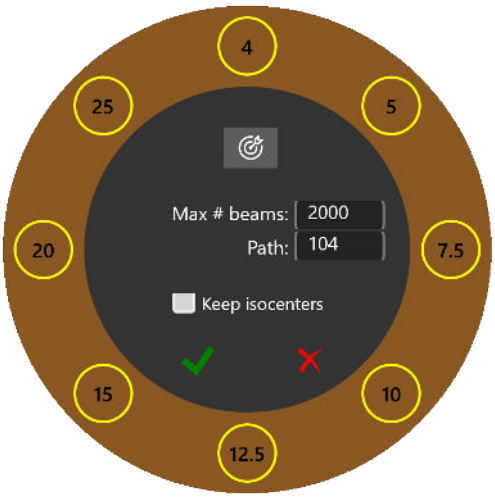


図 6.4. 自動球充填

自動球充填機能は、定義した輪郭内でアイソセンターのサイズと配置を自動的に設定します。 これには、次の操作が含まれます。

- コリメータの選択：外側には、使用可能なすべてのコリメータサイズが表示されます。これらのオン/オフを切り替えることで、オートフィル機能に使用するコリメータを制限できます。一般に、コリメータが小さいほど、より細かいカバレッジでより多くのアイソセンターが得られます。
  内側の「ブルズアイの的」アイコンを押すと、システムは適切と思われるコリメータを自動的に選択します。
- 最大ビーム：これにより、使用されるビームの最大数を設定し、すべてのアイソセンターの合計を設定することができます。
- パス：自動充填機能に使用されるすべてのアイソセンターは、同じ パス密度を使用する必要があります。
- 既存のアイソセンター：表示されているチェックボックスを使用して、既存のアイソセンターを保持または破棄できます。

緑のチェックボックスをクリックすると、自動球充填アルゴリズムが開始されます。赤色の「x」をクリックすると、実行がキャンセルされます。自動球充填には時間がかかり、その間、遷移ダイアログが表示されます。

6.5. 逆方向治療計画

計画ワークフローホイールから線量最適化アイコンをクリックすると、逆方向治療計画が実行されます。逆方向治療計画では、線量分布の制約を設定し、システムはそれらの制約を満たすビームセットを作成しようとします。逆方向治療計画の操作例については、図 6.5 を参照してください。 システム構成に応じて操作が実行された場合に、デフォルトの制約が存在する場合と存在しない場合があります。

操作の各行は、1 つの制約を定義します。 各制約には次の項目があります。

機能	アイコン	説明
制約の順序	1	制約が表示される順序。 注：こ各制約の優先順位順ではありません。
制約タイプ	Type	制約のソースを次の 3 種類から選択できます。 • すべての輪郭、標的、重要な構造のリスト • 最大値 MU は個々のビームを許可した。 • ユーザーが定義した 1 つまたは複数のポイントセットの作成。制約はそれらのポイントに適用されます。
点とビーム		制約ソースが輪郭である場合にのみ使用できます。適用される制約は以下のうち 1 つです。 • 輪郭の内部 • 輪郭の境界 • 境界の外側のシェルデフォルトのシェルサイズは、1、5、10、20 mm です。シェルサイズの編成をご希望の際は、ZAP サポートにお問い合わせください。 • 輪郭からビームを除外する（たとえば、輪郭が重要構造である場合）
状態	≠	輪郭またはポイントセット制約の場合、≥または≤を指定できます。 ビーム数の制約の場合、必ず≤となります。
値	Value	制約の目標値。
重要性	Weight	制約の重要性。フィールド値が大きいほど、制約の優先度が他の制約よりも高くなります。
ポイントパーセントが使用された	%	自動的に作られた輪郭点のパーセントが最適化の時に評価される。
ポイントの数	#	最適化の際に評価される、ポイントの数
解決	Solution	フィールドには、計画が最適化された後のソリューションが表示されます。 制約が満たされない場

		合、黄色で示される。示された数値は、評価ポイントのうち、"最悪ケース"の数値
制約ソースの検索		制約ごとに、その制約に使用されるコンターまたはポイントセットが表示されます。
制約の削除		現在の制約を削除します。
制約の取り込み		ファイルから制約をロードする
制約の取り出し		ファイルへ制約を保存
新しい制約を追加		現在の制約の下の行に新規制約を追加します。（これはキーボードの Ctr＋N を押すことでも実行できます）
確認する		変化を与えることなく、現在の制約を評価
解決する		提供された制約に基づき、プラン最適化します。

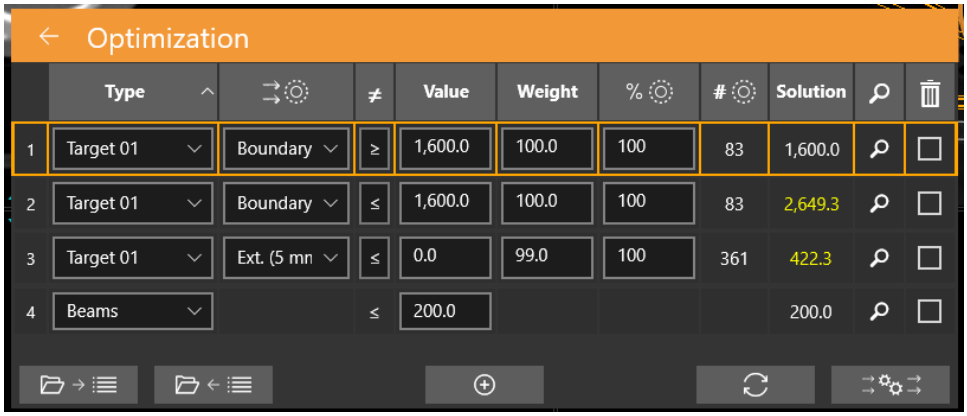


図 **6.5.** 逆方向治療計画の操作。

7. 計画の保存と承認

計画が完成したら、承認します。

7.1. 計画のレビュー

内側の計画承認アイコンを押すと、図 7.1 のような画面が表示されます。これは、アイソセンターホイール外側の計画サマリー機能に表示されるものと同じ画面で、保存アイコンがあります。

図 7.1. 計画の承認

承認アイコン：これをクリックすると、計画が成果物として保存されます。計画に名前を付け、承認者を尋ねるダイアログが表示されます。（承認アイコンは計画プレビュー UI には表示されません）。詳細についてはセクション 7.2.をご参照ください。

データフィールド 1：合計 MU 値、合計ビーム数、およびアイソセンター数を表示します。

データフィールド 2：処方された等線量線、送達される線量、および使用されるフラクション数を表示します。これらは、「Prescribe（処方）」で設定できます（第 6 章を参照）。また、分割された線量ごとの照射時間の見積もりも表示されています。

標的 DVH：線量体積ヒストグラムは、各輪郭、標的（赤）、または重要構造（緑）の DVH 曲線を示しています。左上のボタンは、X 軸の線量と線量割合を切り替え、各標的の凡例を表示/非表示にします。

組織 DVH：DVH 曲線の青い線は、標的の輪郭を直接囲む組織の DVH 曲線を示しています。

標的の詳細：標的、重要な領域、組織ごとに 1 本の DVH 曲線が表示されています。線をクリックすると、その線が強調表示されます。注：DVH 曲線の任意の場所をクリックすると、強調表示された行の体積と線量が表示されます。

承認された計画に基づいて予備レポートを生成できます。詳細については、第 9 章「一般的な操作」を参照してください。

7.2. 計画承認

計画を承認するには、ワークフローホイール内側の「計画承認」アイコンをクリックします。必要に応じて、計画システムがビームがそれぞれのアイソセンターに照射される順番を最適化します。 完成後、図 7.1 に示す画面が表示されます。ディスプレイの上部に保存アイコンがあります。アイコンをクリックすると、図 7.2 のようなダイアログが表示されます。

図 7.2. 計画承認ダイアログ

ダイアログには、計画名、承認者の名前を入力するためのフィールド、および照射の準備ができていることを確認するためのチェックボックスがあります。

計画が承認されると輪郭追跡は計画の一部としてロックされます。稀ではありますが、輪郭追跡がない場合は、ヘッドレストと台が CT から取り除かれない旨の警告を示すメッセージが表示されます。

警告：計画を承認する際は、照射方法の詳細を含め計画を慎重に確認してください。

警告：すべての治療計画は、その中の情報が放射線治療の目的で使用される前に、有資格者によって承認される必要があります。

8. レポート

8.1. レポートの概要

治療計画レポートには、治療計画とビームデータに関連する情報が記載されています。計画概要は、概要、使用された画像、計画の詳細、承認の詳細、および DVH データを含む、選択された患者とその治療計画に関する情報を提供します。

レポートは次のセクションで構成されています。

患者データ：患者の名前、医療 ID、性別、生年月日などの患者情報が含まれます

計画概要：選択した患者と治療計画の詳細情報を提供します。詳細には、概要、計画の詳細（治療パラメータ、処方、線量計算、VOI リストなど）が含まれます。すべてのデータが確認および検証されると、医師と物理学者が署名し、署名ページに承認日を入力できます。

ビーム表：ビームとそれに関連する幾何学的パラメータのリストを記載します。

線量体積ヒストグラム：レビュー段階でスクリーンショットアイコンをクリックすると、線量体積ヒストグラム（DVH）が計画レポートに含まれます。

➢ **計画レポートの生成方法は次のとおりです。**

1. **General Controls（一般的な操作）**に移動します。
2. ワークフローホイールの**計画レポートの生成**ボタンをクリックします。
   - **レポートオプション**ダイアログボックスが表示されます。

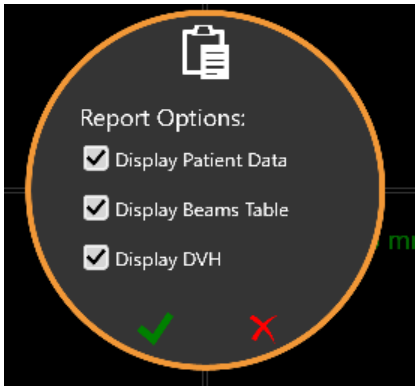


図 8.1. Report Options（レポートオプション）ダイアログボックス

3. **Report Options（レポートオプション）**ダイアログボックスから、計画レポートに必要なオプションを選択します。
   - **Display Patient Data（患者データの表示）**：患者の名前、性別、生年月日を表示します。患者データを表示するオプションを選択すると、医療 ID が表示されます（図 8-2 を参照）。
   - **Display Beams Table（ビーム表の表示）**：アイソセンターID、ノード ID、計画 MU などのビーム詳細のリストを表示します（図 8-3 を参照）。

オプションが選択されていない場合でも、レポートが生成される場合があります。計画が保存されていない場合、計画名および計画のデータと時間は空白になります。

4. チェックをクリックして、レポートの生成を続行します。

図 8.2 は、患者情報セクションの例を示しています。計画が承認されている場合、承認者名も表示されます。

Demo, Dan (0123456)
DemoDanPlan1

ZAP SURGICAL SYSTEMS

Treatment Planning Report

Patient Information

Name:	Demo, Dan
Medical ID:	0123456
Sex:	M
DOB:	01 Jan 1960

System Information

System:	System1
Operator:	admin
Plan:	DemoDanPlan1
Plan Date & Time:	22 Oct 2019 14:02:25 (hr:min:sec)
Plan Version:	1.7.41
LINAC Energy Level:	3MV
Commissioning Time:	17 May 2019 15:43:06 (hr:min:sec)
Approver:	Dr. Smith

図 8.2. 患者データレポート

図 8.3 に計画の概要を示します。

Plan Summary

Fractions	Max Dose (cGy)	Prescription %	Prescription Dose (cGy)	DV Spacing (mm)
5	2500	80	2000	1

Contours

Name	Volume (mm³)	Min Dose (cGy)	Max Dose (cGy)
Target 02	1253.33	1516.47	2500
Target 01	2680.67	1519.65	2443.24

Isocenters

ID	Coll Size (mm)	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Dose (cGy)	Beams
1	20	-27.33	216.79	163.93	2183.39	36
2	15	23.78	212.48	166.93	2183.39	36

Total Isocenters	Total Non-Zero Beams	Total Plan MU
2	72	7602.28

図 8.3. 計画概要

図 8.4 は、ビーム表のページ例を示しています。このセクションは、この計画の一部である治療ノード数に応じて、複数ページにまたがる可能性があります。

Demo, Dan (0123456)
DemoDanPlan1

Plan Details

Beams			
Isocenter ID	Node Index	Plan MU	Fraction MU
1	1	144.23	28.85
1	2	74.49	14.9
1	3	79.48	15.9
1	4	83.85	16.77
1	5	86.91	17.38
1	6	91.67	18.33
1	7	101.72	20.34
1	8	123.68	24.74
1	9	141.31	28.26
1	10	144.24	28.85
1	11	128.91	25.78
1	12	151.48	30.3
1	13	145.34	29.07
1	14	128.41	25.68
1	15	124.04	24.81

図 8.4. ビーム表の例。

8.2. レポートビューア

TPS でレポートを表示すると、画面の下部に次の操作が表示されます。

機能	アイコン	説明
前ページ		前のページに移動します。
次ページ		次ページに進みます。
名前を付けて保存		計画レポートをユーザーのコンピューターに保存し、ユーザーがレポートを印刷できるようにします。
閉じる		治療計画レポートビューアを終了します。

表 8.2. レポートを管理します。

➢ 計画レポートの保存方法は次のとおりです。

1. レポートアクションバーの名前を付けて **Save As**（保存）ボタンをクリックします。
2. ドキュメントの保存方法については、オペレーティングシステムの指示に従ってください。
3. レポートが保存されると、コンピュータから印刷することが可能です。

9. 一般的な操作

9.1. 概要

一般的な操作にアクセスするには、ワークフローホイール内側のアイコンをクリックします。

クリックすると、図 9.1 に示すワークフローホイールが表示されます。

図 9.1. 一般的な操作のワークフローホイール

機能	アイコン	説明
メインページへ戻る		計画を終了し、患者ページまたはホームページに戻ります。
ディスプレイのリセット		画像をディスプレイの中央に戻し、元のサイズに戻します。
CT 設定		セクション 9.2 を参照してください。
ルーラー		測定機能を有効にします。有効な場合、Ctrl+クリック+ドラッグで任意の 2 点間の距離を mm 単位で測定します。

自動配置		球体の幾何学的中心にアイソセンターを自動的に配置します。
計画設定		セクション 9.3 を参照してください。
レポート		レポートを表示します。第 8 章を参照してください。
保存		現在の計画を保存します。第 7 章を参照してください。
エクスポート		計画、アイソセンター、輪郭、および線量体積の任意の組み合わせをエクスポートするためのダイアログを表示します。 エクスポートされるファイルは.csv 形式です。また、このダイアログでは、エクスポートされる計画データの匿名化を選択できます。
インポート		ファイルシステムから DICOM RT ファイルを選択するためのダイアログを表示します。 同じ画像からの輪郭セットのインポートをサポートします。

注意：匿名化された計画には、計画記述子などユーザー編集フィールドがいくつか含まれています。この情報が適切に匿名化されていることを確認するのはユーザーの責任です。

警告：正確で完全なデータ移行のため、計画をすすめる前にインポートされた構造を確認してください。

9.2. CT 設定

システムは、名目上の頭部中心ごとのアイソセンター位置に基づいた治療経路を自動的に生成します。 ZAP table insert を互換性のあるヘッドサポートとともに使用する場合は、頭部中心のデフォルト値を使用できます。これらのデフォルトを変更する必要がある場合にのみ、CT 設定操作を使用してください。

名目上の頭部中心は、患者の実際の頭部中心位置である場合とそうでない場合があることにご留意ください。どちらかというと頭部中心位置は、患者が最初に固定されたときのシステムのアイソセンター位置に対応する公称値です。

CT 設定アイコンをクリックすると、サジタルビューが図 9.2 に示すように変更します。

図 9.2. CT 設定操作

これが表示されると、システムはアキシャルビューとコロナルビューに現在の頭部中心位置も表示します。Ctrl キーを押しながら、参照線がヘッドレストの端に触れるまでマウスをドラッグすると、サジタルビューで参照点を調整できます。マウスを離すと、CT の上位までの距離と CT の後方値までの距離が更新され、頭部中心位置（x、y、z）の値が自動的に更新されます。頭部中心位置は、3 つのビューのそれぞれに緑色の十字線として表示されます。基準線を移動するだけでは不十分な場合は、任意のビューで頭部中心位置を直接移動することもできます。

注：頭部中心位置は、サジタルビューの基準線に対して常に固定されています。参照線が寝台の端に設定されている場合、ビューの頭部中心位置は正しい位置にあります。撮影中に患者の位置が台の中心ではなかった場合、アキシャルビューまたはコロナルビューで頭部中心位置を移動する必要はほとんどありません。

注： 頭部中心を変更した後は、CT Setup（CT 設定）ボタンをクリックしてこの変更を有効化してください

9.3. 計画設定

Plan Settings（計画設定）アイコンを押すと、図 9.3 に示すダイアログが表示されます。

図 9.3. Plan Settings（計画設定）ダイアログ

これには、次の操作を含みます。

直交ビュー：3D 再構成で表示するために、次の選択肢が含まれています。

- **ビームの非表示/表示**：ビームの表示を切り替えます。
- **輪郭**：標的と重要な領域の表示を切り替えます。
- **アイソセンター**：アイソセンターの表示を切り替えます。
- **Rx 線量クラウド**：少なくとも処方線量を受ける領域の表示を切り替えます。

頭部中央位置：現在の頭部中央位置パラメータを表示し、編集できるようにします。セクション 9.2 を参照してください。

詳細：ビーム照射オプションが含まれています。 ビームを無効にして計画のコピーを保存すると、「ドライラン」計画が作成されます。実際に照射される前にガントリーの動きをテストするためなどに使用できます。

当アプリの概要：TPS ソフトウェアのバージョン番号を表示します。

線量曲線：

- **等線量線**：等線量線の表示と等線量洗浄を切り替えます。
- **グリッドステップ**：1mm と 0.5mm の間で細かい線量計算を切り替えます。（詳細は以下を参照*）
- **線量表示モード**：等線量線を最大線量の割合として表示するか、絶対線量として表示するかを切り替えます。画像の等線量の凡例をダブルクリックして、これら 2 つの表示を切り替えることもできます。

線量表示オプション：次の列が含まれています。

- **チェックボックス**：システムは最大 10 本の等線量線を表示できます。チェックボックスにより、表示される行が決定されます。
- **幅**：表示されている線の太さ。
- **線量**（%）：各ラインでの線量（割合）。編集可能なフィールドです。表示される行の値をカスタマイズできます。
- **線量（cGy）**：絶対値としての各線での線量。

***線量グリッド：** 各標的または重要構造の周囲で、線量が対象の各体積を中心とする 64 x 64 x 64 mm3 の立方体内の狭い間隔のグリッドで計算されます。ユーザーは 0.5 mm か 1.0 mm のグリッド間隔を選択できます。0.5 mm 間隔にすると、正確さが向上します。1 mm の間隔で計算速度が上がります。 標的や重要構造から離れたエリアでは、線量が 5 mm グリッドで計算され、より狭い間隔に線形補間されます。エリア内のより詳細な計算は、そのエリアに重要構造を追加することによって取得できます。

注意：これらの交換条件を理解し、適切な線量グリッドを選択することが重要です。

10. 試運転

ビーム収集データタスクは、医学物理学者によって実行されます。この章で説明するビームデータツールを使用して、治療計画システム のビームデータを収集します。ビームデータツールを使用する前に、ビームデータの収集とインポートを行うために*ビームデータマニュアル*に記載されている手順を実行する必要があります。

警告：ビームデータのエラーは簡単に検出できない可能性があり、患者の負傷または死亡につながる可能性があります。有資格者は、治療計画と照射の前にすべてのビームデータを正確に入力して確認する必要があります。

線量計算アルゴリズムを実行する前に、次のビームデータを取得し、適切にフォーマットして、ZAP-X System にインポートする必要があります。

- 組織ファントム線量比（TPR）
- オフセンター比（OCR）
- 出力係数（OF）

TPR、OCR、OF ファイルはプレーンテキストである必要があります。ファイル形式については、*ビームデータマニュアル*を参照してください。

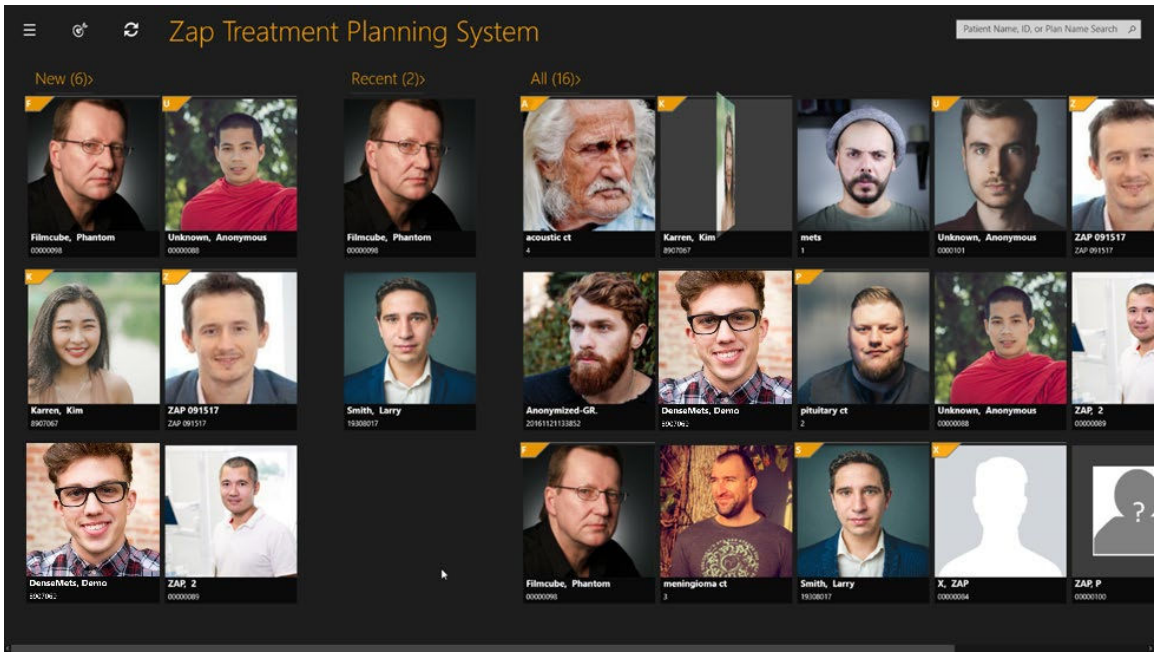


図 10.1：TPS ホームページ。

➢ **ビームデータ機能へのアクセス方法は次のとおりです。**

1. ホームページの左上隅にある**ビームデータアイコン**をクリックします（図 10.2 を参照）。

図 10.2.試運転アイコン

注：赤色の警告メッセージは、TPS がテンプレートビームデータを使用していることを示します。ZAP-X Planning System には、TPR、OCR、OF 用のテンプレートビームデータのセットが付属しています。ユーザーが実際のビームデータを取得する前に、テンプレートデータが治療計画システム にロードされます。

2. ビームデータページが表示されます（図 10.3 を参照）

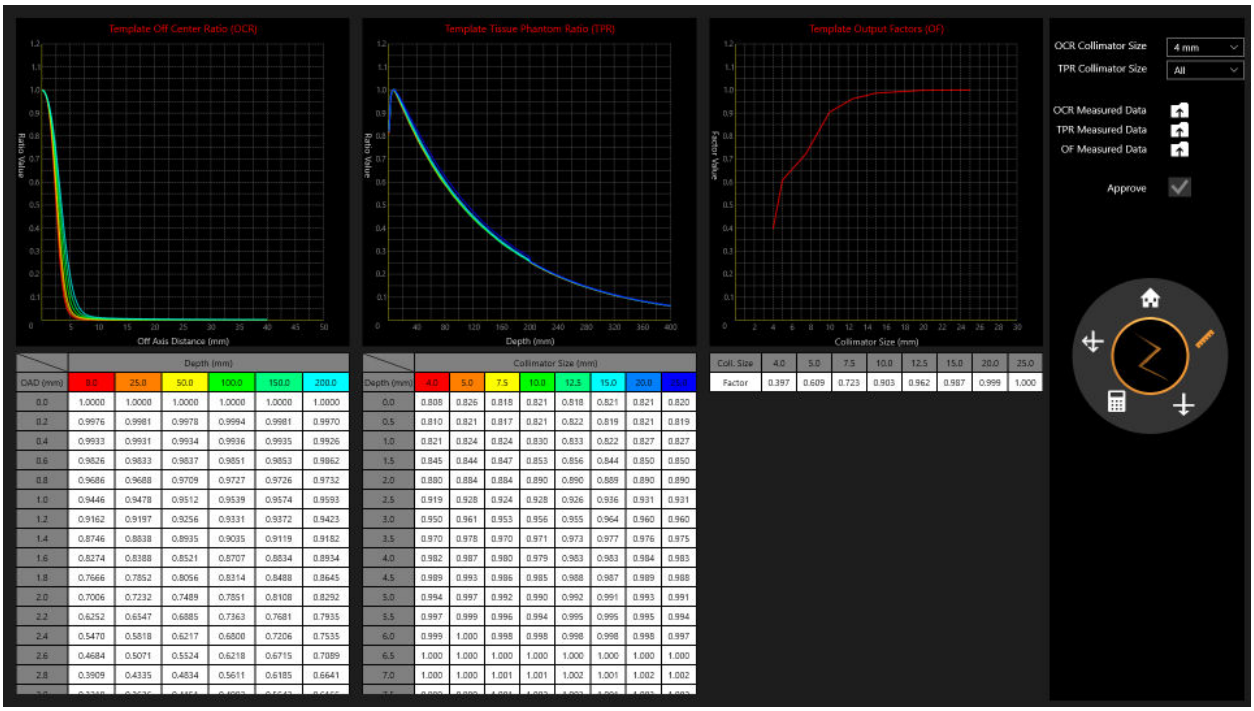


図 **10.3.** ビームデータページ。

10.1. ワークフローホイール、ビームデータプライマリリング

手順は右側のワークフローホイールに表示されます。各タスクに 1 つ以上のステップが表示されます（図 10.4 および表 10.1 を参照）。

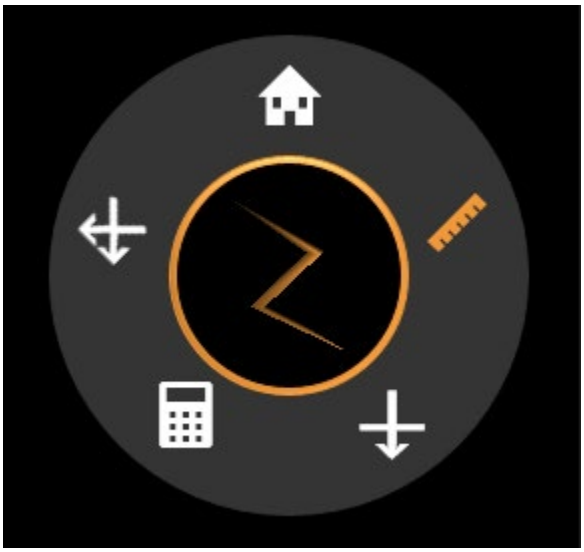


図 **10.4**：ビームデータープライマリリング。

アイコン	作業	説明
	測定済ビームデータ	組織ファントム比（TPR）、オフセンター比（OCR）、出力係数（OF）の測定データをアップロードします。OCR と TPR のコリメータサイズを調整し、データを承認します。
	1 ビーム	1 ビームの線量値を計算します。
	計算済ビームデータ	計算済オフセンター比（OCR）と計算済パーセント深度線量（PDD）のコリメータサイズを調整します。計算済 PDD、測定済 PDD、または差値として PDD をインポートまたはエクスポートします。
	2 ビーム	2 ビームの線量値を計算します。
	ホーム	ホームページに戻ります。

表 10.1：ビームデータのプライマリリングツール

10.2. ビームデータの確認と承認

ビームデータの収集中に、測定済ビームデータを確認し、治療計画システム で計算済ビームデータと比較してから計算済ビームデータおよび/またはアルゴリズムを承認します。承認済ビームデータはシステムデータベースに保存されます。次に、治療計画では、承認済データを線量計算に使用します。

表示されたグラフを使用すると、さまざまなコリメータサイズの多様な深度で測定済 OCR および TPR ビームデータと、さまざまなコリメータサイズの OF ビームデータを確認できます。グラフ上の曲線の異常、たとえば、隆起、不連続性などを観察します。結果が許容できる場合は、ビームデータを承認できます。

適用された放射線ビームの位置は、患者の座標系に関連する座標とともにビームリストに一覧表示されます。

➢ **ビームデータの確認方法は次のとおりです。**

1. 対応するアイコンをクリックして、測定済 **OCR**、**TPR**、**OF** データをロードします。
   - **測定済ビームデータ**は、デフォルトでビームデータプライマリホイールで選択されます。
   - **OCR/TPR/OF 測定データ**の右側にあるアイコンをクリックします（図 10.5 を参照）。

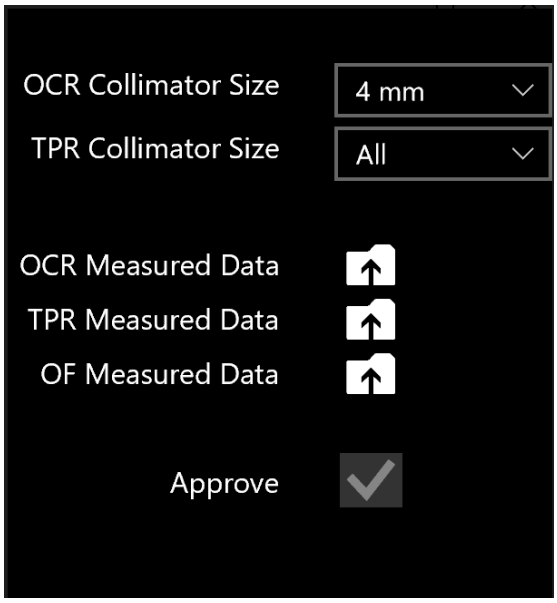


図 **10.5.** 測定データのアップロード

2. **OCR/TPR** コリメータサイズの横にあるドロップダウンメニューをクリックして、コリメータサイズを変更します。
3. グラフを確認してグラフの下の表をスクロールし、選択したコリメータに関連付けられた取得ビームデータを確認します。
4. すべてのコリメータと対応するデータを確認します（図 10.6 を参照）。
5. **承認**の横にあるチェックボックスをクリックして、測定済ビームデータを承認します。

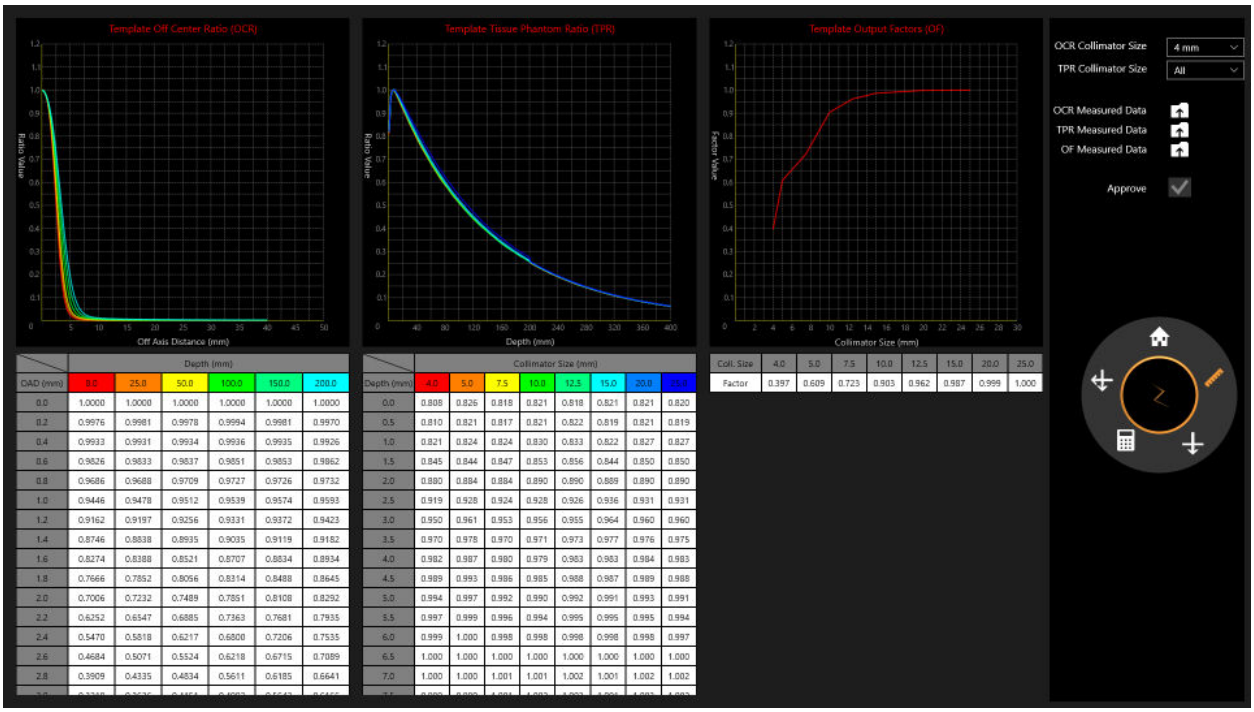


図 **10.6.** 測定済ビームデータのレビュー

10.3. 線量計算

注：線量計算には、システムが生成した、体積 300 mm x 300 mm x 300mm の水ファントムが使用されます。

ZAP-X System は、次のように線量計算アルゴリズムを使用します。

$$線量(x) = 1\left({}^{cGy}/_{MU}\right) * \left(\frac{450}{SAD}\right)^2 * OCR(coll、\ OAD、\ Deff) * TPR(coll、\ Deff) * OF(coll)$$

公式の各項目を次の図に示します（図 10-7 を参照）。

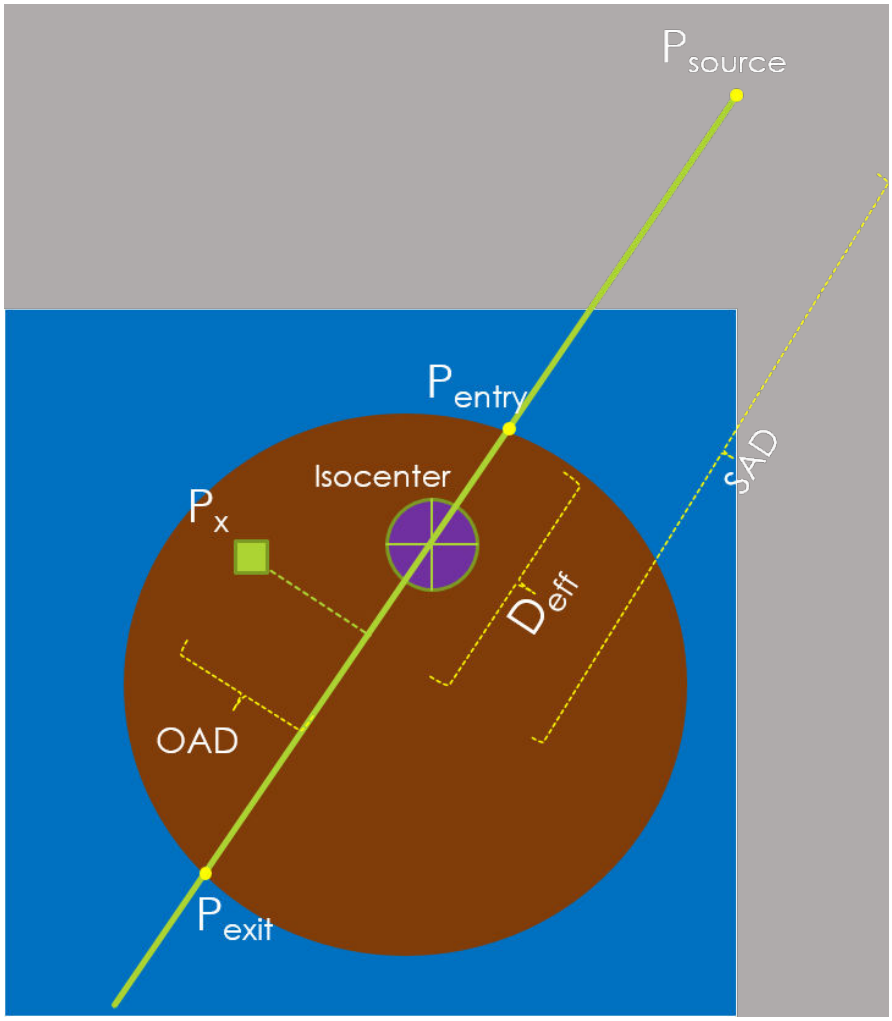


図 10.7. 線量計算アルゴリズムの描写。

システム設計では、かさ密度の割り当てや等高線への密度オーバーライドの適用をサポートしていません。

システムテスト手順は、責任組織が線量計算アルゴリズムの精度を検証できるようにする技術的説明に含まれています。

注： 取得済 TPR または OCR ビームデータの範囲外の深度で線量を計算する場合は、最後のビームデータ値が使用されます。

10.4. 線量計算、1 ビーム

➢ **1 ビームの線量値の計算方法は次のとおりです。**

1. ビームデータのプライマリホイールから**ワンビーム**アイコンをクリックします。
2. ドロップダウンメニューをクリックして、測定設定を反映するように **SSD** の値を変更します。
3. ドロップダウンメニューをクリックして、**コリメータのサイズ**を変更します。
4. 線量計算は自動的に行われます。
5. Ctrl キーを押しながらクリックして、単一点線量値を表示します。
   画面には、左下隅の各ポイントの深度、軸外距離、SSD（ソースからサーフェスまでの距離）が表示されます（図 10-8 を参照）。

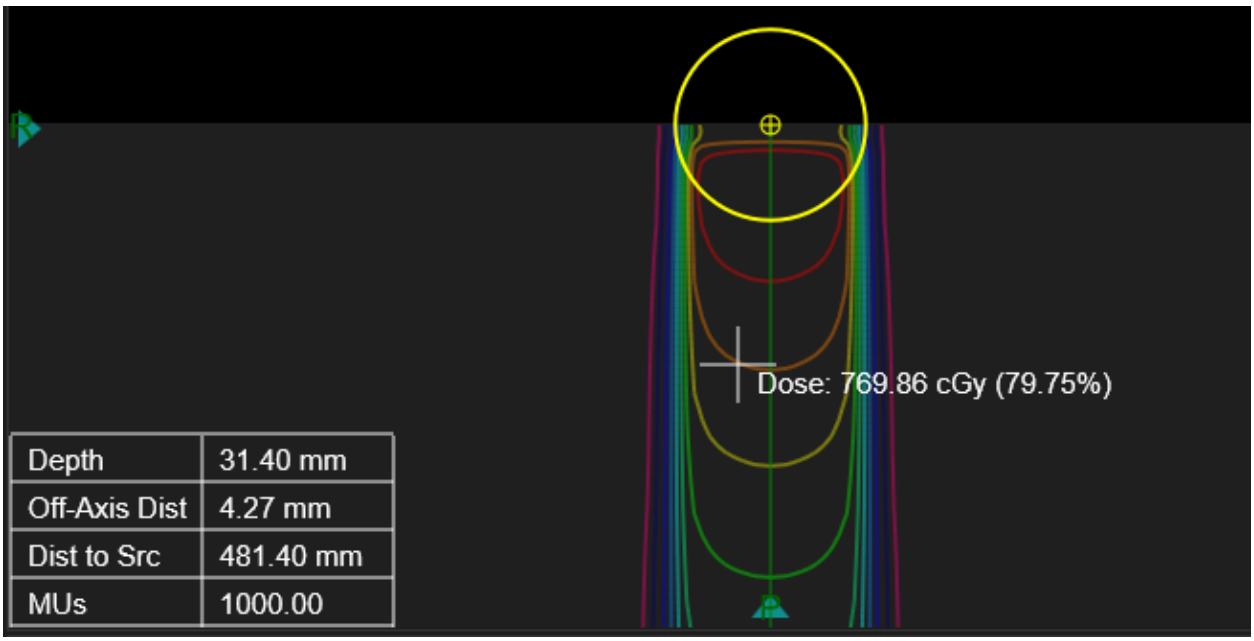


図 10.8. 深度、軸外距離、SSD

6. Ctrl キーを押しながら右クリック&ドラッグし、2 つの十字線間の測定距離を表示します（図 10.9 を参照）。

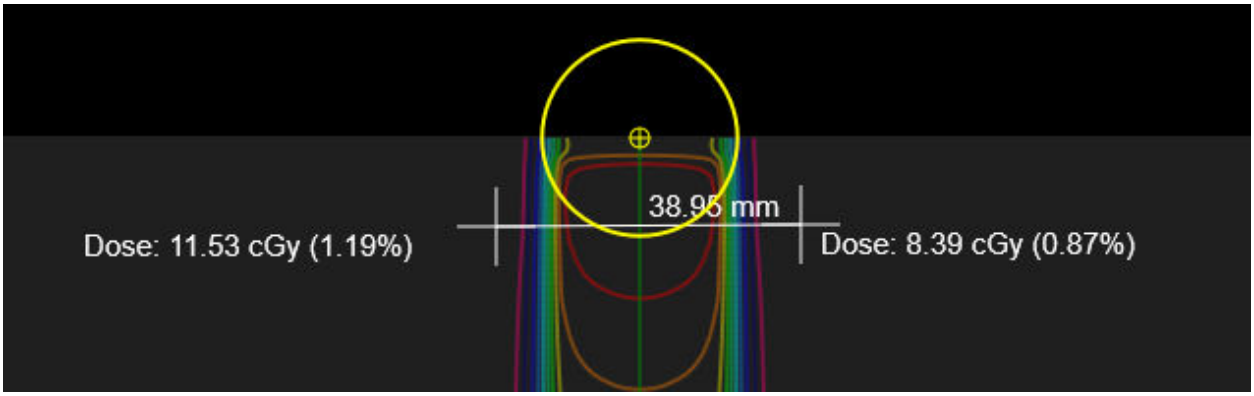


図 10.9. 十字線間の距離。

➢ 計算済線量の確認方法は次のとおりです。

1. プライマリホイールから**計算済ビーム**ボタンをクリックします。
2. **OCR/TPR コリメータサイズ**の横にあるドロップダウンメニューをクリックして、コリメータサイズを変更します。
3. 深部量百分率（PDD）データを確認します（図 10.10 を参照）。
   - **Import**（インポート）をクリックして、測定済 PDD データをインポートします。
   - データがインポートされると、3 つの表示オプションを使用して、測定済および計算済 PDD データ、およびこれら 2 つの絶対差を表示できます。
4. 軸外線量比（OCR）を確認します（図 10.11 を参照）。

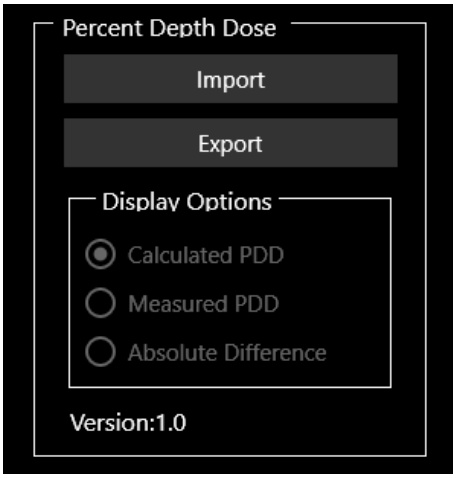


図 **10.10. PDD** ダイアログボックス

   - **Export**（エクスポート）をクリックして、計算済 PDD を保存します。

注：OCR および TPR の場合、ZAP TPS は、7 mm（d_{max}）、50 mm、100 mm、200 mm、250 mm で測定済のビームデータ以外の深度で線形補間を実行します。これらの線形補間は、OCR（深度と OAD）の場合は 2D、TPR（深度）の場合は 1D です。250 mm を超える深度の場合、250 mm の値が使用されます

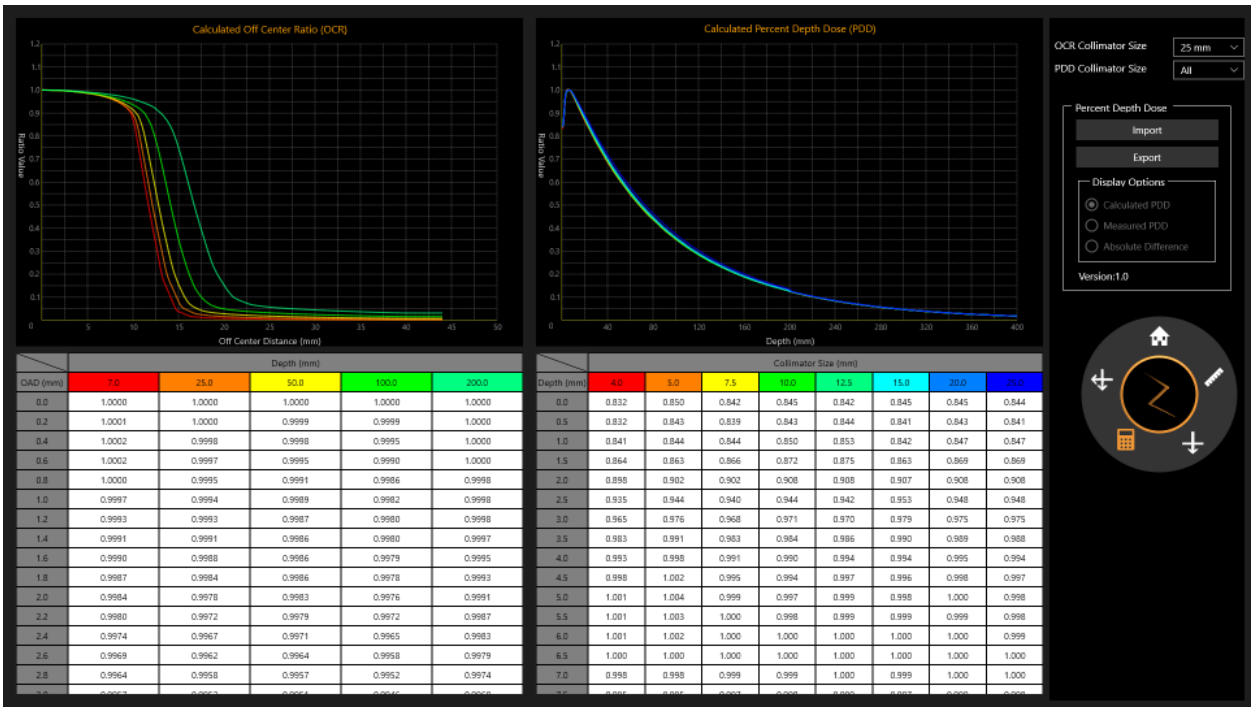


図 10.11.1-ビームレビュー

10.5. 線量計算、2 ビーム

➢ **2 ビームの線量値の計算方法は次のとおりです。**

1. プライマリホイールの **Two Beams**（**2 ビーム**）ボタンをクリックします。
2. ドロップダウンメニューをクリックして、**コリメータのサイズ**を変更します。
3. 線量計算は自動的に行われます。
4. Ctrl キーを押しながらクリックして、単一点線量値を表示します。
   画面には、左下隅に、ビーム 1 とビーム 2 の深度データ、軸外距離、SSD（ソースからサーフェスまでの距離）が表示されます（図 10.12 を参照）。
5. Ctrl キーを押しながらクリック&ドラッグし、2 つの十字線間の測定距離を表示します。

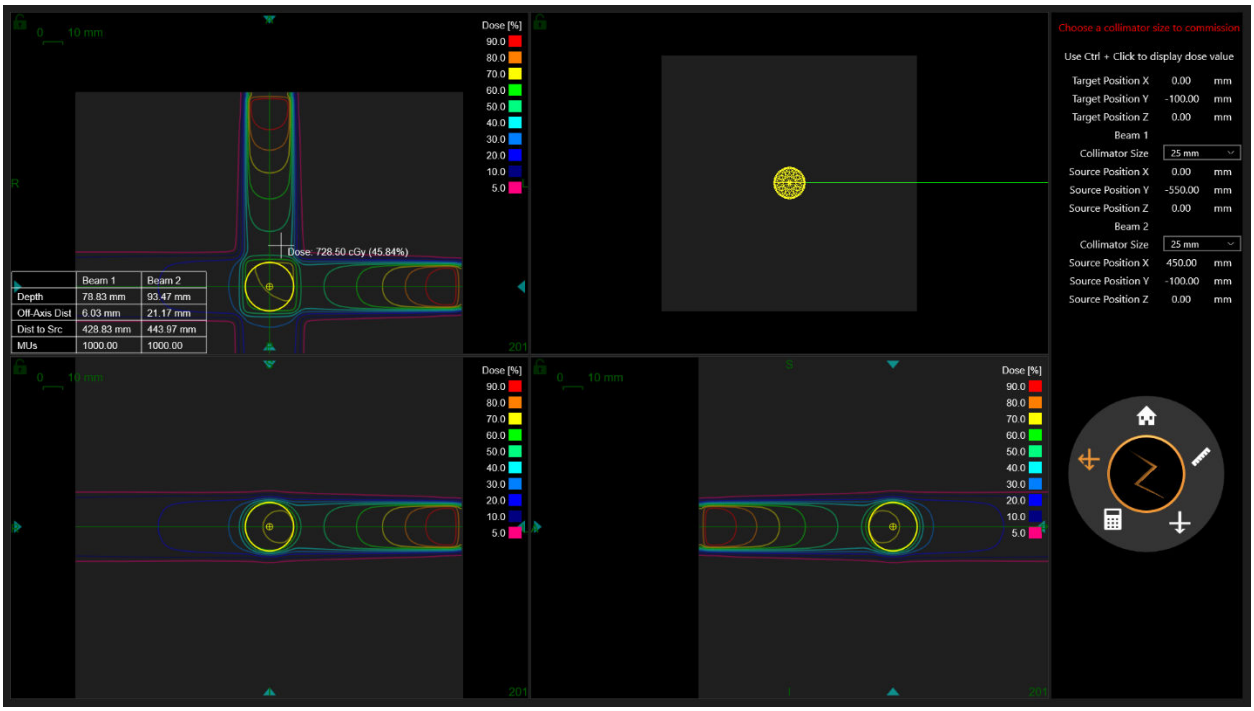


図 **10.12. 2** ビームの深度、軸外距離、**SSD**

10.6. ホームに戻る

プライマリホイールの **Home**（ホーム）ボタンをクリックして、TPS ホームページに戻ります。

11. システム管理

ログイン画面の下部では、システムに十分なメモリ容量、ディスク容量、表示設定の確認が表示されます。

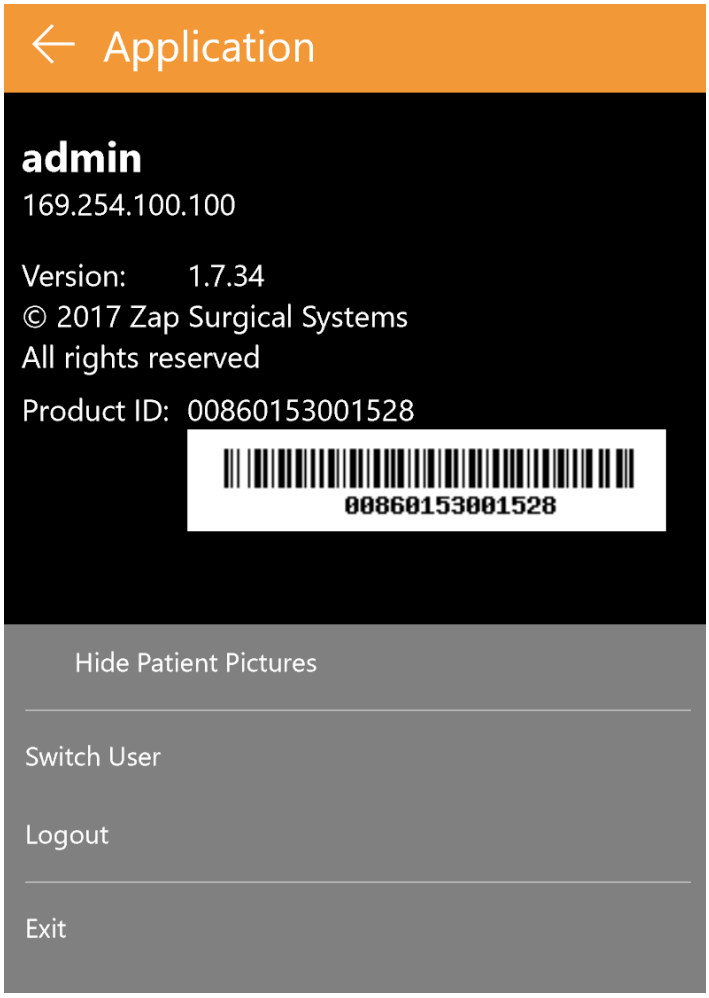


図 **11.2.** サーバーの **IP** アドレス。

11.1. 無効なログイン

治療計画システム が起動すると、使用可能なメモリが 10GB 以上、使用可能なディスク容量が 2GB 以上であることをすぐに確認してください。インストール時に基準が満たされていると、確認は無事に終了します。基準を満たさない場合は、ZAP サービス担当者にご連絡ください。

12.サイバーセキュリティ

ネットワーク：

ZAP-X System は、構成可能なファイアウォール（Dell SonicWALL）を介して病院ネットワークとは異なる独自のネットワーク上で動作します。ZAP Surgical が提供するすべての機器はファイアウォールの背後にあり、SonicWALL を介して ZAP-X ネットワーク外のエンティティとのみ通信します。デフォルト構成では、ZAP-X inbound DICOM traffic 用のオープンポートと、リモートサポート用の ZAP Surgical への ZAP-X アウトバウンド接続が提供されます。

マルウェア保護：

ZAP-X ネットワークとの間のすべてのトラフィックは、ファイアウォールを通過するように設定されています。ファイアウォール設定は、顧客の IT ポリシーに従ってカスタマイズでき、アクセスを制限して、許可されたトラフィックのみを許可できます。デフォルト設定では特定のポートが開いていますが、必要に応じて制限するように設定できます。プロトコルフィルタリングは、いずれかの側でマルウェアに感染した場合にネットワークエンティティを保護します。

アカウントとパスワード

ZAP-X System は、計画システム用と照射システム用の 2 つのワークステーションをユーザーに提供します。どちらのワークステーションにも、それぞれのコンピューターとリソースにアクセスするためのローカルシステムユーザーアカウントがあります。各コンピューターに単一のローカル管理者アカウントが作成されます。ローカルアカウントに使用されるパスワードは、一般的な最小の複雑さの要件を満たしています。計画ワークステーションと照射ワークステーションの両方にそれぞれのアプリケーションがプリインストールされており、システムを使用するには、各アプリケーションに追加の認証が必要です。データベースサーバーとアプリケーションサーバーも二重認証によって保護されており、指定されたサポートスタッフのみがアクセスできます。

オペレーティングシステムの更新：
システムは、システムの信頼性とセキュリティについて徹底的にテストされた、関連するすべてのオペレーティングシステムパッチにより導入時に更新されます。新しいパッチがリリースされる速度では、パッチ自体によって新しい信頼性やセキュリティの問題が発生していないことを確認するための適切なテストを行えません。ZAP-X System は、Windows の自動更新に対して非対応となっており、適切な制御なしにパッチを適用することはできません。これによりリスクが軽減され、ZAP-X は、インストール前の適切なテストを予定通りに実施し、パッチを導入できます。

バックアップと障害回復：

ZAP-X System は、患者情報を長期間保存するようには設計されていません。 ZAP Surgical は、治療計画または照射の完了後、患者記録を保存して紙面または電子コピーとしてエクスポートすることをお勧めします。

ドキュメンテーション：

規制に従い、すべてのシステムで包括的なデバイス履歴レコードが維持されます。DHR は、医療機器の製造に関連するすべての記録をまとめたものです。記録には、製造日、製造数量、発売時期、およびデバイスがデバイスマスターレコード（DMR）に従って製造されたことを示す受け入れレコードを含む広範なドキュメントが含まれます。

13.DICOM

13.1. CT および MR データのインポート

ZAP-X は、ネットワーク転送またはローカルファイルシステムからの CT および MR データセットのインポートをサポートしています。サポートされている DICOM オブジェクトは、CT、MR、RTStruct、および Spatial Registration Storage などです（詳細は ZAP-X DICOM 適合性宣言 E0920-00019 を参照してください）。すべてのインポートは、TPS ワークステーションに付属しているブラウザ、Chrome または Edge で利用できる SysAdmin Web ページを介して実行されます。ZAP サポート担当者は、このページへのショートカットを作成してブラウザを設定します。

このページを起動すると、ログインダイアログが表示されます。提供されたユーザーID とパスワードを使用してください。ログイン後に使用できるオプションは、ログイン資格情報によって異なります。このセクションに表示される画面は、医師または物理学者としてログインしたときに使用できるオプションを反映しています。

計画に進む前に、患者情報と画像データが正しいことを確認することをお勧めします。たとえば、画像が破損したり、スライスが欠落している可能性があります。

ネットワーク転送

ZAP サービス担当者は、教育機関と協力してネットワークを構成し、PACS システムが画像を ZAP-X に転送できるようにします。SysAdmin ページが起動し、DICOM 転送が選択されると、次のページが表示されます。

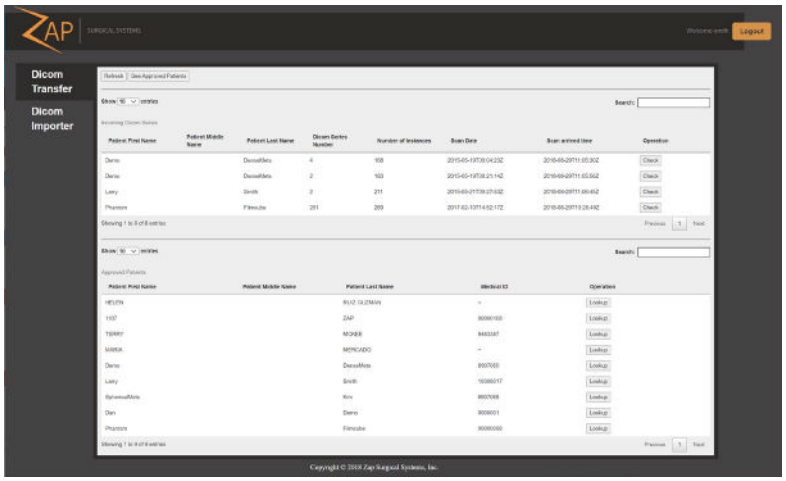


図 **13.1. DICOM** ネットワーク転送

ページを表示するには、左側にある「DICOM Transfer（DICOM 転送）」を選択してください。画像をインポートするには、インポートする画像の右側にある「Check（チェック）」ボタンをクリックします。これにより、その画像の DICOM 情報が表示されます（図 13.2）。この時点で、いくつかの画像情報を変更できます。たとえば、患者が撮影を実行した別の機関の医療 ID を有している場合、ここで編集できます。 情報を確認したら、「Approve（承認）」をクリックして画像を ZAP-X データベースに転送します。

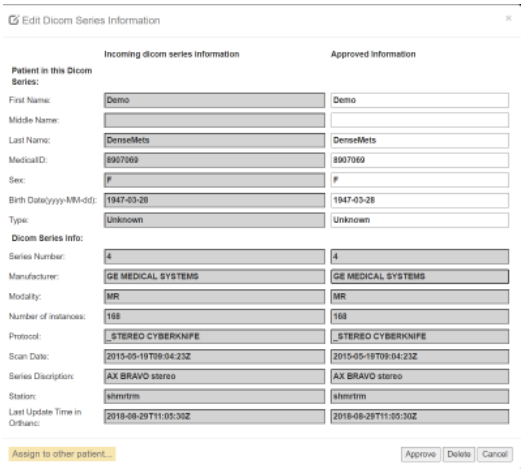


図 13.2. DICOM 画像情報。

DICOM インポーター

画像がローカルハードドライブまたは USB スティックにある場合は、DICOM インポーターを使用します。SysAdmin ページから DICOM Importer を選択すると、次の画面が表示されます。

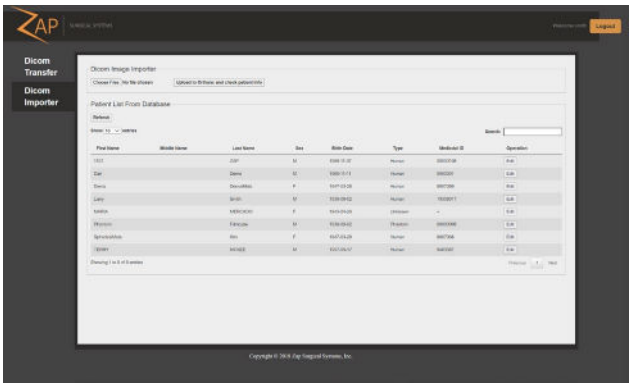


図 13.3. DICOM インポーター画面

画像をインポートするには、画面の左上にある「Choose Files（ファイルの選択）」ボタンをクリックします。 このページには、ファイルナビゲーションダイアログが表示されます。画像を含むフォルダーに移動し、すべての画像を選択します。注：名前ヘッダーの左側にあるチェックボックスをクリックすると、現在のフォルダー内のすべてのファイルが選択されます。すべての画像を選択したら、「Open（開く）」ボタンをクリックします。

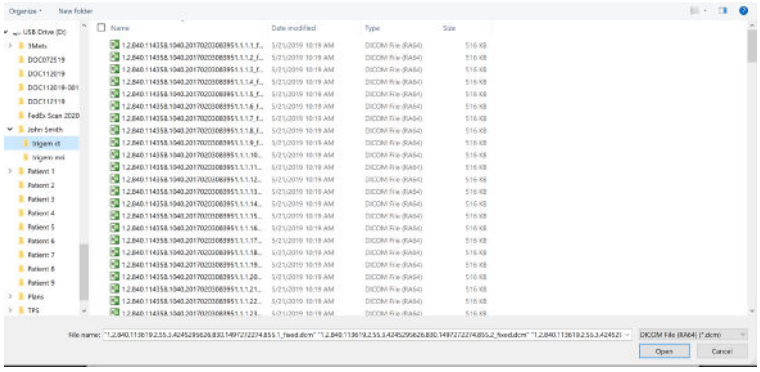


図 13.4. DICOM インポーターファイルナビゲーションダイアログ

これで、ページに 1 枚のスライス画像が表示されます。マウスホイールをスクロールすると、画像全体をスクロールします。画像を確認したら、ディスプレイの右上にある「x」をクリックして、画像ディスプレイを閉じます。DICOM インポート画面が再び表示されます。この時点で、「Upload（アップロード）」ボタンをクリックすると、この画像を ZAP-X データベースにインポートできます。

13.2. 必須フィールド

ZAP にインポートされた画像には、次の DICOM フィールドが必要です。

タグ名	**DICOM タグ**
BitsAllocated	(0028,0100)
BitsStored	(0028,0101)
Rows（行）	(0028,0010)
Columns	(0028,0011)
ImageOrientationPatient（画像患者の向き）	（0020,0037）
ImagePositionPatient（画像患者のポジショニング）	（0054,0410
PixelSpacing（ピクセルスペーシング）	（0028,0030）
PixelRepresentation（ピクセル表現）	（0028,0103）
Modality（モダリティ）	（0008,0060）
RescaleIntercept（リスケール切片）	（0028,1052）
RescaleSlope（リスケール傾斜）	（0028,1053）
WindowCenter（ウインドウ中心）	（0028,1050）
WindowWidth（ウインドウ幅）	（0028,1051）

14.用語集

Numerics

2D：2 次元画像。 インポートされた画像からの 1 つの画像、または画像から再構築された DRR。

3D：3 次元画像。 インポートされた画像、またはインポートされた画像から再構築された画像。

A

自動位置合わせ：強度ベースの登録。

B

ビームデータ：試運転中に測定されたデータで、線量情報を生成するために使用されます。 これには、組織ファントム線量比、オフセンター比、出力係数が含まれます。

C

cGy: Centigray.

クリック： マウスのプライマリボタンをクリックします。 ほとんどのコンピューターでは、これは左ボタンです。参照：
Ctrl キーを押しながらクリック：Ctrl キーを押しながらマウスのプライマリボタンを押します。
ダブルクリック：マウスのプライマリボタンを素早くダブルクリックします。
右クリック：マウスのセカンダリボタンをクリックします。
Shift キーを押しながらクリック：Shift キーを押しながら、マウスのプライマリボタンをクリックします。

試運転：直接測定からビームデータをインポートし、ファントムの放射線分布の結果を確認して適用するプロセスです。

重要構造：OAR

CT：コンピューター断層撮影

D

DICOM：医学におけるデジタル画像と通信。

ドラッグ：カーソルを目的の領域に置き、クリックしてボタンを押したまま、マウスを動かして領域を選択したり、ウィンドウを作成したり、選択したアイテムを再配置したりします。

DRR：デジタル再構成 X 線画像。3D データセットから再構成された 2D 画像

DVH：線量体積ヒストグラム

E

F

FOV：ビュー

フォーカスポイント：アキシャルビュー、コロナルビュー、およびサジタルビューが交差するポイント。

順方向治療計画： アイソセンターの位置と線量測定を手動で指定することにより、治療計画を作成するための手法。このプロセスでは、ユーザーがビームの形状を指定し、コンピューターが放射効果を計算します。

位置合わせ：2 つの画像を組み合わせて登録します。

G

H

ホールド：マウスボタンを押したままにして、別の機能を実行します。

I

等線量曲線： 患者画像上の線量値の視覚的表現。

J

K

L

M

MR：(または MRI)。磁気共鳴画像

MU：モニターユニット

N

ノード：ビームを照射するために使用されるガントリーの特定のアキシャル方向/オブリーク位置。

O

OAR：危険にさらされた臓器。

OCR：オフセンター比

OF – Output Factor（出力係数）

P

PDD Percent Depth Dose（深部量百分率）

一次画像：照射中に治療計画と患者の位置を合わせるために使用する CT 画像。

Q

象限：一般的な TPS レイアウトは、4：1 の画像画面を示していま左上から反時計回りに、患者の画像からのアキシャル、コロナル、サジタルビューが含まれます。

R

レイトレーシング計画：順方向治療計画を参照してください。

S

SAD： Source-Axis Distance（線源回転軸間距離）

スクロール：マウスのスクロールホイールを回転させます。

二次画像： 計画中の視覚化をサポートするために一次画像と組み合わせられる二次画像。これは、CT または MR 画像の場合があります。

選択：目的のアイテムの上にカーソルを置き、1 回クリックします。

シミュレーション計画：実際の患者を基に作成され、ファントムに再マッピングされた計画。

SSD：ソースから表面までの距離

T

TDS：照射ソフトウェア。照射の管理に使用される ZAP-X ソフトウェアアプリケーション。

TPR：Tissue Phantom Ratio（組織ファントム線量比）。

TPS：Treatment Planning Software.（治療計画ソフトウェア）。治療計画の管理に使用される ZAP-X ソフトウェアアプリケーション。

U

V

VOI：関心体積

W

ワークフローホイール：TPS を使用する場合の主要なユーザーインターフェイス。

X

Y

Z

ZAP-X：ZAP-X Radiosurgery System。

連絡先情報

ZAP Surgical Systems
590 Taylor Way
San Carlos, CA 94070, 米国

CE 2797