

	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準深: <math>d_{max}</math></li> <li>照射野サイズ: <math>6 \times 6, 15 \times 15, 25 \times 25</math></li> </ul>
プロファイル/2D線量分布 Profile/2-D dose distribution	<p>各エネルギーに対する軸平面での2D等線量分布</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>SSDs: 110 cm, 臨床的に用いられる他のSSD</li> <li>照射野サイズ: <math>6 \times 6, 15 \times 15, 25 \times 25</math></li> </ul>
冠状断もしくは3Dデータ Coronal or 3-D data	3Dアルゴリズムは3Dの検証で行われるべきである。多数の冠状面での線量分布の測定、あるいは3Dの線量分布を作成する。

#### A4.4. 整形照射野 Shaped fields

一連の整形照射野に対する測定は、表 A4-4に示されるように遮蔽ブロックの効果が考慮に入れられるシステムに対しては必要である。

表A4-4. 整形照射野 Shaped Fields

Expt #	形状 Shape	アプリケーション Applicator	SSD	FDD (x, y)	2D 平面 2D planes	BEV,3D
1	円形最大 $r=12\text{cm}$	$25 \times 25$	標準	Cx	$y=0$ $x=0$	Yes
2	円形 $r=2\text{cm}$	$6 \times 6$	標準+10	Cx	$y=0$	Yes
2...S110	円形 $r=2\text{cm}$	$6 \times 6$	標準	Cx	$y=0$	Yes
3	卵形 $8 \times 20$	$20 \times 20$	標準	Cx	$y=0$	Yes
4	"C"型	$25 \times 25$	標準	Cx	$y=0$ $x=0$	Yes
5	スクイグル	$25 \times 25$	標準	Cx	$y=0$ $x=0$	Yes
6	ECWGハウ スブロック	$15 \times 15$	標準	(0, 3) (0, -3)	$y=3$ $y=-3$ $x=0$	Yes

#### A4.5. ECWGテストケース ECWG test case

テストケースの包括的なセットは、Electron Contract Working Group (ECWG)<sup>62</sup>に記述されている。このデータセットは、標準的な測定配置とより複雑な臨床配置の両方を説明する状況のなかで種々のアルゴリズムの比較のために使われるよう設計された。すべての可能性のある状況をカバーするように作成されていないが、このデータセットは電子線治療に対して通常用いられる臨床配置の大部分を扱う。すべてのテストケースは、Varian Clinac 1800 直線加速装置から得られた2つの電子線エネルギー (9と20 MeV) に基づいている。各テストケースに対して測定された特定のデータはECWGによって決められた。測定に対して以下の一般的なガイドラインが各テストケースについて用いられた: (1) 1つあるいはそれ以上の深部線量曲線; (2)各横断面に対する5つあるいはそれ以上の線量プロファイル(しばしば放射状と軸方向の両方の横断面); (3)固体水

等価ファントムを用いたフィルムによるビームズアイビュー(BEV)面の線量測定。28個のECWG実験の各々に対する配置が説明されている<sup>62</sup>。そして、実験の各々に使用された特定の線量測定面が示されている(表 A4-5)。一般(参考文献62参照)が入手可能なこのベンチマークデータセットは、基本的な(線量計算)アルゴリズム検証試験に対する良い選択である。

表A4-5. ECWG試験 ECWG Test

1. 基本的な標準幾何学 Basic Standard Geometry Tests	実験1-4は標準的な基準試験：SSD=100 cmで照射野サイズ6×6, 15×15 cm。追加的な実験5-8は、SSD=110 cmで同じ照射野サイズとエネルギーからなる。これらの8つの実験は計算と実測線量の基本的な一致を例証する。
	ECWG 1-1 9 MeV 15×15 100 SSD
	ECWG 2-1 9 MeV 6×6 100 SSD
	ECWG 3-1 20 MeV 15×15 100 SSD
	ECWG 4-1 20 MeV 6×6 100 SSD
	ECWG 5-2 9 MeV 15×15 110 SSD
	ECWG 6-2 9 MeV 6×6 110 SSD
	ECWG 7-2 20 MeV 15×15 110 SSD
	ECWG 8-2 20 MeV 6×6 110 SSD
2. 照射野整形 Field Shaping	実験9-12はいろいろな整形照射野の線量を調べる。
	ECWG 9-3 9 MeV 15×15を3×12にblock
	ECWG 10-3 20 MeV 15×15を3×12にblock
	ECWG 11-4 9 MeV House block
	ECWG 12-4 20 MeV House block
3. 脳-脊髄治療照射野 Cranio-Spinal Treatment Fields	実験13は脳-脊髄治療をシミュレーションする。
	ECWG 13-5 20 MeV 25×25を110 SSDで5×30対角線にブロック
4. 小さな眼球ブロック Small Eye Blocks	実験14はしばしば眼窩の治療に用いられるような直径1cmの眼球ブロックを持った小さな円形照射野(直径5cm)を試験する。
	ECWG 14-6 20 MeV 眼球ブロックを持った直径5cm照射野
5. 斜入と不整形な患者表面 Oblique Incident and Irregular Patient Surfaces	実験15-20は入射ビームが表面に垂直でない場合を調べる：斜入、ステップファントム、及び“鼻”ファントム
	ECWG 15-7 9 MeV 斜入
	ECWG 16-7 20 MeV 斜入
	ECWG 17-8 9 MeV ステップファントム
	ECWG 18-8 20 MeV ステップファントム
	ECWG 19-9 9 MeV 鼻シミュレーション
	ECWG 20-9 20 MeV 鼻シミュレーション
6. 不均質ファントム Heterogeneous Phantoms	平板-不均質(胸壁)は実験21-22で試験される。長く厚さの薄い空気-不均質(頸部や洞)は実験23-24で試験される。同様な骨-不均質(肋骨、顔面骨)は実験25-26で試験される。3-D(L-形)骨-不均質は実験27-28で検討される。
	ECWG 21-10 9 MeV 平板-不均質
	ECWG 22-11 20 MeV 1/2平板-不均質

ECWG 23-12	9 MeV 「細長い」 「直線状の」 骨-不均質
ECWG 24-12	20 MeV 「細長い」 「直線状の」 骨-不均質
ECWG 25-13	9 MeV 「細長い」 「直線状の」 空気-不均質
ECWG 26-13	20 MeV 「細長い」 「直線状の」 空気-不均質
ECWG 27-14	9 MeV L-形の骨-不均質
ECWG 28-14	20 MeV L-形の骨-不均質

付録5：密封小線源の線量計算のコミッショニング **Brachytherapy dose calculation commissioning**

ここでは、小線源治療の線量計算において、臨床的コミッショニングに付随するテストを構成する際の1つの例を示す。この提案は、最も普遍的に用いられている治療用小線源および治療法をカバーしている。もっと複雑で特別な治療を行っている病院、あるいは新開発のおよび/または異なる線源を使用しているところでは、追加のテストが必要であろう。表A5-1に、各種の治療用小線源のコミッショニングとして勧告されている一般的なタイプのテストを示す。

小線源治療のコミッショニングテストは、(1)線源入力法、(2)線源管理簿の内容、(3)線源強度とその減衰、(4)単一線源計算のテスト、(5)複数線源計算のテスト、および(6)その他のテスト、に分けられる。

表 A5-1. 一般的な小線源治療線量計算のコミッショニングテスト **General Brachytherapy Dose Calculation Commissioning Tests**

テスト Tests	<sup>137</sup> Cs	<sup>192</sup> Ir	<sup>125</sup> I	その他 Others
線源入力テスト Source entry tests	直角2方向法のフィルムからの線源入力	直角2方向法のフィルムからのシード、リボンの入力	直角2方向法のフィルムからのシード、ランダムシード入力の入力	ステレオ法のフィルムからのシード入力、3フィルム法によるシードの入力
線源登録簿の記載 Source library description	各種線源の構造	短期的なシード入出庫管理の実施が必要	短期的なシード入出庫管理の実施が必要	特別な入出庫管理の要求があるかもしれない
線源強度+減衰 Source strength+decay	必要	必要	必要	必要
単一線源のテスト Single source tests	必要	必要	必要	必要

複数線源治療のテスト Multiple source implant tests	婦人科系、フレックス チャースト形ア プリケーター	2平面による胸壁 のブースト	立体刺入	必要
異なる線源の組合せのテスト Mixed source type tests	必要	必要	必要	必要
その他 Miscellaneous	低線量率アフター ーダ	高線量率アフター ーダ	・ 定位的脳刺入 ・ アイブラーク ・ 計画的前立腺立 体刺入	その他

#### A5.1. 線源登録法 *Source entry methods*

RTPシステムに線源データを入力する方法は、注意深くテストしなければならない。幾つかの例を表A5-2に示す。ただし、患者内の線源位置の時間的変化の取扱いは、本報告の意図の範囲を超えていることに注意されたい。

表 A5-2. 線源入力法 *Source Entry Method*

直角2方向法のフィルム Orthogonal films	<ul style="list-style-type: none"> <li>線源配置のサンプルを作成し、(線源フィルム間距離の異なる) 2枚のフィルム上に投影、ディジタイザで線源を入力する。</li> <li>2枚のフィルム上の線源を幾つかランダムに取り違えて同定し、システムがこの問題に正しく対応するかを確かめる。</li> <li>拡大率関係の機能をチェックするため、正確ではない拡大率をセットする。</li> <li>線源配列の誤りに対処する機能をチェックするため、誤った線源配置を作成する。</li> </ul>
---------------------------------	---

ステレオシフト法のフィルム  
Stereo shift films

直角2方向法フィルムと同じテストを用いる。

キーボード入力  
Keyboard entry

キーボードよりの入力を検証する。

CT ベースの線源位置同もし、CT ベースの治療用小線源の位置同定が使用でき、また臨床に用い

定 CT-based source localization	られるときは、この方法もテストしなければならない。この場合、CTアーチファクトや他の原因により線源の同定および位置取得が妨げられないことを確認するため、既知の位置に模擬シードをセットしたファントムのCT スキャンによるテストが必要となる。
カテーテル配列位置 Catheter Trajectory Geometry	最近の高および低線量率アフタローディング装置に使用される RTP システムでは、線源を装填するカテーテルの配列を再構成するアルゴリズムを持つものが多い。これらのアルゴリズムは、それ単独に注意深くチェックする必要がある。
定位小線源治療 Stereotactic implant	もし CT ベースによる定位小線源治療が可能で、臨床に用いるならば、その過程は注意深くテストしなければならない。多くの問題点、例えばスライスの厚みおよび間隔、部分体積効果、などを考慮しなければならない。

#### A5.2. 線源管理簿 *Source library*

RTPシステムへの線源の出し入れを含む、管理簿内にある線源の正しい入在庫管理が、正確な小線源治療の治療計画と線量計算に不可欠である。これは、最初のコミッショニングおよび日常のQAの双方において重要な問題である：

- ・ コミッショニングでは、および後のチェックにおいても、管理簿中に記されている各線源の特性あるいは属性を検証すべきである。
- ・ 線源の情報は、管理簿自身だけではなく計算された線量分布でもチェックすべきである。
- ・ 基礎的なデータセットを含めてアルゴリズムの互換性を、臨床適用面から見積もっておくべきである。（例えば、対称的な点線源近似の妥当性、アプリケーションによる遮蔽の補正、非等方性定数の必要性、特定のプロトコールに必要な特別なデータの選択、などを考慮する。）
- ・ 線源供給側と施設側の校正作業における、線源強度、単位および変換係数の互換性について考慮する。
- ・ 表A5-3に、線源管理簿中でチェックすべき幾つかの関連情報のリストを示す。

表 A5-3. 線源登録簿の情報 *Source Library Information*

放射性核種	Radionuclide	実効長	Active length
線源形式	Source type	全長	Overall length
型名/販売元	Model number/vendor	容器厚	Capsule thickness
線源強度	Source strength	容器の組成	Capsule composition

線源強度の単位 Source strength units	濾過 Filtration
名称 Name	アルゴリズムのタイプ Algorithm type
コード Coding	アルゴリズム用パラメータ Algorithm parameters
入手法 Availability	非等方性の補正 Anisotropy correction
壊変定数 Decay constant	その他の特性 Other features
半減期 Half life	

### A5.3. 線源強度と減衰 Source strength and decay

ほとんど全ての小線源の線量計算は絶対線量または線量率モード(投与された全線量あるいは線量/時間が代表的)なので、絶対線量に直接関連する計算式中の要素の検証が不可欠である。多くの古いタイプのRTPシステムでは、放射能および照射線量率定数などの定数が用いられているが、一方、AAPMタスクグループ43は小さいシードや他の点状線源の線量計算法について空気カーマ強度および線量率定数を勧告している<sup>41</sup>。針および管状線源は一般的にこれと異なり、2次元のルックアップ表および/あるいはジーベルト積分法といった方法がよく用いられる。それゆえ、各線源について、供給側で規定された強度をRTPシステムのそれに移し替るときは、計算に用いられる方法を熟知しておかなければならない。表A5-4に幾つかの問題点のリストを示す。

表 A5-4. 線源強度, 放射能および減衰 Source Strength, Activity, and Decay

線源強度の仕様 Source strength specification	各線源および線源形式について、線源強度の仕様をチェック： <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基準空気カーマ率</li> <li>・ 空気カーマ強度</li> <li>・ 見かけの放射能 (明示放射能)(mCi)</li> <li>・ 見かけの放射能 (明示放射能)(MBq)</li> <li>・ 等価な Ra の量 (mgRaeq)</li> </ul>
線源強度の変換 Source strength conversion	線源供給側と RTP システムの間の線源強度記載に関する 全ての変換を検証。各線源形式について、別々に必ず行うこと。
壊変定数, 線量に関する定数, および関連するパラメータの記載	線源の各形式について、壊変定数, 半減期, 平均寿命, 線量に関する定数 および関連するパラメータの記載をチェック。

---

Specification of decay

constants, dose constants,  
and related parameter

線源強度の減衰                      各線源形式について、個々の線源強度の減衰が正確に行われていること  
Source strength decay                を検証する。線源強度を規定する時間 (例: 開始時, 中間時)を決定する。

線源入出庫管理の動作               RTP システムでの線源管理簿あるいは在庫管理の動作の正確性を検証  
特性                                      する。

Source inventory func-                ・ 在庫している線源の減衰は正しく行われているか。  
tionality                                ・ 通常の在庫管理ではなく、ケース毎に注文される線源 (イリジウム,  
   ヨウ素, その他) はどのように取り扱われているか。

絶対線量および線量率               どの線源出力表記法を用いても、同じ結果となることを確認するため、  
Absolute dose and dose               一連の治療計画および線源強度、その他を用いてみる。総線量, 当初線  
rate                                        量率, 挿入中の平均線量率, 永久刺入の合計線量およびその他の使用で  
   きる線量表記/記載法について考察する。

---

**A5.4. 単一線源の線量計算 Single source dose calculations**

小線源治療では、アルゴリズムの検証と臨床上行うべきコミッショニングテストを分けて考える  
るとよい。

- ・ 用いる線量計算アルゴリズムの各々は、臨床で使う可能性のある範囲について、別のコンピュータによる計算、または正確 (または近似的) な手計算と対比させてチェックすべきである。
- ・ 更に、個々の線源形状について、アルゴリズムを履行した結果を、既発表の基準データ (モンテカルロ計算または測定による) と対比させてチェックすべきである。もし、そのようなデータが得られない場合は、手計算による近似値と比較する。ここでアルゴリズムの検証と計算の検証の双方のチェックがなされる。ただし、計算とデータの間により一致が得られなくても、システムの動作が正常でないことを意味するものではない

更に、小線源治療の線量計算テストの全体計画には、表A5-5にリストしたような問題点の考察を加えるべきである。

RTPシステム内にモデル化されている線源は、各々の形状毎に検証済の線量計算結果を持っていないなければならない (表A5-6)。ユーザは、線源幾何学係数、非等方性関連事項、および等方的な計算に用いる非等方性係数といった問題点を熟知している必要がある。

---

**表 A5-5. 小線源治療の線量計算の問題点 Brachytherapy Dose Calculation Issues**

---

各線源形式について線量モデルを確認。点線源, 線線源, 端効果を考慮した線線源, 非等方性, などが全て用いられている。

---

線源形式について (文献からの)線量モデル用入力データを確認。使用および比較のために選択した基本の文献データセットは、同じものでなくてはならない。

線源管理簿の確証チェック (A5.2 章を参照)。

線源管理簿にある各線源形式毎に、1 個の線源についての、1 点の線量、2D および 3D の線量分布を手計算と比較。

少なくとも 1 個の線源形式について、複数線源配置による 1 点の線量、2D および 3D 線量分布を手計算と比較。

各線源形式毎に、線量分布の非等方性または方向依存性についての特性をチェック。もし、非等方性が考慮されていないならば、線量分布のドキュメントにそのことを記入しておくべきである。

放射能の減衰補正後の絶対線量または線量率、壊変定数、線源強度の単位、線量記載法 (例：線量率または総線量) の確認。

アプリケーションによる遮蔽効果は、それが考慮されていてもいなくても、説明および記録すべきである。

線源より決められた距離において線量計算の正しい状態を検証。組織による多重散乱および減衰を含んでいる場合のあることに注意する。

表 A5-6. 単一線源 Single Source

等方的な線量計算 Isotropic dose calculation	ある決まった座標に線源を置き、その線源の 2D 等線量分布を計算、既発表のデータと比較する。線源より遠い距離における線量の評価には手計算を使用できる。
非等方性関数 Anisotropic factors	非等方的な線量分布をモデル化できる計算法のときは、方向に注意しながら線源を配置し、基本的な等方性テストを繰り返すべきである。
線源幾何学係数 Geometry factors	同じタイプおよび強度の線源で、長さの異なるものについて計算を行い、幾何学係数が適切に使用されていることを確認。
遮蔽効果 Shielding effects	遮蔽の位置および影響 (減衰) を確認。



#### A5.5. 複数線源の線量計算および最適化アルゴリズム *Multiple source dose calculations and optimization algorithms*

小線源治療のほとんどの計画では絶対線量が重要なので、複数線源での動作の検証および幾つもの線源からの寄与の合計が正しいことの確認が肝要となる。表A5-7に、異なる線源形状について、その広い使用法より選んだお勧めのテスト法を幾つか示す。

更に、RTPシステムは、複数線源の単純な加算に加えて、標準的な治療および特に高線量率リモートアフタローダに対する最適化アルゴリズムを持っている場合がある。これらは、ユーザが治療に用いる線源の位置や(停止)時間を決定する際の助けになるものである。そのアルゴリズムには、かなり複雑な線量体積ヒストグラム解析あるいは他の新しいアルゴリズムが含まれているときもあり、最適化の有効性だけでなく最適化機能の適切な使用に対するユーザの理解と訓練のチェックを含めて注意深くテストすべきである。

表 A5-7. 複数線源治療および最適化 **Multiple Source Implants and Optimization**

$^{137}\text{Cs}$	3 個の線源による標準的なテストケース (例: タンデム) を作成し、複数線源構成における合計機能が正確であることを確認する。
$^{192}\text{Ir}$ リボン $^{192}\text{Ir}$ strings	複数のリボンによる標準的な治療を作成し、リボン在庫管理および線量計算に関する機能が正確であることを検証する。
$^{125}\text{I}$ 立体刺入 $^{125}\text{I}$ volume implant	$^{125}\text{I}$ の標準的な立体刺入を作成し、シード在庫管理、線量計算、および線量処方ツールが正確であることを検証する。
線源最適化 Source optimization	もし使用できるならば、標準的な解剖構造および線量制限条件を用い、一連の状況および制限条件下で、最適化アルゴリズムの動作が期待通りであることを検証する。
HDR 停止時間の最適化 HDR dwell time optimization	実際に起こりうる解剖構造および線量制限条件を用い、HDR システム用の RTP システムが搭載している停止時間最適化アルゴリズムの動作が正確であることを検証する。

#### A5.6. 全体的なシステムテスト *Global system tests*

複数線源治療の動作が正しいことを検証したら、幾つかの全体的なシステムテストをするとよい。幾つかの例を表A5-8に示す。これらは一般的な小線源治療の手順をモデル化したものであるが、システムの総合的な動作をテストするように作られており、線源入力、線源登録簿からの線源の特定、線源配置、線量計算、および線量分布の評価が含まれている。これらのシステムテストの手順は、病院で行われる通常の手法にできるだけ近いものにすべきである。

表 A5-8. 全体的なシステムのテスト Global System Tests

<sup>137</sup> Cs:子宮頸癌治療 <sup>137</sup> Cs: Fletcher- Suit Gyn implant	タンデムおよびオボイドの双方を用いる標準的な子宮頸癌治療を作成し、線源の識別および同定、線量計算、線量処方、計画の評価、線源遮蔽効果などについて確認する。
<sup>192</sup> Ir 胸壁ブースト <sup>192</sup> Ir breast boost	2平面の胸壁ブースト刺入を作成し、線源の識別および同定、線量計算、線量処方、計画の評価について確認する。
<sup>125</sup> I 立体刺入 <sup>125</sup> I Volume implant	<sup>125</sup> Iの立体刺入（例：前立腺）を作成し、線源の識別および同定、線量計算、線量処方、計画の評価について確認する。
混合線源テスト Mixed sources tests	いろいろな線源を組み合わせた場合のテストも行うべきである。このテストの基準として、臨床に用いられているプロトコールがいずれも役立つであろう。

#### A5.7. 他のテスト Other Tests

小線源治療計画で、幾つかの追加の手順あるいはタイプを臨床に使用するときは、コミッションングおよびテストを行わなければならない（表A5-9）。

表 A5-9. 他のテスト Other Tests

<sup>125</sup> I アイブランク <sup>125</sup> I eye plaque	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ブランクの位置決めのため、眼に取り付けるタンタルリングの位置同定と決定</li> <li>・ ブランクの後方散乱および他の作用による線量分布への影響の有無</li> </ul>
高線量率アフターローダ High dose rate afterloader	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 線源軌道の決定</li> <li>・ 最適化および停止時間アルゴリズムが正確に動作することの検証</li> <li>・ 線源停止位置および時間データの出力</li> <li>・ 線源停止位置および時間データのアフターローダへの転送</li> <li>・ 高線量率線源についての特別なモデル</li> <li>・ 定期的な線源交換時に要求される再コミッションング。線源強度の正しい設定および患者治療時の線源強度が分割毎に正しく変換されているか確認する。</li> </ul>
定位挿入治療 Stereotactic implant	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 線源位置の同定について追加されたチェック</li> <li>・ 線源座標が正確に定位用フレーム座標に変換されていることの確認</li> <li>・ 線源装着および配置最適化に関するコードが、特定の制限条件下で正しく動作することの確認</li> </ul>

文献 : References

1. AAPM Report # 55, "Radiation Treatment Planning Dosimetry Verification, Radiation Therapy Committee Task Group #23," edited by D. Miller (American Institute of Physics, College Park, MD, 1995).
2. G. Kutcher *et al.*, "Comprehensive QA for radiation oncology: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40," *Med. Phys.* **21**, 581-618 (1994).
3. ICRU: ICRU Report 29, "Dose specifications for reporting external beam therapy with photons and electrons," Bethesda, MD, International Committee on Radiation Units and Measurements, 1978.
4. ISRO: Report of the InterSociety Council for Radiation Oncology, 1992.
5. D. Lepinoy *et al.*, "(SFPH) quality assurance program for computers in radiotherapy," progress report IEEE 322-327, 1984.
6. E. McCullough and A. Krueger, "Performance evaluation of computerized treatment planning systems for radiotherapy: External photon beams," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **6**, 1599-1605 ~1980).
7. U. Rosenow, H.-W. Dannhausen, K. Luebbert, F. Nuesslin, J. Richter, B. Robrandt, W.-W. Seelentag, and H. Wendhausen, "Quality assurance in treatment planning. Report from the German Task Group," in *The Use of Computers In Radiation Therapy*, edited by I. A. D. Bruinvis, P. van der Giessen, H. van Kleffens, and F. Wittkamper (North-Holland, Amsterdam, 1987), pp. 45-58.
8. O. Sauer, G. Nowak, and J. Richter, "Accuracy of dose calculations of the Philips treatment planning system OSS for blocked fields," in *The Use of Computers In Radiation Therapy*, edited by I. A. D. Bruinvis, P. van der Giessen, H. van Kleffens, and F. Wittkamper (North-Holland, Amsterdam, 1987), pp. 57-60.
9. C. Westmann, B. Mijnheer, and H. van Kleffens, "Determination of the accuracy of different computer planning systems for treatment with external photon beams," *Radiother. Oncol.* **1**, 339-347 (1984).
10. R. Wittkamper, B. Mijnheer, and H. van Kleffens, "Dose intercomparison at the radiotherapy centers in The Netherlands. 2. Accuracy of locally applied computer planning systems for external photon beams," *Radiother. Oncol.* **11**, 405-414 (1988).
11. C. Burman, G. Kutcher, M. Hunt, and L. Brewster, "Acceptance testing criteria for a CT based 3D treatment planning system," *Med. Phys.* **16**, 465 (1989) [Abstract].
12. B. Curran and G. Starkschall, "A program for quality assurance of dose planning computers," in *Quality Assurance in Radiotherapy Physics*, edited by G. Starkschall and J. Horton ~Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1991), pp. 207-228.
13. B. A. Fraass, "Quality assurance for 3-D treatment planning," in *Teletherapy: Present and Future*, edited by J. Palta and T. Mackie (Advanced Medical Publishing, Madison, WI, 1996), pp. 253-318.
14. B. A. Fraass and D. L. McShan, "Three-dimensional photon beam treatment planning," in *Medical*

- Radiology* ~Springer, New York, 1995), pp. 43-94.
15. B. A. Fraass, M. K. Martel, and D. L. McShan, "Tools for dose calculation verification and QA for conformal therapy treatment techniques," in *Proceedings of the XIth International Conference on the Use of Computers in Radiation Therapy*, edited by A. R. Hounsell, J. M. Wilkinson, and P. C. Williams (Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1994), pp. 256-257.
  16. J. Jacky and C. White, "Testing a 3-D radiation therapy planning program," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **18**, 253-261 (1990).
  17. R. K. Ten Haken, M. Kessler, R. Stern, J. Ellis, and L. Niklason, "Quality assurance of CT and MRI for radiation therapy treatment planning," in *Quality Assurance in Radiotherapy Physics*, edited by G. Starkschall and J. Horton (Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1991), pp. 73-103.
  18. J. Van Dyk, R. Barnett, J. Cygler, and P. Shragge, "Commissioning and quality assurance of treatment planning computers," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **26**, 261-273 (1993).
  19. G. Leunens, C. Menten, C. Weltens, J. Verstraete, and E. van der Schueren, "Quality assessment of medical decision making in radiation oncology: Variability in target volume delineation for brain tumors," *Radiother. Oncol.* **29**, 169-175 (1993).
  20. R. K. Ten Haken, A. F. Thornton, H. M. Sandler, M. L. LaVigne, D. J. Quint, B. A. Fraass, M. L. Kessler, and D. L. McShan, "A quantitative assessment of the addition of MRI to CT-based, 3D treatment planning of brain tumors," *Radiother. Oncol.* **25**, 121-133 (1992).
  21. K. Podmaniczky, R. Mohan, G. Kutcher, C. Keslter, and B. Vikram, "Clinical experience with a computerized record and verify system," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **11**, (1985).
  22. N. Suntharalingam, "Quality assurance of radiotherapy localizer/simulators," in *Quality Assurance in Radiotherapy Physics*, edited by G. Starkschall and J. Horton (Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1991), pp. 61-72.
  23. J. Van Dyk and K. Mah, "Simulators and CT scanners," in *Radiotherapy Physics in Practice*, edited by J. Williams and D. Thwaites (Oxford University Press, Oxford, 1993), pp. 113-134.
  24. P. Lin *et al.*, *AAPM Report 39: Specification and Acceptance Testing for Computed Tomography Scanners* (American Institute of Physics, New York, 1993), p. 95.
  25. J. Och, G. Clarke, W. Sobol, C. Rosen, and S. Mun, "Acceptance testing of magnetic resonance imaging systems: Report of AAPM Nuclear Magnetic Resonance Task Group No. 6," *Med. Phys.* **19**, 217-229 (1992).
  26. D. Loo, "CT acceptance testing," in *Specification, Acceptance Testing and Quality Control of Diagnostic X-ray Imaging Equipment*, edited by J. Siebert, G. Barnes, and R. Gould (American Institute of Physics, New York, 1991), pp. 1042-1066.
  27. J. Balter, C. Pelizzari, and G. Chen, "Correlation of projection radiographs in radiation therapy using open curve segments and point," *Med. Phys.* **19**, 329-334 (1992).
  28. B. A. Fraass, D. L. McShan, R. F. Diaz, R. K. Ten Haken, A. Aisen, S. Gebarski, G. Glazer, and A.

- S. Lichter, "Integration of magnetic resonance imaging into radiation therapy treatment planning," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **13**, 1897-1908 (1987).
29. M. L. Kessler, S. Pitluck, P. L. Petti, and J. R. Castro, "Integration of multimodality imaging data for radiotherapy treatment planning," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **21**, 1653-1667 (1991).
30. C. Pelizzari and G. Chen, "Registration of multiple diagnostic imaging scans using surface fitting," in *The Use of Computers in Radiation Therapy*, edited by I. A. D. Bruinvis, F. H. van der Giessen, H. J. van Kleffens, and F. W. Wittkamper (North-Holland, Amsterdam, 1987), pp. 437-440.
31. P. Petti, M. Kessler, T. Fleming, and S. Pitluck, "An automated imageregistration technique based on multiple structure matching," *Med. Phys.* **21**, 1419-1426 (1994).
32. A. F. Thornton, H. M. Sandler, R. K. Ten Haken, D. L. McShan, B. A. Fraass, M. L. LaVigne, and B. Yanke, "The clinical utility of MRI in 3D treatment planning of brain neoplasms," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **24**, 767-775 (1992).
33. Digital Imaging and Communications in Medicine ~DICOM), National Electrical Manufacturers Association ~NEMA) DICOM PS 3 (Set), 1998.
34. IEC: IEC 1217, "Radiotherapy equipment: Coordinates, movements and scales," 1996.
35. B. A. Fraass, D. L. McShan, and K. J. Weeks, "Computerized beam shaping," in Proceedings of the 1988 AAPM Summer School, Computers in Medical Physics, Austin, TX 1988 (unpublished), pp. 333-340.
36. L. Brewster, G. Mageras, and R. Mohan, "Automatic generation of beam apertures," *Med. Phys.* **20**, 1337-1342 (1993).
37. D. L. McShan, B. A. Fraass, and A. S. Lichter, "Full integration of the beam's eye view concept into clinical treatment planning," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **18**, 1485-1494 (1990).
38. R. Mohan, "Field shaping for three-dimensional conformal radiation therapy and multileaf collimation," *Sem. Rad. Oncol.* **5**, 86-99 (1995).
39. A. van't Veld and I. A. D. Bruinvis, "Influence of shape on the accuracy of grid-based volume computations," *Med. Phys.* **22**, 1377-1385 (1995).
40. L. Anderson *et al.*, *Interstitial Brachytherapy: Physical, Biological, and Clinical Considerations* (Raven, New York, 1990), p. 360.
41. R. Nath, L. Anderson, G. Luxton, K. Weaver, J. Williamson, and A. Meigooni, "Dosimetry of interstitial brachytherapy sources: Recommendations of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No.43," *Med. Phys.* **22**, 209-234 (1995).
42. R. K. Ten Haken, B. A. Fraass, and K. Lam, "Dosimetry and data acquisition," in *Teletherapy: Present and Future*, edited by J. Palta and T. Mackie (Advanced Medical Publishing, Madison, WI, 1996), pp. 191-219.
43. R. Stern, B. A. Fraass, A. Gerhardtsson, D. L. McShan, and K. L. Lam, "Generation and use of measurement-based 3-D dose distributions for 3-D dose calculation verification," *Med. Phys.* **19**,

- 165-173 (1992).
44. A. Ahnesjo, "Collapsed cone convolution of radiant energy for photon dose calculation in heterogeneous media," *Med. Phys.* **16**, 577-592 (1989).
  45. T. R. Mackie, J. W. Scrimger, and K. K. Battista, "A convolution method of calculating dose for 15-MV x-rays," *Med. Phys.* **12**, 188-196 (1985).
  46. T. R. Mackie, A. F. Bielajew, D. W. O. Rogers, and J. J. Battista, "Generation of photon energy deposition kernels using the EGS Monte Carlo code," *Phys. Med. Biol.* **33**, 1-20 (1988).
  47. J. Cunningham, "Quality assurance in dosimetry and treatment planning," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **10**, 105-109 (1984).
  48. R. Nath, L. Anderson, J. Meli, A. Olch, J. Stitt, and J. Williamson, "Code of practice for brachytherapy physics: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 56," submitted, 1997.
  49. P. Feroldi, M. Galelli, and S. Belletti, "A comparison of accuracy of computer treatment planning systems in brachytherapy," *Radiother. Oncol.* **24**, 147-154 (1992).
  50. A. Visser, "An intercomparison of the accuracy of computer planning systems for brachytherapy," *Radiother. Oncol.* **15**, 245-258 (1989).
  51. J. Williamson, "Practical quality assurance in low-dose rate brachytherapy," in *Quality Assurance in Radiotherapy Physics*, edited by G. Starkschall and J. Horton (Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1991), pp. 139-182.
  52. J. Williamson, G. Ezzell, A. Olch, and B. Thomadsen, "Quality assurance for high dose rate brachytherapy," in *Textbook on High Dose Rate Brachytherapy*, edited by S. Nag (Futura, Armonk, NY, 1994), pp. 147-212.
  53. J. Williamson, B. Thomadsen, and R. Nath, *Brachytherapy Physics*, (Medical Physics Publishing, Madison, WI, 1994), p. 715.
  54. R. Nath, P. Biggs, F. Bova, C. Ling, J. Purdy, J. van de Geijn, and M. Weinhaus, "AAPM code of practice for radiotherapy accelerators: Report of AAPM Radiation Therapy Task Group No. 45," *Med. Phys.* **21**, (1994).
  55. H. Dahlin, I. Lamm, T. Landberg, S. Levernes, and N. Ulso, "User requirements on CT based computerized dose planning systems in radiotherapy," *Acta Radiol.: Oncol.* **22**, 398-415 (1983).
  56. B. Littlewood and L. Strigini, "The risks of software," *Sci. Am.*, 62-75 (November 1992).
  57. N. Leveson, "Software safety: Why, what and how," *Comput. Surveys* **18**, (1986).
  58. J. Purdy *et al.*, "Medical accelerator safety considerations: Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 35," *Med. Phys.* **20**, 1261-1275 (1993).
  59. Digital Imaging and Communications in Medicine ~DICOM), Supplement 11, Radiotherapy Objects, ACR-NEMA Sup 11, (Final Draft, June 1997, unpublished).
  60. B. Baxter, L. Hitchner, and G. Maguire, *AAPM Report No. 10: A Standard Format for Digital Im-*

*age Exchange* (American Institute of Physics, New York, 1982).

61. R. Rice, B. Mijnheer, and L. Chin, "Benchmark measurements for lung dose corrections for x-ray beams," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **15**, 399-409 (1988).
62. A. Shiu *et al.*, "Verification data for electron beam dose algorithms," *Med. Phys.* **19**, 623-636 (1992).
63. A. L. Boyer, "Basic applications of a multileaf collimator," in *Teletherapy: Present and Future*, edited by J. Palta and T. Mackie (Advanced Medical Publishing, Madison, WI, 1996), pp. 403-444.
64. B. A. Fraass, D. L. McShan, M. L. Kessler, G. M. Matrone, J. D. Lewis, and T. Weaver: "A computer-controlled conformal radiotherapy system. I. Overview," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **33**, 1139-1157 (1995).
65. B. A. Fraass, D. L. McShan, G. M. Matrone, T. A. Weaver, J. D. Lewis, and M. L. Kessler, "A computer-controlled conformal radiotherapy system. IV. Electronic chart," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **33**, 1181-1194 (1995).
66. ICRU: ICRU Report 50, "Prescribing, recording, and reporting photon beam therapy," Bethesda, MD, International Committee on Radiation Units and Measurements, 1993.
67. M. L. Kessler, R. K. Ten Haken, B. A. Fraass, and D. L. McShan, "Expanding the use and effectiveness of dose-volume histograms for 3D treatment planning, I. Integration of 3-D dose-display," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **29**, 1125-1131 (1994).
68. E. E. Klein, W. B. Harms, D. A. Low, V. Willcut, and J. A. Purdy, "Clinical implementation of a commercial multileaf collimator: Dosimetry, networking, simulation and quality assurance," *Med. Phys.* **33**, 1195-1208 (1995).
69. D. D. Leavitt, M. Martin, J. H. Moeller, and W. L. Lee, "Dynamic wedge field techniques through computer-controlled collimator motion and dose delivery," *Med. Phys.* **17**, 87-91 (1990).
70. G. Leunens, J. Verstraete, W. Van den Bogaert, J. Van Dam, A. Dutreix, and E. van der Schueren, "Human errors in data transfer during preparation and delivery of radiation treatment affecting the final result: 'Garbage in, garbage out,'" *Radiother. Oncol.* **23**, 217-222 (1992).
71. T. R. Mackie, P. Reckwerdt, T. McNutt, M. Gehring, and C. Sanders, "Photon beam dose computations," in *Teletherapy: Present and Future*, edited by T. Mackie and J. Palta (Advanced Medical Publishing, Madison, WI, 1996), pp. 103-135.
72. D. L. McShan and B. A. Fraass, "3D treatment planning. II. Integration of grayscale images and solid surface graphics," in *The Use of Computers in Radiation Therapy*, edited by I. A. D. Bruinvis, F. H. van der Giessen, H. J. van Kleffens, and F. W. Wittkamper (North-Holland, Amsterdam, 1987), pp. 41-44.
73. D. L. McShan, B. A. Fraass, M. L. Kessler, G. M. Matrone, J. D. Lewis, and T. A. Weaver, "A computer-controlled conformal radiotherapy system. II. Sequence processor," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **33**, 1159-1172 (1995).

74. I. Rosen and R. Lane, "Positional accuracy of isodose lines as a function of dose matrix resolution," *Phys. Med. Biol.* **35**, 423-427 (1990).
75. I. Rosen, R. Lane, and C. Kelsey, "Accuracy of a two-sensor sonic digitizer," *Med. Phys.* **6**, 536-538 (1979).
76. S. Schoepfel, M. LaVigne, M. K. Martel, D. L. McShan, and B. A. Fraass, "Computed tomography-based dosimetry of gynecological intracavitary brachytherapy: A new method for source localization," *Endocurie Hypertherm. Oncol.* **8**, 137-143 (1992).
77. R. K. Ten Haken, R. F. Diaz, D. L. McShan, B. A. Fraass, J. A. Taren, and T. W. Hood, "From manual to computerized planing for <sup>125</sup>I stereotactic brain implants," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **15**, 467-480 (1988).
78. J. van de Geijn and B. Fraass, "The net fractional depth dose: A basis for a unified analytical description of FDD, TAR, TMR, and TPR," *Med. Phys.* **11**, 784-793 (1984).
79. M. van Herk and H. Kooy, "Automatic three-dimensional correlation of CT-CT, CT-MRI, and CT-SPECT using chamfer matching," *Med. Phys.* **21**, 1163-1178 (1994).
80. M. Weinhous, Z. Li, and M. Holman, "The selection of portal aperture using interactively displayed beam's eye sections," *Int. J. Radiat. Oncol., Biol., Phys.* **22**, 1089-1092 (1992).
81. D. A. Low, W. B. Harms, S. Mutic, and J. A. Purdy, "A technique for quantitative evaluation of dose distributions," *Med. Phys.* **25**, 656-661 (1998).

## 用語集

### 英単語・英熟語

### 日本語訳

3-D object rendering	3D 対象レンダリング
3-D visualization	3D 視、3D 可視化
acceptance test (-ing)	受入テスト、受渡しテスト
anatomical modeling	解剖学的構成
anatomical object	解剖学的目的
anatomical representation	解剖学的表現
anatomical structure	解剖学的構造
anatomy	解剖学
anatomy definition	解剖情報
anthropomorphic phantom	人体 (模擬) ファントム
AP	前後方向
auto-segmentation parameter	自動分割パラメータ
autostructure definition	自動構造定義
autotracking contour	輪郭自動追跡
autowedge	オートウェッジ
axonometric display	不等角投影表示
beam accessory	ビームアクセサリ
beam arrangement	ビームのアレンジ



beam configuration	ビーム構成
beam modifier	ビーム修飾用具
beam-anatomy projection	ビームと解剖学的構造の投影
beam's eye view、BEV	ビームズアイビュー
bifurcated structure	二股構造、二分岐構造
brachytherapy	小線源治療
bulk density	容積密度
bulk density matrix generation	容積密度マトリックス形成
capping	キャッピング (3D 構造終端処理)
collimator jaw	コリメータジョウ
commissioning	コミッショニング
commissioning test	コミッショニングテスト
compensator	補償器具
compensator maker	補償器具作成器
composite plan	合成計画
comprehensive	包括的、統合的
computer-controlled radiotherapy system	コンピュータ制御放射線治療システム
convoluted shapes	絡み合った形状、重畳形状
delivery	照射、投与
density conversion	濃度変換
density measurement tool	密度測定ツール
digitally reconstructed radiograph	デジタル処理画像、デジタル再構成画像
digitization device	デジタル化機器
digitization system	デジタル化システム
digitizer	デジタイザ
distinct closed contour	閉鎖輪郭
dose compensation	線量補正
dose compensation algorithm	線量補正 (計算) アルゴリズム
dose delivery standard	線量投与標準
dose distribution	線量分布
dose volume histogram	線量体積ヒストグラム
dosimetric	線量に関する、線量測定の
dwel time	線源停留時間
dynamic wedge	ダイナミックウエッジ
effective source distance	実効線源距離
electron applicator	電子線アプリケーション (照射筒)
Electron Contract Working Group (ECWG) test	ECWG 試験
extended distance	延長距離、延長 SSD、拡張距離、拡張 SSD
extended treatment distance technique	延長治療距離技法、拡張治療距離技法
external beam module	外部照射ビームモジュール
features	特徴
fractional depth dose (FDD)	相対深部線量
functions	機能
gradicules	等高線
heterogeneous phantom	不均質ファントム
hot spot	ホットスポット

Hounsfield number	Hounsfield 値
IEC 1217 conventions	IEC1217 規定
image artifact	画像アーチファクト
implementation	実施
incorrect margin	不正確な辺縁形成
interdigitation	相互嵌合(MLC の)
isodose reference point	アイソドーズリファレンスポイント
issue	問題、要点、論点
jaw algorithm	ジョウアルゴリズム
jaw position	ジョウ位置
lazer digitizer system	レーザーデジタイザシステム
leaf carriage	リーフキャリッジ
machine database	マシンデータベース
machine library	機械ライブラリ
missing tissue compensation	組織欠損部の補正
monitor unit	モニタユニット
multiple cuts	複数カット
non-axial contour	非軸輪郭、軸外輪郭
nondosimetric	線量に関与しない、非線量測定
normalization	規格化
norm-pt	基準点
open field	オープンフィールド、矩形照射野
orthogonal cut generation	直行面作成
output factor	出力係数
particular clinic	診療所
patient planning data	患者計画データ
patient treatment planning data	患者治療計画データ
photon compensator	光子補償器具
prescription	処方
process	プロセス、過程
QA program	QA プログラム
radiation oncology physicist	放射線腫瘍物理士
radiotherapy simulator	放射線治療用シミュレータ
record and verify system	記録検証システム
reference point editor	基準点編集
region-of-interest	関心領域
rendering	レンダリング
responsible physicist	責任物理士
review	再確認
room view	室内監視モニタ
RTP	放射線治療計画
RTP system	RTP システム
sagittal, coronal, axial, oblique	矢状、冠状、軸、斜め
scanned phantom	スキャンファントム
shaped field	整形照射野
shaped focused block	収束形状ブロック

simulator film	シミュレータフィルム
skin collimation	皮膚コリメーション
sophistication	洗練
source library	線源ライブラリ
source-surface distance,SSD	線源表面間距離
special drawing aid	特別な描画援助器具
specifications	仕様
structure attribute	構造の属性
surface expansion	表面処理
task group	タスクグループ
tissue-maximum ratio、TMR	組織最大線量比
tissue-phantom ratio、TPR	組織ファントム比
tongue and groove design	凸縁と溝、さねはぎ（目違い継ぎ）のデザイン
treatment delivery	治療の実施
treatment machine	治療装置
treatment planning system manager	治療計画システム管理者
uncertainty	不確定度
variable margin	様々な辺縁
verification	確認、検証