

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7661338号  
(P7661338)

(45)発行日 令和7年4月14日(2025.4.14)

(24)登録日 令和7年4月4日(2025.4.4)

(51)国際特許分類 F I  
A 6 1 N 5/10 (2006.01) A 6 1 N 5/10 P

請求項の数 10 (全10頁)

(21)出願番号	特願2022-535782(P2022-535782)	(73)特許権者	522454806
(86)(22)出願日	令和2年11月30日(2020.11.30)		レイサーチ ラボラトリーズ エービー
(65)公表番号	特表2023-506013(P2023-506013 A)		スウェーデン国, エスイー - 1 0 4 3 0
(43)公表日	令和5年2月14日(2023.2.14)	(74)代理人	100114775
(86)国際出願番号	PCT/EP2020/083908		弁理士 高岡 亮一
(87)国際公開番号	WO2021/115820	(74)代理人	100121511
(87)国際公開日	令和3年6月17日(2021.6.17)		弁理士 小田 直
審査請求日	令和5年10月17日(2023.10.17)	(74)代理人	100202751
(31)優先権主張番号	19215187.6		弁理士 岩堀 明代
(32)優先日	令和1年12月11日(2019.12.11)	(74)代理人	100208580
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 三好 玲奈
		(74)代理人	100191086
			弁理士 高橋 香元
		(72)発明者	ホルムベリ, リカード

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画の提供

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するための方法であって、前記方法は、処置プランニングシステム(1)により行われ、前記処置プランニングシステムが第1の処置計画(12a)の送達が中断されていることを検出するステップ(40)と、前記処置プランニングシステムが中断の前に送達した第1の処置計画(12a)の一部を表す、部分的な線量の送達の示度(14)を入手するステップ(42)と、前記処置プランニングシステムが部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第2の処置計画の作成に対する入力形成する、第2の処置計画(12b)を作成するステップ(44)と、前記処置プランニングシステムが複数のシナリオを考慮しつつ第2の処置計画のロバスト最適化を行うステップ(46)と、を含み、前記複数のシナリオは、異なる患者の移動、異なる呼吸段階の方向付け、および異なる臓器の定位の1つ以上を含む、方法。

【請求項2】

第2の処置計画(12b)を作成するステップ(44)において、第1の処置計画(12a)が、第2の処置計画(12b)の作成に使用される線量参照目的関数で使用される、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記処置プランニングシステムが将来の処置計画（12c）を入手するステップ（43）をさらに含み、

作成するステップ（44）において、第1の処置計画（12a）および将来の処置計画（12c）の組み合わせが、第2の処置計画（12b）の作成に使用される線量参照目的関数で使用される、請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記バックグラウンド線量が、前記第2の処置計画とは無関係な放射線量を表す、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するための処置プランニングシステム（1）であって、前記処置プランニングシステム（1）は、

プロセッサ（60）と、

前記プロセッサにより実行される際に処置プランニングシステム（1）に、

第1の処置計画（12a）の送達が中断されていることを検出し、

中断の前に送達した第1の処置計画（12a）の一部を表す、部分的な線量の送達の示度（14）を入手し、

部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第2の処置計画の作成に対する入力を形成する、第2の処置計画（12b）を作成し、

複数のシナリオを考慮しつつ第2の処置計画のロバスト最適化を行う、

ようにさせる指示（67）を保存するメモリ（64）と、

を含み、

前記複数のシナリオは、異なる患者の移動、異なる呼吸段階の方向付け、および異なる臓器の定位の1つ以上を含む、処置プランニングシステム（1）。

【請求項6】

前記指示（67）が、前記プロセッサにより実行される際に、前記処置プランニングシステム（1）に、第2の処置計画（12b）の作成に使用される線量参照目的関数で第1の処置計画（12a）を使用させる指示を含む、請求項5に記載の処置プランニングシステム（1）。

【請求項7】

前記プロセッサにより実行される際に、処置プランニングシステム（1）に、

将来の処置計画（12c）を入手し、

第2の処置計画（12b）の作成に使用される線量参照目的関数で第1の処置計画（12a）および将来の処置計画（12c）の組み合わせを使用する

ようにさせる指示（67）をさらに含む、請求項5に記載の処置プランニングシステム（1）。

【請求項8】

前記バックグラウンド線量が、第2の処置計画とは無関係な放射線量を表す、請求項5乃至7のいずれか1項に記載の処置プランニングシステム（1）。

【請求項9】

送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するためのコンピュータプログラム（67, 91）であって、前記コンピュータプログラムは、処置プランニングシステム（1）で実行する場合に、前記処置プランニングシステム（1）に、

第1の処置計画（12a）の送達が中断されていることを検出し、

中断の前に送達した第1の処置計画（12a）の一部を表す、部分的な線量の送達の示度（14）を入手し、

部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第2の処置計画の作成に対する入力を形成する、第2の処置計画（12b）を作成し、

複数のシナリオを考慮しつつ第2の処置計画のロバスト最適化を行う、

ようにさせるコンピュータプログラムコードを含み、

前記複数のシナリオは、異なる患者の移動、異なる呼吸段階の方向付け、および異なる

10

20

30

40

50

臓器の定位の1つ以上を含む、  
コンピュータプログラム(67, 91)。

【請求項10】

請求項9に記載のコンピュータプログラムと、前記コンピュータプログラムを保存する  
コンピュータ可読手段とを含むコンピュータプログラム製品(64, 90)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、放射線療法の分野、特に送達が中断される場合の放射線療法のための処置  
計画の提供に関する。

【背景技術】

【0002】

放射線療法において、標的体積は、1つまたはいくつかの治療用ビームにより照射され  
る。様々な種類の治療用ビーム、たとえば光子、電子、およびイオンのビームが使用され  
得る。標的体積は、がん腫瘍を表し得る。治療用ビームは組織を透過し、吸収線量を送達  
して腫瘍細胞を殺滅する。

【0003】

患者のための放射線療法のセッションにおいて、放射線療法の送達は、時に中断される  
必要がある。この中断は、たとえば患者がバスルームへ行く必要性または技術的な理由の  
ために、起こり得る。従来技術では、放射線療法の送達が再び始まる場合、システムは、  
単純に残りの送達を提供する。

【0004】

しかしながら、送達が再び始まる場合、患者は移動している場合があるか、または体内  
の臓器は、(たとえば空の膀胱により)以前と比較して変化もしくは変形している場合が  
ある。

【0005】

US 2018/160994 A1(米国特許出願公開第2018/0160994号  
公報)は、処置における自動化された複数の軸の動きを計画および実行するためのシステ  
ムおよび方法を開示する。

【発明の概要】

【0006】

1つの目的は、送達が中断されている場合の放射線療法の送達を改善することである。

【0007】

第1の態様では、送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するた  
めの方法であって、その方法は処置プランニングシステムにより行われる、方法が提供され  
る。本方法は、第1の処置計画の送達が中断されていることを検出するステップと、中断  
の前に送達した第1の処置計画の一部を表す、部分的な線量の送達の示度を入手するステ  
ップと、部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第2の処置計画の作成に対  
する入力を形成する、第2の処置計画を作成するステップと、複数のシナリオを考慮しつ  
つ第2の処置計画を最適化するステップとを含む。

【0008】

第2の処置計画を作成するステップでは、第1の処置計画は、第2の処置計画の作成に  
使用される線量参照目的関数で使用される。

【0009】

本方法は、将来の処置計画を入手するステップをさらに含み得、この場合、作成するス  
テップでは、第1の処置計画および将来の処置計画の組み合わせが、第2の処置計画の作  
成に使用される線量参照目的関数で使用される。

【0010】

複数のシナリオは、異なる患者の移動を含み得る。

【0011】

10

20

30

40

50

複数のシナリオは、異なる呼吸段階の方向付けを含み得る。

【 0 0 1 2 】

複数のシナリオは、異なる臓器の定位を含み得る。

【 0 0 1 3 】

バックグラウンド線量は、第 2 の処置計画とは無関係な放射線量を表し得る。

【 0 0 1 4 】

第 2 の態様では、送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するための処置プランニングシステムであって、その処置プランニングシステムは、プロセッサと、プロセッサにより実行される際に、処置プランニングシステムに、第 1 の処置計画の送達  
10  
が中断されていることを検出し、中断の前に送達した第 1 の処置計画の一部を表す、部分的な線量の送達の示度を入手し、部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第 2 の処置計画の作成に対する入力を形成する、第 2 の処置計画を作成し、複数のシナリオを考慮しつつ第 2 の処置計画を最適化するようにさせる指示を保存するメモリとを含む、処置プランニングシステムが提供される。

【 0 0 1 5 】

指示は、プロセッサにより実行される際に、処置プランニングシステムに、第 2 の処置計画の作成に使用される線量参照目的関数で第 1 の処置計画を使用させる指示を含み得る。

【 0 0 1 6 】

処置プランニングシステムは、プロセッサにより実行される際に、処置プランニングシステムに、将来の処置計画を入手し、第 2 の処置計画の作成に使用される線量参照目的関数で第 1 の処置計画および将来の処置計画の組み合わせを使用するようにさせる指示をさら  
20  
らに含み得る。

【 0 0 1 7 】

複数のシナリオは、異なる患者の移動を含み得る。

【 0 0 1 8 】

複数のシナリオは、異なる呼吸段階の方向付けを含み得る。

【 0 0 1 9 】

複数のシナリオは、異なる臓器の定位を含み得る。ここで、異なる臓器の定位は、異なる臓器の幾何学的形状（大きさ、形状、位置など）として解釈される。

【 0 0 2 0 】

バックグラウンド線量は、第 2 の処置計画とは無関係な放射線量を表し得る。

【 0 0 2 1 】

第 3 の態様では、送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するためのコンピュータプログラムが提供される。コンピュータプログラムは、処置プランニングシステムで実行される場合に、処置プランニングシステムに、第 1 の処置計画の送達  
40  
が中断されていることを検出し、中断の前に送達した第 1 の処置計画の一部を表す、部分的な線量の送達の示度を入手し、部分的な線量の送達がバックグラウンド線量としての第 2 の処置計画の作成に対する入力を形成する、第 2 の処置計画を作成し、複数のシナリオを考慮しつつ第 2 の処置計画を最適化するようにさせる、コンピュータプログラムコードを含む。

【 0 0 2 2 】

第 4 の態様では、第 3 の態様に係るコンピュータプログラムと、コンピュータプログラムを保存するコンピュータ可読手段とを含むコンピュータプログラム製品が提供される。

【 0 0 2 3 】

全般的に、特許請求の範囲で使用される全ての用語は、本明細書中他の意味が明確に定義されない限り、技術分野におけるそれらの通常の意味により解釈される。「一／一つ／その要素、装置、構成要素、手段、ステップなど」に対する全ての言及は、他の意味が明確に記載されない限り、要素、装置、構成要素、手段、ステップなどの少なくとも 1 つの例を表すように、オープンに解釈される。本明細書中開示される全ての方法のステップは、明確に記載されない限り、開示された正確な順序で行う必要はない。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 4 】

ここで、例として、添付の図面を参照して、態様および実施形態が記載される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 5 】

【図 1】本明細書中提示される実施形態が適用され得る環境を示す概略図である。

【図 2】図 1 の処置プランニングシステムの機能的なモジュールを示す概略図である。

【図 3】複数の見込みのある処置計画を作成するための方法であって、図 1 の処置プランニングシステムで行われる方法の実施形態を示すフローチャートである。

【図 4】一実施形態に係る図 1 の処置プランニングシステムの構成要素を示す概略図である。

【図 5】コンピュータ可読手段を含むコンピュータプログラム製品の一例を示す。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 2 6 】

ここで、本開示の態様を、本発明の特定の実施形態を示す添付の図面を参照して、以下でより完全に説明する。しかしながらこれら態様は、多くの異なる形態で具現化されてよく、限定として解釈すべきではなく、むしろこれら実施形態は、本開示が徹底的かつ完全であるように例として、かつ、当業者に本発明の全ての態様の範囲を完全に伝達するように提供される。この説明を通して、同様の番号は同様の要素を表す。

## 【 0 0 2 7 】

図 1 A ~ B は、本明細書中提示される実施形態が適用され得る環境を示す概略図である。最初に、図 1 A の実施形態を説明する。処置プランニングシステム 1 は、放射線療法のための分布照射を決定する。これは、処置計画 1 2 a , 1 2 b として、放射線送達システム 2 に連通している。処置計画に基づき、放射線送達システム 2 は、リスクのある臓器 5 への放射線照射を回避しつつ、患者の標的体積 3 に放射線を提供するためのビーム 7 を作成する。

## 【 0 0 2 8 】

放射線送達システム 2 がビームを作成し線量を送達する方法は、それ自体がその産業でよく知られているように、処置形式（光子、電子、またはイオンなど）に応じて異なる。しかしながら、共通する目的は、腫瘍が位置する場所に応じて、膀胱、脳、および直腸などのリスクのある臓器 5 への線量を最小限にしつつ、指示された線量に可能な限り近い線量を標的体積（すなわち腫瘍）3 に送達することである。

## 【 0 0 2 9 】

本明細書中提示される実施形態では、処置プランニングシステムは、送達が中断される場合に放射線療法の送達を管理するように構成されている。これは、一連の処置計画をもたらす。具体的には、第 1 の処置計画 1 2 a が、放射線送達システム 2 に提供される。放射線送達システム 2 が進行し、放射線送達の作成を開始する。しかしながら、この送達は中断され、その後、送達の示度 1 4 が、処置プランニングシステム 1 に提供される。送達の示度 1 4 は、たとえば、中断の前の送達のセッションにおける患者への放射線送達を表す log の形態であり得る。次に、処置プランニングシステム 1 は、第 2 の処置計画 1 2 b を決定し、これを放射線送達システム 2 に提供する。

## 【 0 0 3 0 】

ここで図 1 B を見ると、図 1 A と比較した差異のみが記載される。この実施形態では、第 1 の処置プランニングシステム 1 a および第 2 の処置プランニングシステム 1 b が存在する。この実施形態では、第 1 の処置プランニングシステム 1 a は、第 1 の（オリジナルの）処置計画 1 2 a を決定する。第 2 の処置プランニングシステム 1 b は、第 2 の処置計画 1 2 b を決定する。第 2 の処置計画 1 2 b を決定するために、第 1 の処置プランニングシステム 1 2 a は、第 1 の処置計画 1 2 a と、任意選択で将来の処置計画 1 2 c とを提供する。また第 2 の処置プランニングシステム 1 b は、放射線送達システム 2 から送達の示度 1 4 を入手する。

## 【 0 0 3 1 】

10

20

30

40

50

図 2 は、送達が中断される場合の放射線療法のための処置計画を提供するための方法を示すフローチャートである。本方法は、処置プランニングシステムで行われる。

【 0 0 3 2 】

中断を検出するステップ 4 0 では、処置プランニングシステムは、第 1 の処置計画の送達  
が中断されていることを検出する。これは、第 1 の処置計画に係る放射線送達  
が中断されていることを表す放射線送達システムから受信した情報により検出され得る。

【 0 0 3 3 】

部分的な線量の送達の示度を入手するステップ 4 2 では、処置プランニングシステムは、  
中断の前に送達した第 1 の処置計画の一部を表す、部分的な線量の送達の示度を入手す  
る。この送達の示度は、たとえば中断の前の送達のセッションにおける患者への放射線送  
達を表す放射線送達システムからの log の形態であり得る。

10

【 0 0 3 4 】

任意の将来の処置計画を入手するステップ 4 3 では、処置プランニングシステムは、将  
来の処置計画を入手する。将来の処置計画は、たとえば同じ患者の将来のセッションの処  
置計画であり得る。これは、処置プランニングシステムまたは将来の処置計画を保存した  
他のシステムから入手され得る。

第 2 の処置計画を作成するステップ 4 4 では、処置プランニングシステムは、部分的な  
線量の送達がバックグラウンド線量としての第 2 の処置計画の作成に対する入力を形成す  
る、第 2 の処置計画を作成する。バックグラウンド線量は、第 2 の処置計画とは無関係な  
放射線量を表す。

20

【 0 0 3 5 】

さらに、第 1 の処置計画は、第 2 の処置計画の作成に使用される線量参照目的関数で使  
用され得る。

【 0 0 3 6 】

ステップ 4 3 が行われる場合、第 1 の処置計画および将来の処置計画の組み合わせが、  
第 2 の処置計画の作成に使用される線量参照目的関数で使用され得る。この組み合わせは  
、第 1 の処置計画および将来の処置計画と同じ生物学的な有効な線量を提供するように計  
算され得る。言い換えると、中断されたセッションの残りの放射線送達が、将来のセッシ  
ョンに含まれる。

【 0 0 3 7 】

最適化するステップ 4 6 では、処置プランニングシステムは、複数のシナリオを考慮し  
つつ第 2 の処置計画を最適化する。複数のシナリオは、異なる患者の移動、呼吸段階の方  
向付け、および / または異なる臓器の定位を含み得る。複数のシナリオを考慮すること  
により、これら要因の小さな変化が放射線療法の送達に著しい効果を有さない方法で、口バ  
ス上最適化が達成される。その後、最適化された計画は、放射線送達システムに提供され  
得る。

30

【 0 0 3 8 】

この方法が適用されない場合、オリジナルの処置計画の残りを続行する平凡な解決策は  
、たとえば患者の転位（移動）または体内臓器の移動もしくは変形（たとえば空の膀胱）  
により、線量の重複および / または線量のギャップをもたらし得る。本明細書中提示され  
る実施形態を使用すると、残りの線量を送達するように新規の最適化が行われるため、よ  
り口バス上な計画が達成され、送達続行のセッションの際に有意な線量の重複および / ま  
たは線量のギャップの確率が著しく低下する。

40

【 0 0 3 9 】

図 3 は、図 1 A ~ B の処置プランニングシステム 1 , 1 a - b の構成要素を示す概略図  
である。プロセッサ 6 0 は、メモリ 6 4 に保存されるソフトウェアの指示 6 7 を実行でき  
る適切な中央処理装置（CPU）、マルチプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル  
シグナルプロセッサ（DSP）などのうちの 1 つ以上のいずれかの組み合わせを使用して  
提供され、よってコンピュータプログラム製品であり得る。あるいは、プロセッサ 6 0 は  
、特定用途向け集積回路（ASIC）、現場でプログラム可能なゲートアレイ（FPGA

50

)などを使用して実施され得る。プロセッサ60は、上記の図2を参照して記載される方法を実行するように構成され得る。

【0040】

メモリ64は、ランダムアクセスメモリ(RAM)および/またはリードオンリーメモリ(ROM)のいずれかの組み合わせであり得る。またメモリ64は、たとえば磁気メモリ、光学メモリ、固体メモリ、またはさらには遠隔に搭載されたメモリのうちのいずれかの単体または組み合わせであり得る、永続記憶装置を含む。

【0041】

またデータメモリ66は、プロセッサ60でのソフトウェアの指示の実行の間データを読み取りかつ/または保存するために提供される。データメモリ66は、RAMおよび/またはROMのいずれかの組み合わせであり得る。

10

【0042】

処置プランニングシステム1は、外部および/または内部の実体と連通するためのI/Oインターフェース62をさらに含む。任意選択で、I/Oインターフェース62はまた、ユーザインターフェースを備える。

【0043】

処置プランニングシステム1の他の構成要素は、本明細書中提示される概念を不明瞭にしないために省略されている。

【0044】

図4は、コンピュータ可読手段を含むコンピュータプログラム製品90の一例を示す。このコンピュータ可読手段に、コンピュータプログラム91を保存でき、コンピュータプログラムは、本明細書中記載される実施形態に係る方法をプロセッサに実行させることができる。この例では、コンピュータプログラム製品は、光学ディスク、たとえばCD(コンパクトディスク)またはDVD(デジタルバーサタイルディスク)またはブルーレイディスクである。上記で説明されるように、コンピュータプログラム製品はまた、図3のコンピュータプログラム製品64などの装置のメモリにおいて具現化され得る。ここでコンピュータプログラム91は、記載された光学ディスク上のトラックとして概略的に示されているが、コンピュータプログラムは、コンピュータプログラム製品に適したいずれかの方法、たとえば取り外し可能な固体メモリ、たとえばユニバーサル・シリアル・バス(USB)ドライブに保存され得る。

20

30

【0045】

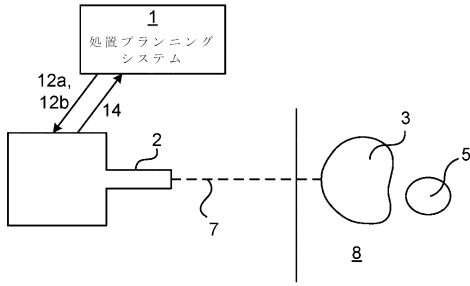
本開示の態様は、主にいくつかの実施形態を参照して上述されている。しかしながら、当業者により容易に理解されるように、上記に開示される実施形態以外の他の実施形態が、添付の特許請求の範囲により定義される限り、等しく本発明の範囲内にあり得る。よって、様々な態様および実施形態が本明細書中開示されているが、他の態様および実施形態は、当業者に明らかである。

40

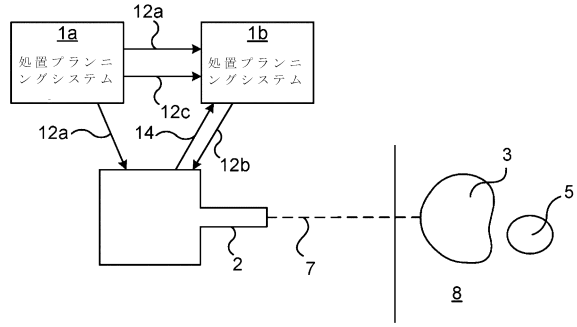
50

【図面】

【図 1 A】



【図 1 B】

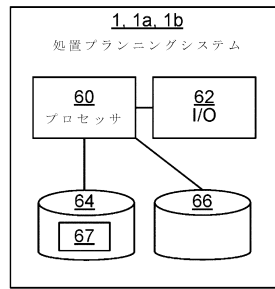


10

【図 2】



【図 3】



20

30

40

50

【 図 4 】

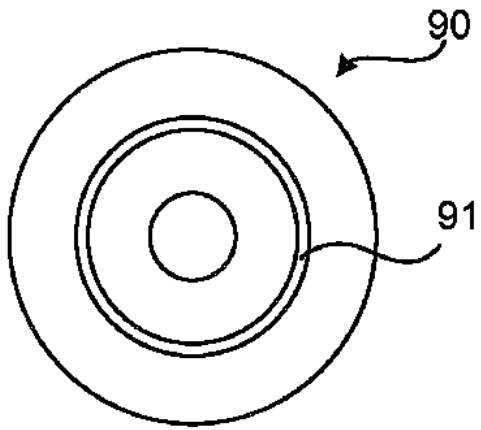


Fig. 4

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

スウェーデン国, 103 65 スtockホルム, ピー・オー・ボックス 3297

審査官 宮崎 敏長

(56)参考文献 米国特許出願公開第2018/0160994 (US, A1)

特開2010-148534 (JP, A)

欧州特許出願公開第3434328 (EP, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

A61N 5/10