

研究・事業名

## ダイナミックコリメータシステムの開発

研究・事業実施期間

令和4年4月1日～令和5年3月31日

交付決定額

2,500,000円

(企業・法人名) 神戸陽子線センター

小橋 佑介

# 1. 研究・事業の概要 (イメージ図)

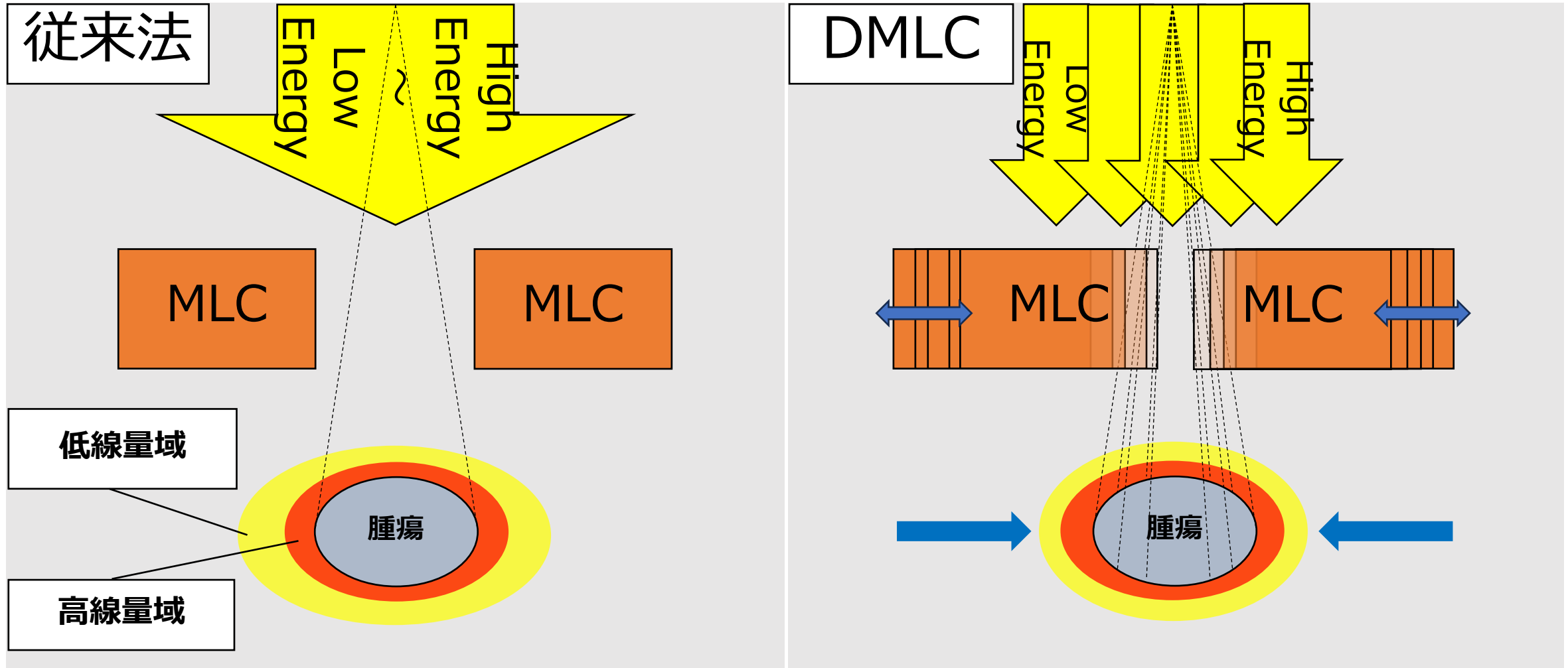


図. ダイナミックコリメータ(DMLC)法の概要

左図の従来法はマルチリーフコリメータ(MLC)を固定して照射を行う。右図のDMLC法はビームエネルギー(≒腫瘍の深さ)に対応してMLCの形状を変化させて照射を行う。より腫瘍形状に沿った線量分布を形成し、正常臓器への無駄な被ばくを低減する。

## 2. 研究・事業の内容

### 研究・事業の目的および意義

- ・粒子線治療の照射法には、電磁石や散乱体で広げた粒子ビームをマルチリーフコリメータ(MLC)やボールスなどの照射器具を用いて成形するブロードビーム法と、病変を点の塊と見なして1点ずつ照射していくスポットスキヤニング法がある。
- ・本来はブロードビームで用いられるMLCをスポットスキヤニング法で使用することで低線量の広がり低減できることがわかっており、神戸陽子線センターでは臨床でも活用している。
- ・従来法ではMLCはビーム1角度につき1形状に固定して照射を行うが、スポットスキヤニングのビームエネルギーに対応してMLC形状を変化させることで、より腫瘍への線量集中性を向上できる可能性を見出した。
- ・本研究では、MLCをスポットスキヤニング照射と連動させたダイナミックコリメータ付きスポットスキヤニング法を確立し、事業化することで革新的ながん粒子線治療の普及を目指す。

## 2. 研究・事業の内容

### 研究・事業の方法および手段

- ・水等価ファントムを用いたシミュレーションにて、ダイナミックコリメータシステム(DMLC)治療計画手法の確立と実際の照射を行う。
- ・当センターの過去のデータを活用し、臨床条件でDMLC計画を作成する。
- ・従来法と比較した際の腫瘍への線量集中性や周囲の正常臓器の線量低減効果について評価を行う。

### 研究・事業の特徴

- ・本法は先行例で見られる大規模改修や専用器具を必要とせず、既存の治療計画装置搭載のスクリプト機能を活用することで実現可能である。
- ・当センターは小児がん陽子線治療の全国1位の症例数を有しており、独創性の高い研究につながる。

## 3. 目的達成状況

### 1. シミュレーション（ファントム）

- ・既存の治療計画装置搭載のPythonスクリプト機能を利用してダイナミックマルチリーフコリメータ（DMLC）治療計画手法を開発した。
- ・球体や箱形など単純形状かつ均質な物体に対し、従来法とDMLC法による治療計画を作成した。
- ・2次元検出器を用いた測定で計算値と実測値を比較した結果、両者は概ね一致することが分かった。
- ・従来法と比較してDMLC法により辺縁線量を低減できることが示された。

### 2. シミュレーション（臨床データ）

- ・過去の臨床データを用いてDMLC計画を作成し、従来法との比較を行った。
- ・対象症例は小児脳腫瘍症例6例を選択した。
- ・腫瘍線量および線量分布に含まれる脳、脳幹、脊髄、蝸牛について線量評価を行った。
- ・結果、DMLC法により腫瘍線量を損なうことなく正常臓器線量の低減効果が得られた。

### 3. 目的達成状況

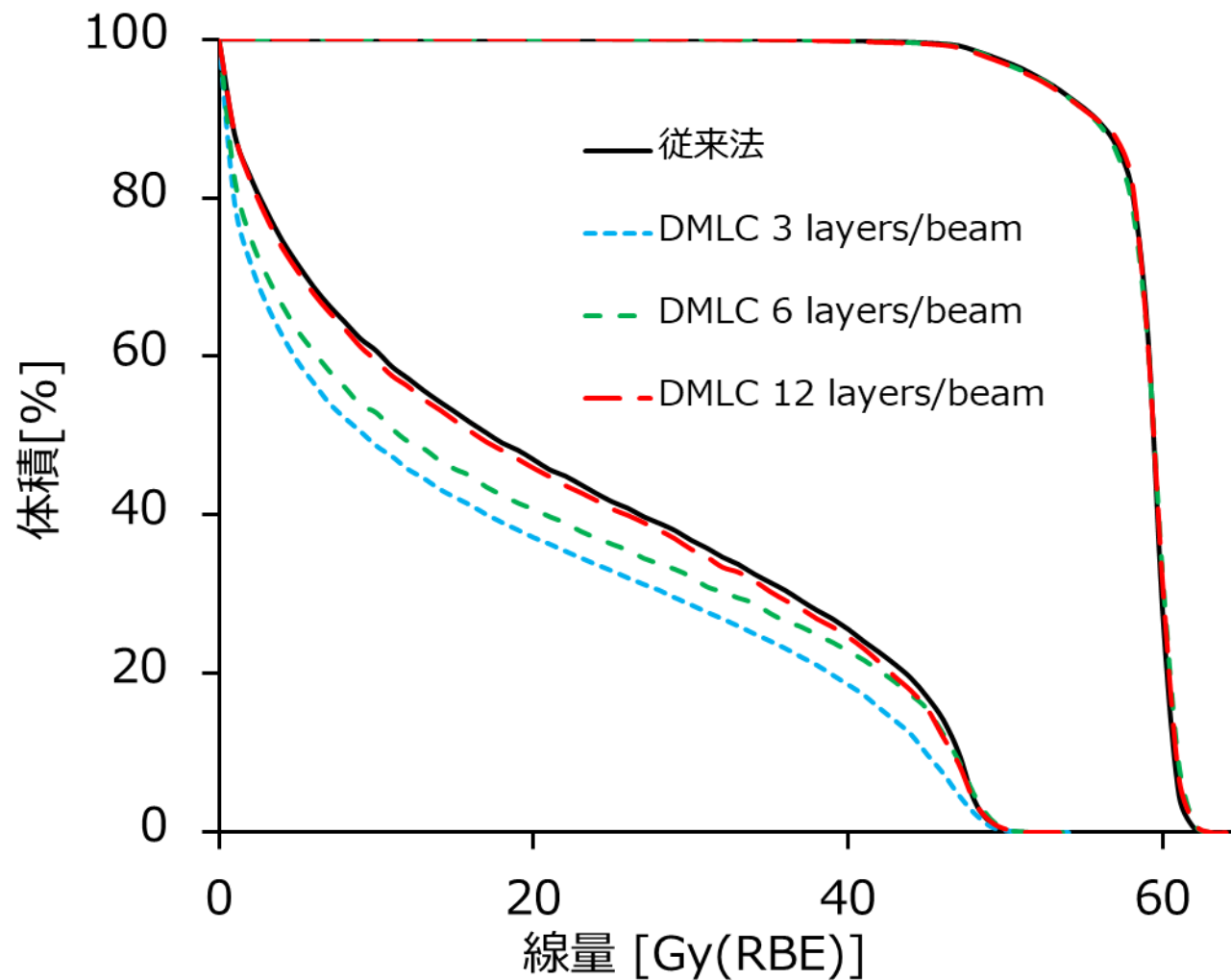


図. 線量体積ヒストグラム(DVH)の比較

図中の線が左下に向かうほど線量と照射体積(比率)が低減することを示す。放射線治療計画では腫瘍は図の右上に向かうこと、正常臓器は左下に向かうことが望ましい。従来法と比較して、より細かいエネルギー数で分割したDMLC法で脳幹線量が低減した。

## 4. 研究・事業により期待される効果／神戸医療産業都市の発展に与える効果

- ・ 本法は粒子線スポットスキニング照射の利点である複雑な形状のターゲットへの治療を活かしつつ、欠点である周辺線量の増加をコリメータで遮断する技術である。
- ・ スクリプト機能を活用することで既存の治療計画装置上で作成可能であり、粒子線の新しい照射法として広く普及することが期待できる。
- ・ 神戸陽子線センターの有する最新式の陽子線治療装置と周辺病院との連携体制を活用した共同研究や見学の受け入れを通し、神戸医療産業都市の発展に寄与することが期待できる。

## 5. 今後の展開

- ・ 主に下記4項目について更に詳細な解析を進める。
  - ①腫瘍内部の線量均一性
  - ②周囲の正常臓器の線量の変化
  - ③適応となる病態の選別
  - ④照射時間
- ・ 実運用に向けた問題点の洗い出しおよびメーカーとの協議を進める。
- ・ 技術の普及に向けた学会発表、論文化など。