

# 膵臓癌に対する同時ブースト法を用いた陽子線治療における腸管内容物の変化が及ぼす影響

○成田 優輝 (Narita Yuki)<sup>1)</sup> 池田 知広<sup>1)</sup> 武政 公大<sup>1)</sup> 原田 崇臣<sup>1)</sup> 山崎 雄平<sup>1)</sup>  
 加藤 雅人<sup>1)</sup> 小山 翔<sup>1)</sup> 松本 拓也<sup>1)</sup> 鈴木 正樹<sup>1)</sup> 横田 克次<sup>1)</sup> 加藤 貴弘<sup>1,2)</sup>  
 1)南東北がん陽子線治療センター 2)福島県立医科大学

## 【はじめに】

局所進行膵臓癌に対する陽子線治療では、通常分割法や同時ブースト法が日本放射線腫瘍学会 (JASTRO) より統一治療方針として規定されている<sup>1)</sup>。同時ブースト法 (simultaneous integrated boost; SIB) は、予防領域を含めた比較的広範囲を照射するmain fieldと、画像上視認できる腫瘍に限局したsub fieldから構成され、治療期間短縮と局所制御率向上を目指したプロトコルとして位置付けられている。一方で、膵臓癌の治療では標的周囲に多くのリスク臓器 (organ at risk; OAR)が存在しており、とりわけ近接する腸管線量の低減が課題とされている。また、治療期間中に生じる腸管位置変化や内容物変化に伴う陽子線の飛程変化の影響が無視できず、ターゲットカバレッジ低下やOAR線量増加の危険性があるため、日常臨床において治療実施可否の判断に難渋することがある。そこで本検討では、腸管の中でも特に内容物変化を来し易いと考えられる大腸を対象として内容物の変化がターゲット及びOAR線量に及ぼす影響について評価した。

## 【方法】

当院において陽子線治療を施行した膵臓癌10例 (膵頭部8例、膵体部1例、膵尾部1例) を対象とした。はじめに、絶食4時間以上の前処置下において、計画用CT画像を呼吸同期撮影にて取得し、この取得画像に対し治療計画を立案した (Ref Plan)。この際、main field及びsub field用のターゲットとしてそれぞれCTV (main field)、CTV (sub field)を入力し、それぞれの全周に5 mm付加したものをPTVとして計画を行った。処方線量は67.5 Gy (RBE) / 25回とし、main fieldは前後左右4門、sub fieldは後方1門の組み合わせで行うSIB法を想定した。エネルギーは150 ~ 210 MeVで、パッシブ法の一つであるワブラー法にて照射野を形成した。次に、大腸内容物の変化による影響を評価するために、計画用CT画像上で大腸輪郭内CT値を50 HU (実質臓器)、0 HU (水成分)、-100 HU (脂肪成分)、-1000 HU (大腸ガス) に相当する阻止能比で置き換え、Ref Planをコピーし再計算した計画を作成した (Eva Plan)。各Eva PlanとRef Planとの比較を行い、ターゲット及びOAR線量の影響について評価を行った。治療装置、治療計画装置、CTにはそれぞれ陽子タイプ (日立)、XiO-M (Elekta)、Aquilion LB (Canon) を用いた。

## 【結果】

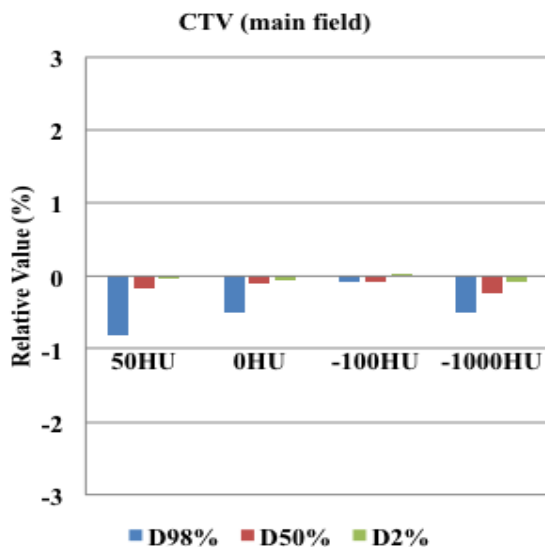


Fig.1 Ref PlanとEva Planとの線量比較  
CTV (main field)

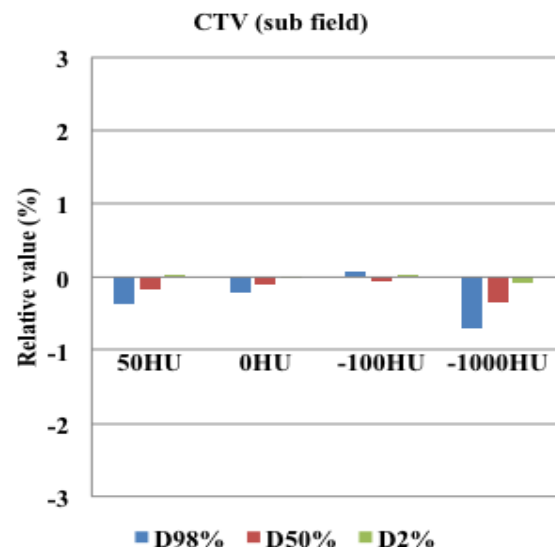


Fig.2 Ref PlanとEva Planとの線量比較  
CTV (sub field)

ターゲット及びOARにおけるRef PlanとEva Planとの比較した結果についてFig.1～3に示す。また、数値は今回評価を行った膵臓癌10例の平均値とした。CTV (main field) 及びCTV (sub field) に関して、比較した結果では特に大きな変化は認められず、全ての症例において±3%以内と線量差は小さい結果となった (Fig.1 & 2)。OARの評価では、50 HU ~ -100 HUにおけるRef Planとの比較において特に大きな線量差は認められなかったものの、大腸ガスを想定したEva Plan (-1000 HU) において、脊髄、両側腎臓の線量が大きく増加している傾向が認められた (Fig.3)。また、線量分布の比較においても、ビームパス上に存在する大腸の内容物がガスに置き換わることにより陽子線の飛程が変化し、低線量域における線量分布の悪化が認められた (Fig.4)。

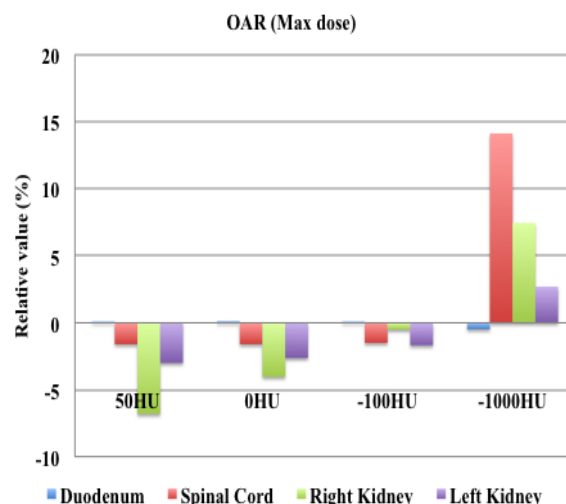


Fig.3 Ref PlanとEva Planとの線量比較  
OAR (Max dose)

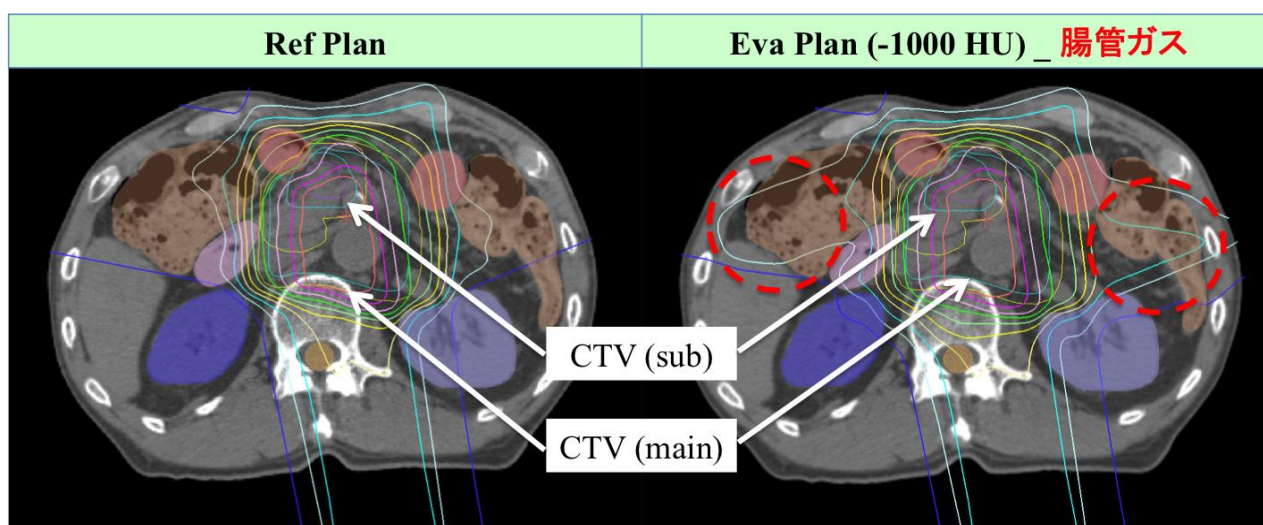


Fig.4 線量分布比較 (左 : Ref Plan、右 : Eva Plan (-1000 HU))

#### 【考察】

50~-100 HUにおけるEva PlanとRef Planの比較では、ターゲット及びOARともに線量変化は小さかった。一方で、大腸ガスを想定したEva Plan (-1000 HU) では大腸を通過するmain fieldのビーム飛程の変化が認められ、ターゲット線量への影響は小さかったが、OARでは脊髄・両側腎臓の線量が増加する傾向にあったため、大腸ガスの有無が大きく線量分布に影響することがわかった。実臨床では、照射前に大腸ガスが顕著に認められるケースにおいては、治療実施の可否について判断が求められることがある。本結果はその際の判断指標の一つとして活用できる可能性がある。しかしながら、実臨床では腸管ガスの他、腸管位置や腸管容量、ターゲットの呼吸性移動、体型変化なども問題になるため<sup>2)</sup>、これらの影響を総合的に考えた上で判断することが重要だと考えられる。

#### 【まとめ】

膵臓癌に対するSIB法を用いた陽子線治療における腸管内容物変化が及ぼす影響について評価を行った。とりわけ大腸ガスの影響が大きく、ビームパス上に大腸が存在する場合はより慎重な対応が必要であると考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) 粒子線治療 (陽子線治療、重粒子線治療)の疾患別統一治療方針. 日本放射線腫瘍学会, 2018
- 2) Houweling AC, Fukuta K, Kubota Y, et al. Radiother Oncol 2016 ; 119 ; 319-325