

# 重イオンプラズマのエネルギー付与とDNA損傷の関係

森林 健悟<sup>1</sup>

<sup>1</sup>量研

陽子線照射で(超)音波が発生することは観測されている。イオン照射で局所的に温度が上昇し、その上昇により、水が沸騰するとき(超)音波が発生すると考えられている。そこで、イオン照射により沸騰する(100°C)する可能性のある領域を見積もる。[1]。この熱膨張は液体中の分子の運動が活発なり、細胞照射の場合、DNAを不安定な状態にし、DNAが損傷すると考えることができる。そこで、本研究では、シミュレーションにより、LETと局所的に生じる熱と熱膨張を研究する。

陽子と炭素線のブラッグピーク付近での動径線量シミュレーションを行い[2]、線量( $D_r$ )から熱を求める。拡散した領域での全エネルギー付与量を計算し、それを体積で割り、平均の熱量( $D_{av}$ )を下の式で計算し、その熱量が沸騰(100°C)に繋がる領域( $r_d$ )を調べる。

$$D_{av}(r_d) = \frac{\int_0^{r_d} D_r(r) 2\pi r dr}{\pi r_d^2} \quad (1)$$

図1に炭素線の線量( $D_r$ ) (左図)及び平均熱量( $D_{av}$ ) (右図)を図に示した。下図の点線は100°Cになる可能性のある $r_d$ を示す。陽子線(図示なし)と炭素線の線量の差が現れるのは、 $r \sim 2$  nm程度である。一方、炭素線の軌道から垂直半径  $r_d \sim 20$  nmの領域で、それぞれ、100°Cになる可能性があることがわかった。すなわち、熱によってクラスターDNA損傷が起きる場合、線量で見積もるより大きな領域で起こりうるということがわかった。

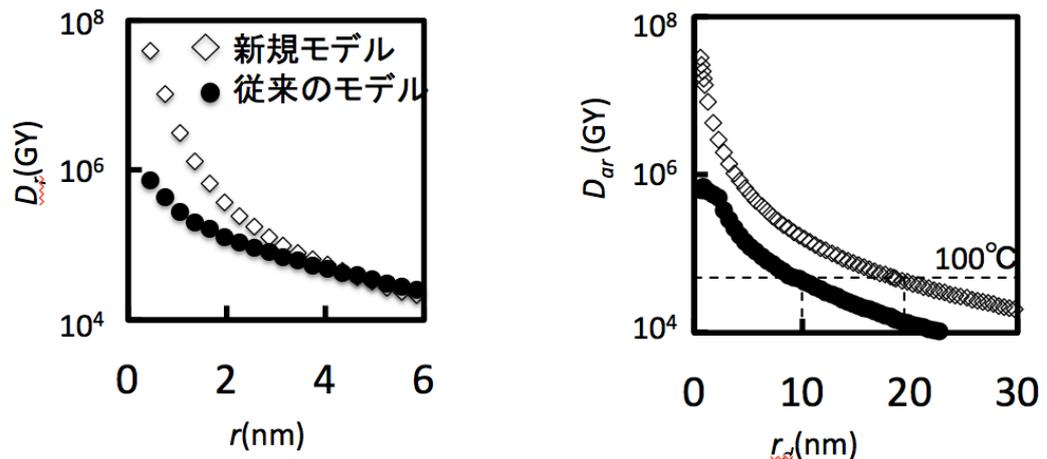


図1 炭素線の場合の  $D_r$  vs.  $r$  (左図) と  $D_{av}$  [(1)式] vs.  $r_d$  (右図)。◇は我々が開発した新規モデルでのシミュレーション結果、●は従来のモデルでのシミュレーション結果

## 参考文献

[1] W. Assmann, et al., Med. Phys. **42**, 567 (2015)

[2] K. Moribayashi, Rad Phys. Chem. **96**, 211 (2014), Physica Scr., **90** 054013 (2015), NIMB, **365** 592 (2015)