

## 局所線量分布の現代的更新と PET 検出器への活用

An up-to-date radial dose distribution theory for ion tracks  
and its applications to detection thresholds of PET detectors

神大院海事<sup>1</sup>, ユベール・キュリアン学際研究所<sup>2</sup> °酒井 盛寿<sup>1</sup>, 楠本 多聞<sup>1,2</sup>, 寺下 佳孝<sup>1</sup>,  
金崎 真聡<sup>1</sup>, 小田 啓二<sup>1</sup>, 山内 知也<sup>1</sup>

Kobe Univ.<sup>1</sup>, IPHC<sup>2</sup>, °Morikazu Sakai<sup>1</sup>, Tamon Kusumoto<sup>1</sup>, Yoshitaka Terashita<sup>1</sup>, Masato  
Kanasaki<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>

E-mail: 176w310w@stu.kobe-u.ac.jp

実効電荷  $Z$  は入射粒子の電荷を表すパラメータである。媒質中のイオンの電荷はその速度に依存して変化し、ほぼ光速と見做せる場合には核電荷に等しいが、減速とともに媒質から電子を奪い取る。そして徐々に電荷は小さくなり、最終的には中性の原子になる。これまで放射線計測分野では Heckman による実効電荷の式が利用されていたが、実験的な検証は Ar イオンまでの比較的軽いものしか検討されていないという難点があった[1]。本研究では U イオンを用いた加速器実験で利用されている Schiwietz らによる実効電荷についての新しい経験式を利用して Katz らの提唱した線量分布計算を系統的に行い、汎用の計算コードが与える阻止能と比較した[2]。その結果、図 1 に示すように炭素イオンまでの比較的軽いイオンでは相対速度が 1%以上の領域で両者の式から得られる実効電荷に差はなく、鉄イオンより重いイオンでは相対速度が 1%から 30%の領域で Schiwietz らの実効電荷が Heckman の実効電荷を上回ることがわかった。さらに検出閾値における線量分布を計算し、イオントラック形成機構に関する考察を行った。その結果、図 2 に示すように局所線量が増加するほど感度も増加することがわかり、局所線量が大きくなるとイオントラックにより深い損傷を与えると考えられる。また PET 検出器閾値での Geant4-DNA シミュレーションの結果も発表したいと考えている。

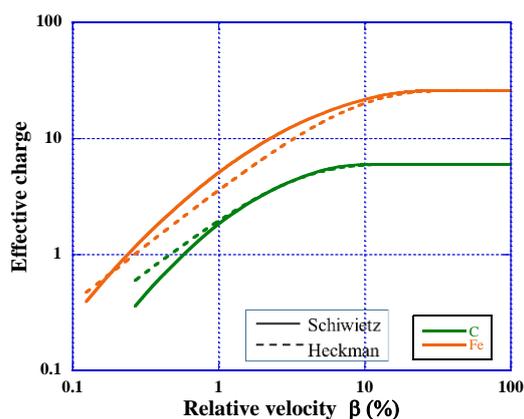


図 1 実効電荷と相対速度の関係

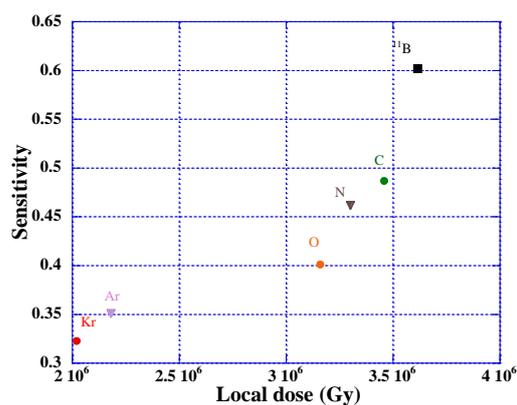


図 2 PET 検出器閾値での局所線量と感度の関係

[1] Harry H. Heckman et al., "Ranges and Energy-Loss Processes of Heavy Ions in Emulsion",  
*Physical Review*, Vol. 117 (1960), pp. 544-556

[2] G. Schiwietz et al., "Improved charge-state formulas", *NIM B* 175-177 (2011) pp. 125-131