

サイクロトロンベース中性子源を用いた 細胞・小動物用照射場の開発

Development of irradiation field for cell and small animal using cyclotron-based neutron source

○ 田中 浩基¹、高田 卓志¹、櫻井 良憲¹、密本 俊典²、増永 慎一郎¹、鈴木 実¹

(1. 京大炉、2. 住友重機械)

○ Hiroki Tanaka¹, Takushi Takata¹, Yoshinori Sakurai¹, Toshinori Mitsumoto¹, Shin-ichiro Masunaga¹, Minoru Suzuki¹

(1. Kyoto Univ. Research Reactor Institute, 2. Sumitomo Heavy Industries, Ltd)

E-mail: h-tanaka@rri.kyoto-u.ac.jp

ホウ素中性子捕捉療法は熱中性子とホウ素-10との反応で発生する α 粒子及びLi原子核を用いてがん細胞を死滅させる治療である。現在臨床に用いられているホウ素薬剤は2種類のみで、新規ホウ素薬剤の開発が活発に行われている。ホウ素薬剤の効果を確認するためには、熱中性子照射による細胞に対する殺細胞効果や、小動物に移植した腫瘍に対する抗腫瘍効果を確認する必要がある。臨床で用いられている中性子強度とほぼ同等の照射場が必要となる。京都大学原子炉実験所(KUR)では重水照射設備を用いてきたが年間に3か月ほど定期検査のため運転を休止する必要がある。ホウ素薬剤の開発を更に推進する上で、継続的に熱中性子照射場を供給することが望まれている。そこで、本研究ではサイクロトロンベース中性子源(Cyclotron-Base Neutron Source:CBNS)を用いて、細胞や小動物に対する熱中性子照射場を形成する手法について検討を行っている。

CBNSは、30MeV・1mAの陽子ビームを供給可能なサイクロトロン、ビーム輸送系、ベリリウムターゲット、減速体系から構成される。減速体系は臨床用に熱外中性子しか生成することができないため、細胞や小動物に熱中性子を照射するためには、ビーム出口で熱化させて照射する必要がある。熱化させる方法として、照射口に水ファントムを設置した。図1左に金の放射化法で測定した水ファントム中の熱中性子束を示す。20mmピークの位置において、熱中性子フラックス 1×10^9 (n/cm²/s)となることを確認した。熱中性子照射場にはガンマ線量、窒素(N)、水素(H)、1ppmあたりホウ素(B)の線量を考慮する必要があるが、図1右に20mm深さにおけるそれぞれの線量率を示す。比較のために従来用いられているKURの照射場の線量率を示す。ガンマ線の線量率はKURよりも約2.5倍高かったが、他の線量率はほぼ同等であることを確認した。ガンマ線の線量率は高いが、ホウ素の濃度は腫瘍で数10ppm以上であることと、生物学的効果が高いことから、効果を観察するには影響ないと考えられる。

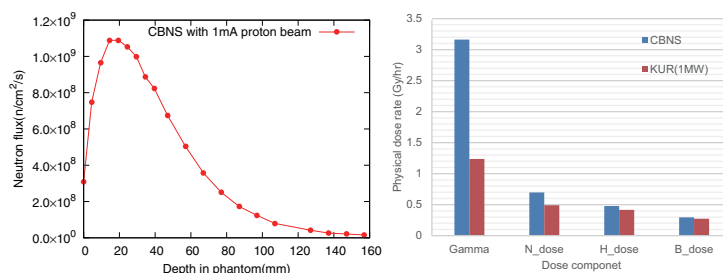


図 1: Thermal neutron distribution in a water phantom and dose rate at the depth of 20 mm.