

反対称化分子動力学(AMD)を用いた 放射性核種生成シミュレーションの精度の検討

Evaluation of radionuclide generation simulation

using Anti-symmetrized Molecular Dynamics

阪大院医 ○松本政雄、櫻井勇介、福永康太、高階正彰、小泉雅彦

Grad. Sch. Med. Osaka Univ.

○M. Matsumoto, Y. Sakurai, K. Fukunaga, M. Takashina, M. Koizumi

E-mail: matsumot@sahs.med.osaka-u.ac.jp

放射線がん治療のうち、原子核を照射する粒子線治療では、X線の場合よりも人体に影響を与える放射化をより多く生じさせる可能性があり、粒子線に特化した安全管理方法の検討が必要とされている。その検討には、シミュレーション計算の結果も利用されるが、現在、主に使用されている核反応モデル(QMD:量子分子動力学)では、すべての放射化を精度よく再現できていない現状がある。

本研究では、粒子線治療に使用する陽子線照射の場合と炭素線照射の場合をシミュレートし、重イオン反応で実績があり、QMDより理論的正当性が高いモデル(AMD:反対称化分子動力学)を用いて、照射シミュレーションの精度を検討した。

核反応のプロセスを大きく分けると、粒子の衝突によって原子核が破砕する動的過程と、その生成核種がより安定な状態へと移行する蒸発過程の2つに分類される。後半部分は蒸発及び核分裂過程シミュレーション計算モデル(GEM)を用いて計算した。AMDの計算は小野らが開発したコードを用い、QMDの計算は重イオン輸送シミュレーションコードPHITSを用いて行った。本研究では、核子あたり20~200 MeV/Aまで20 MeV/Aごとに炭素線の入射エネルギーを設定し、 ^{12}C 、 ^{16}O 、 ^{14}N の標的核種との核反応について、それぞれ同様に計算を行い、計算結果を実測値と比較した。 $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, x)^{11}\text{C}$ のAMD、QMDの計算結果と実測値との比較をFig.1に示す。実測値の少ない $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, x)^{11}\text{C}$ の核反応はAMDの方が多少実測値に近い値を示した。一方、 $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, x)^{12}\text{C}$ 、 $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, x)^6\text{Li}$ 、 $^{12}\text{C}(^{14}\text{N}, x)^9\text{Be}$ のシミュレーションにおいてAMDとQMDは同程度の精度であった。AMDは計算に時間を要するため、標準のモデルとして採用することは困難であるが、実測値の少ない核反応にAMDを適応し、データベース化することで放射化シミュレーションの精度向上が期待できる。

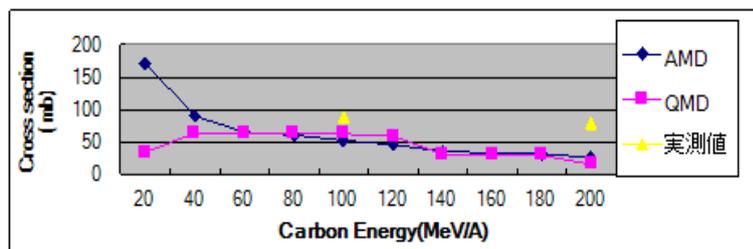


Fig1. $^{12}\text{C}(^{12}\text{C}, x)^{11}\text{C}$ のAMD, QMD,実測値の比較