

超伝導転移端センサによる重粒子カロリメトリのシミュレーション評価

Simulation evaluation of calorimetry of heavy ions by transition edge sensor

東京大学¹ ○(M2) スミス ライアン¹, 大野 雅史¹, 三津谷 有貴¹, 高橋 浩之¹

University of Tokyo¹, °Ryan Smith¹, Masashi Ohno¹, Yuki Mitsuya¹, Hiroyuki Takahashi¹

E-mail: ryan-yusuke-smith075@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

炭素重粒子線は放射線がん治療に使用される放射線の一種であり、高い線量集中性と優れた生体効果を持つため、体内深部のがん病巣に対して周辺細胞への損傷を最小限に抑えながら高い治療効果を発揮することができる。炭素重粒子が物質との相互作用時に付与するエネルギーの値やその領域についてより詳細な理解を得ることができれば、治療の難しい部位にあるがんに対して炭素重粒子線を使用した治療を行うことが可能になると考えられる。我々はこれまでに高エネルギー分解能を有する放射線検出器である超伝導転移端センサ(TES)を使用した炭素重粒子のカロリメトリックな検出実験を行った。そこで、シミュレーションによる計算結果と実験によって得られたデータを比較することで、炭素重粒子線の特性の評価をTESによる検出で可能であるかを検証する。

シミュレーションは Geant4 を用いて行った。TES は吸収体へのエネルギー付与による熱上昇を検出しているため、TES の吸収体を模した大きさのスズに、100 MeV/u のエネルギーを持つ炭素イオンを照射することで付与されるエネルギーの量を計算する。実験の条件を再現するために、炭素イオンの照射位置と吸収体との間に、アルミニウム製のアッテネータやタンゲステン製のコリメータ、冷凍機の熱シールド等を模した物質を配置する。実験でアッテネータの厚さを変化させて検出されるエネルギーの変化を観測したのと同様に、厚さを変化させて

付与されるエネルギー値の変化を計算した。

シミュレーションの結果、アッテネータの厚さが増すごとに付与されるエネルギー値が大きくなっていった。加えて、同数の炭素イオンを照射した際に吸収体に入射する炭素イオンの数が、アッテネータの厚さが増すごとに減っていることが確認された。このシミュレーション結果は実験結果と一致している。アッテネータの厚さが増すごとに炭素イオンとアルミニウムとの相互作用が大きくなり、散乱が増したことが入射イベントの減少の原因だと考えられる。ブラッグピークを迎えるアッテネータの厚さの計算値である 12 mm を下回る 5.2 mm 付近で入射イベントが見られなくなったのもこれが原因と考えられる。ピークから離れた部分での付与エネルギーのわずかな変化を TES が検出できていることから、炭素重粒子線のわずかなエネルギー付与や分布を TES によって正確に検出できると考えられる。

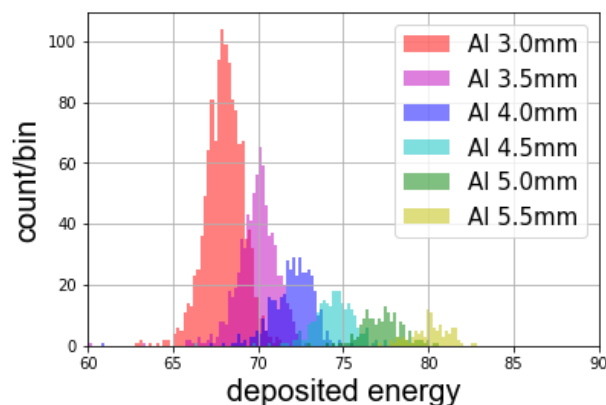


図 1 アッテネータの厚さごとの吸収体に付与エネルギー値のヒストグラム