

重粒子検出のための超伝導転移端センサの開発

Superconducting Transition Edge Sensor for heavy ion detection

東大工¹, 東大博物館² ○大野 雅史¹, 入松川 知也¹, 細野 米市¹, 高橋 浩之¹,
三宅 泰斗¹, 松崎 浩之²

Tokyo Univ. Eng.¹, Tokyo Univ. Museum², °Masashi Ohno¹, Tomaya Irimatsugawa¹,
Yoneichi Hosono¹, Hiroyuki Takahashi¹, Yasuto Miyake¹, Hiroyuki Matsuzaki²

E-mail: ohno@n.t.u-tokyo.ac.jp

重粒子線絶対線量評価の高精度化は、線量集中性に優れ高い生物効果が得られる炭素線がん治療の治療計画において、体内の吸収線量分布と生物効果を予測する計算精度の向上をもたらすものと期待される。従来、炭素線治療現場では、電離箱線量計により得られる電荷測定量と W 値（1 個の電子-イオン対を生成するエネルギー）の積により炭素線の絶対線量評価がなされてきたが、電離箱の感度のばらつきにより、線量評価値において±7%程度の不確かさは不可避であり、これは他の治療用放射線に比べてかなり大きい。

以上のような背景を踏まえ、本発表者は、重粒子線吸収による温度上昇を計測する極低温カロリメータを導入し、個々の重粒子が持つエネルギーの直接的かつ精密な計測を実証することにより、高精度な重粒子線の絶対線量標準の確立を目指している。比熱が極小化する極低温下において入射放射線のエネルギーを熱に変換し、生じる温度上昇を常伝導/超伝導転移領域での急峻な温度抵抗変化を用いて検出する超伝導転移端センサ（TES: Transition Edge Sensor）は究めて高い精度を有するエネルギー spektrometer である。本研究ではスズ放射線吸収体を搭載した TES を開発し、100keV 以上の領域の γ 線を既存の高純度 Ge 半導体検出器の分光精度を大きく上回る精度にて精密に分光することに成功している。このような TES の優れた分光特性を用いれば、炭素線ビーム入射によるエネルギー付与を優れた精度にて特定でき、検出器の不確かさは吸収線量測定において無視できるオーダーにまで極小化できる。また TES は半導体のような放射線損傷によるダメージが少なく、耐久性にも優れる。

そこで、東京大学タンデム加速器で発生する炭素ビームをスズ放射線吸収体を搭載した TES に照射して入射応答を調べる実験を試みた。そして右図に示すとおり ^{14}C イオン 1 個ずつの入射による応答パルスを検出し、イオンが持つ加速エネルギーの違いが精密に入射応答信号波形の大きさに反映されることを確かめ、個々の重粒子のエネルギーを TES が精密に弁別して検出しうることを初めて実証した。本発表では、これら実証実験について紹介させて頂く。

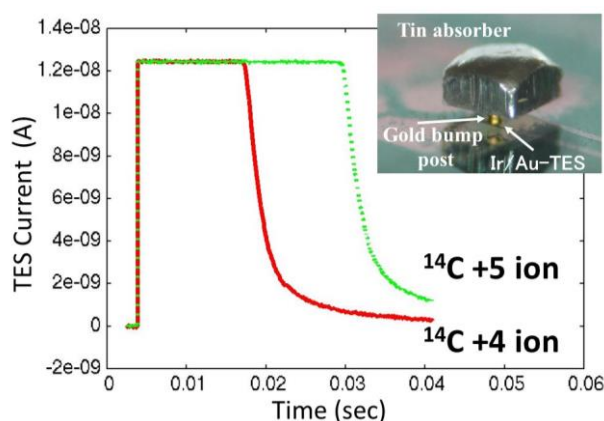


Fig. Signal pulses of the ^{14}C incident events