

レーザーコンプトン散乱ガンマ線による放射性廃棄物の選択的核変換

量子科学技術研究開発機構

関西光量子科学研究所

早川岳人

Zr-93、Pd-107、Se-79、Cs-135 などの 10^5 年から 10^7 年の半減期を有する放射性同位体は、太陽系・天体の進化を研究する宇宙核時計として重要である。その一方で、核分裂でも生成されるため、これらの長寿命核分裂生成物 (long-lived fission product: LLFP) は、原子力発電における使用済核燃料の処理後、数千年以上において主要な放射線源になる。そのため使用済核燃料からの分離あるいは、より短寿命の放射性核種や安定同位体に核変換が可能になれば長期的な管理の負担を大幅に軽減できる。しかし、使用済核燃料に含まれる LLFP は通常は安定同位体も含む。同位体分離はコストが大きく現在に至るまで使用済燃料に適用できる実用的な技術は開発されていない。そのため、元素のみを化学分離して抽出して中性子や高エネルギーガンマ線を照射し核変換を起こすことを考える。その場合には、LLFP を安定同位体に変換すると同時に安定同位体から新たに LLFP を含む長寿命放射性同位体が生成されるという大きな問題がある。

そこで、元素試料に対して、エネルギーをコントロールしたガンマ線を照射することで、LLFP のみを選択的に変換する手法について議論する。原理を図 1 に示す。Zr-93 などの LLFP の中性子離別エネルギーは他の Zr の安定同位体より低い点を利用する。レーザーコンプトン散乱ガンマ線(LCS)は、エネルギーの上限がシャープに決まっているという特徴がある。そこで、エネルギーの上限が LLFP の中性子離別エネルギーより高く、他の同位体の離別エネルギーより低いように制御された LCS ガンマ線や原子炉中性子捕獲ガンマ線などのガンマ線を元素試料に照射する。安定同位体に対しては、核変換が発生しない。また、関連する核データについても議論する。

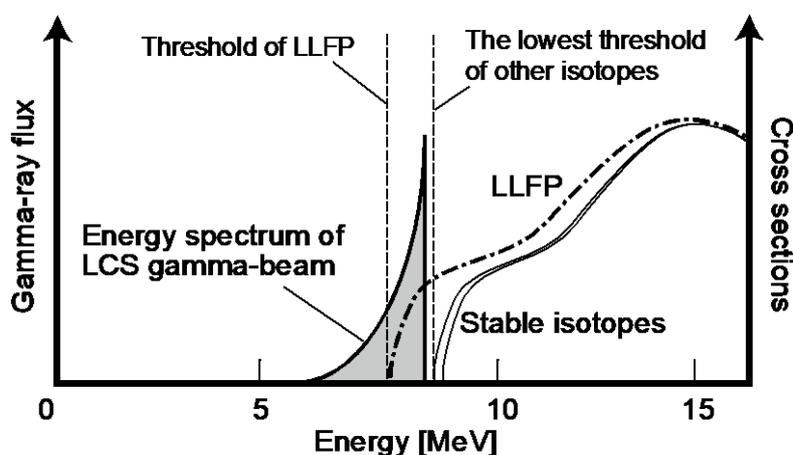


図 1 同位体分離を供わない元素に対する選択的同位体変換の概念図