

UVSORにおけるLCS-NRFによる同位体CT測定システムのアップグレード計画

Upgrade Plan of CT Isotope Imaging by LCS-NRF in UVSOR

*大垣 英明¹, 全 炳俊¹, ネグム ハニ^{1,5}, 紀井 俊輝¹, 早川 岳人²,
 静間 俊行², 加藤 政博³, 藤本 将輝³, 豊川 弘之⁴, 平 義隆⁴,
¹京大エネ研, ²量研機構, ³分子研, ⁴産総研, ⁵アシュート大学

UVSORのレーザーコンプトンガンマ線(LCS γ 線)を用いて、同位体CTに関する研究を行ってきた。鉛、鉄、アルミニウムからなる小型ファントムに対して、CT画像の取得に成功し、現在行っている、鉛同位体を用いた実験のためのLCSビームのアップグレードと、GEANT4による測定系の最適化を報告する。

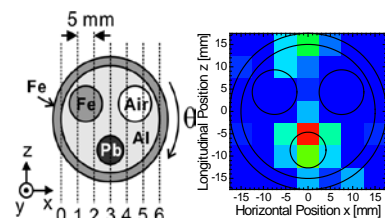
キーワード: 同位体イメージング, 核共鳴蛍光散乱(NRF), 同位体CT

1. 緒言

同位体CT画像は核物質管理等に関し有効と考えられており、我々のグループでは、LCS γ 線と光核共鳴散乱(NRF)法を用いた手法を提案し、実証実験を行ってきた^[1]。最近では放射光施設UVSORにおいて、LCS γ 線ビームラインを新たに立ち上げ、同位体CT像の取得のための基礎的な研究を進めている。

2. UVSORでのLCS γ 線ビームラインと同位体CT実験

NRFの反応断面積は μb のオーダーであり、特に同位体イメージングの実用化には、強力なLCS γ 線源開発が必須である。現在、最も強力なLCS γ 線施設は米国Duke大学のHIGS施設であるが、現在ルーマニアではELI-NPの建設が進んでおり、 10^9 ph/s/keVのLCS γ 線がユーザー提供可能と見込まれている。我々はNRFを用いた同位体CTイメージング研究のために、UVSORにてLCS γ 線のビームラインの開発と、同位体CTの基礎的研究を2014年度より開始している。これまでLCSビームラインとして、5Wのファイバーレーザーを導入し、LCS γ 線発生とその特性評価を行った結果、5.4 MeVのLCS γ 線を得ている。更に鉛、鉄、アルミニウムロッドを埋め込んだ小型ファントム(40mm ϕ)に照射して、同位体分布のCT画像取得実験を行った。²⁰⁸Pbを含むファントムを透過したLCS γ 線を同じく²⁰⁸Pbを含む天然鉛(ウィットネスターゲット)に導き、²⁰⁸PbのNRF γ 線(5.2MeV)を2台の大型Ge検出器を用いて測定した。結果を図に示す。



図：CTターゲット(左)と同位体CT像(右)

3. アップグレード計画

図より分かるように、識別はされているものの、NRF収量(γ 線フラックスと測定時間の関係)から、解像度が低い。そこで、レーザーの出力の増大(50W)と波長の最適化を行い、NRF収量の増加を目指す。また、ターゲットには濃縮²⁰⁸Pbと²⁰⁶Pbを用いて、同位体識別のより本格的な実験を行う。一方、実験を再現するシミュレーション計算もGEANT4を用いて行っており、実験配置の最適化を検討している。

参考文献

[1] H. Ohgaki et al., IPAC2016, TUPOY046.

* Hideaki Ohgaki¹, Heishun Zen¹, Negm Hani^{1,5}, Toshiteru Kii¹, Takehito Hayakawa², Toshiyuki Shizuma², Masahiro Katoh³, Masaki Fujimoto³, Hiroyuki Toyokawa⁴, Yoshitaka Taira⁴

¹IAE, Kyoto Univ., ²QST, ³IMS, ⁴AIST, ⁵Assuit Univ.