PHITS コードを用いたシリコン半導体検出器の重イオンに対する応答の研究

A study of the response to the heavy ions of silicon semiconductor detector with PHITS code.

山形大院理工 [1]，理研仁科加速器研究セ [2]，山形大高感度加速器質量分析セ [3]
○(M2)猪股雄一郎 [1]，森本幸司 [2]，加治大哉 [2]，武山美麗 [2, 3]，門叶冬樹 [3]
Yamagata Univ. [1], RIKEN Nishina Center. [2], Yamagata Univ AMS Center. [3],
○(M2)Yuichiro Inomata[1], Kouji Morimoto[2], Daiya Kaji[2], Mirei Takeyama[2, 3], Fuyuki Tokanai[3]
E-mail: s15p204m@st.yamagata-u.ac.jp

1. はじめに

理化学研究所で行われている超重元素研究は、入射ビームと標的との核融合反応により生成された超重核を気体充填型反跳分離装置「GARIS」を用いて入射ビームや副生成粒子から分離し、焦点面検出器に導き測定する手法が用いられている。焦点面検出器は飛行時間測定器とシリコン(Si)半導体検出器ボックス(Si-box)から構成され、Si-box で α 壊変や自発核分裂(SF)を検出することで核種の崩壊特性を測定する。これまでに、我々は、Si-box 内で生じる ^{252}No(半減期: 2.3 s, SF 分岐比: 26.9%)の SF 事象を用いて、検出器の応答を調べてきた [1)]。結果として、Si-box 内の各面で観測されるエネルギーの相関性が、検出器への打込み深さに応じて変化する様子が得られた。そこで、任意の 3 次元体系内における放射線挙動が解析可能な汎用モンテカルロ計算コード PHITS(Particle and Heavy Ion Transport code System) [2)]を用いて、荷電粒子に対する検出応答をシミュレーション技法により調べ理解を深める事を目指した。

2. シミュレーション方法

PHITS により 5～15 MeV の α 線および ^{252}No の対称核分裂成分として 100 MeV ^{120}Sn を Si 中に各々 10^4 個入射させて飛程を計算した。比較のため、原子核研究分野で幅広く用いられている計算コード SRIM[3)]でも同様の計算を行った。また、PHITS コードに Si-box の幾何学的配置を取り込み、5～15 MeV の α 線および自発核分裂片を各々 10^4 個入射させて検出応答を調べた。

3. 結果と考察

図 1 は、PHITS と SRIM で得られた Si 中での飛程と、その差を示す。α 線の飛程は、入射エネルギーの増加とともに長くなる。PHITS と SRIM で得られた飛程の差は 2%以内で一致した。この結果から、超重元素研究に用いられる Si-box の性能評価に SRIM と同程度に PHITS が適用できることが示された。

図 2 は、10 MeV の α 線 15 発に対する Si-Box 中での飛跡を二次元的に示したものである。Si-box から逃げていかずに検出器内で観測される検出効率は 88%であった。さらに、エネルギー依存性も調べた結果、86%～91%であった。

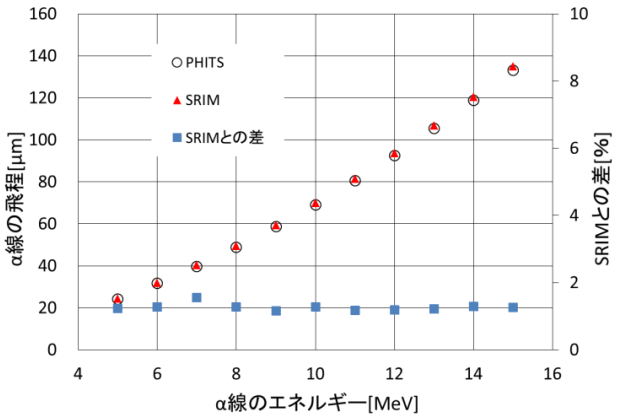

図 1. PHITS および SRIM で得られた α 線の Si 検出器中の飛程とその差。

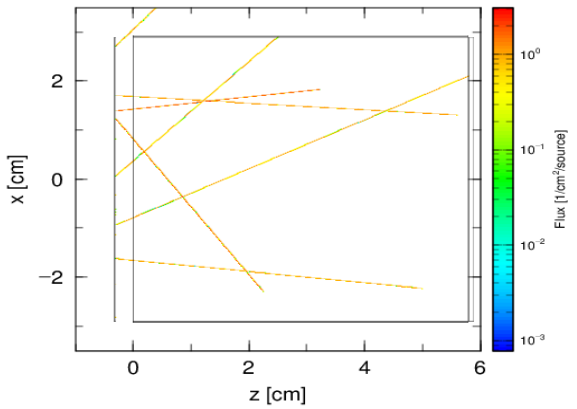

図 2. PHITS で得られた 10MeVα 線 15 発の Si-Box 中の飛跡。

4. 参考文献

1) M. Takeyama et al., Proceedings of the ISRD2016, JPS Conf. Proc., (2016)[In print].
2) T. Sato et al., J. Nucl. Sci. Technol. 50:9 p. 913(2013).
3) J. F. Ziegler, SRIM-2000, http://www.srim.org/

© 2016年 応用物理学会