PHITS におけるイオンの飛跡構造計算機能の開発

Development of track-structure simulation mode of ions in PHITS

日本原子力研究開発機構 [1], Princess Chulabhorn College of Medical Science[2], Karolinska Institutet[3]

甲斐健師 [1],佐藤達彦 [1], Thiansin Liamsuwan[2], Hooshang Nikjoo[3]

Japan Atomic Energy Agency [1], Princess Chulabhorn College of Medical Science[2], Karolinska Institutet[3]

Takeshi Kai[1], Tatsuhiko Sato[1], Thiansin Liamsuwan[2], Hooshang Nikjoo[3]

E-mail: kai.takeshi@jaea.go.jp

放射線と物質の相互作用研究において、PHITS [1]のような汎用放射線輸送計算コードは、マクロな複雑体系における線量評価と共に、ナノスケールの微視的空間領域で誘発される放射線作用研究への適用も期待されている。これは、放射線作用が物質のミクロな分解・反応現象であり、未だ不定要素を多く含む理由による。本研究では、PHITS でナノスケールの微視的空間領域における放射線作用の詳細な解析を可能とするため、飛跡構造計算機能を開発する。

これまで、水の放射線分解を詳細に解析する飛跡構造計算コードが開発されてきた[2-4]。PHITS では、2017 年 6 月に公開された ver2.93 以降で、電子の飛跡構造計算機能が利用できる。その後、飛跡構造計算コード KURBUC[3,4]を活用して、陽子及び炭素イオンの当該機能を PHITS に実装した。本計算機能と従来機能を比較した一例として、水中の陽子線飛跡末端におけるエネルギー付与の計算結果を図 1 に示す。従来の計算機能は、ほぼ直線的に均一にエネルギーが付与されるモデルになっているが、陽子線の飛跡末端構造は比較的複雑になる。また、本計算機能は分子への局所的なエネルギー付与量（電離や電子的励起）から、生成されるラジカルの種類やその初期空間分布を特定可能する。

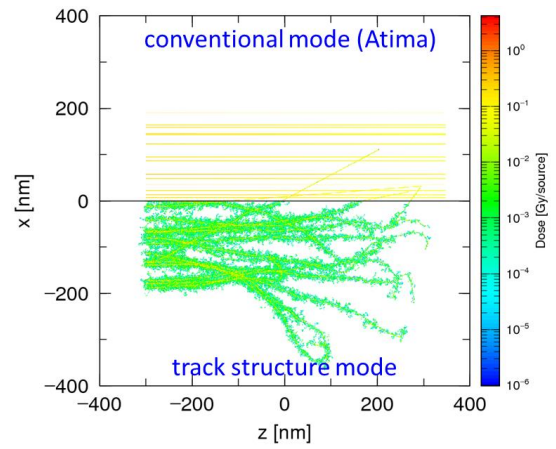

図 **1**. PHITS を利用した陽子線飛跡末端による水へのエネルギー付与についての従来機能と飛跡構造計算機能の比較.

PHITS はこれまで細胞レベルのエネルギー付与計算が限界であったが、飛跡構造計算機能を開発したことで、ミクロな放射線分解・反応が関与する DNA 損傷の推定等への適用が期待される。今後はラジカル反応のような化学過程への接続を目的とした計算結果出力機能の開発等を進める。なお、当該機能を実装した PHITS は、来年度中旬に正式リリースする予定である。

[1] T. Sato et al., JNST 55, 684 (2018). [2] T. Kai et al., RPC 115, 1 (2015).

[3] T. Liamsuwan et al, IJRB 87, 141 (2011). [4] T. Liamsuwan and H. Nikjoo, PMB 58, 673 (2013).

© 2019年 応用物理学会