

凝縮相における低エネルギー電子の微視的放射線作用の研究 — 電子輸送計算法の開発 —

Study of microscopic radiation interaction of low energy electron in condensed phase
— development of electron transport calculation method —

日本原子力研究開発機構¹, 甲斐健師¹, 小川達彦¹, 安部晋一郎¹, 佐藤達彦¹

Japan Atomic Energy Agency¹, Takeshi Kai¹, Tatsuhiko Ogawa¹, Shin-ichiro Abe¹, Tatsuhiko Sato¹

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、放射線作用自体が物質のミクロな物理的現象であるにも関わらず、その主体となる低エネルギー電子の放射線作用が未解明要素を多く含むためである。本研究では、未開発である PHITS の低エネルギー電子挙動計算機能を開発し、ナノスケールの微視的空間領域における放射線作用を PHITS で計算可能にすることを研究目的としている。

凝縮相における低エネルギー電子の微視的放射線作用を模擬するためには飛跡構造コードが有用であり、本研究においても PHITS に実装するための飛跡構造コードの開発に取り組んでいる[2-6]。現在、適用できる物質は水だけであるが、電子のエネルギーが数 meV までの減速過程を計算することが可能である。本計算コードを利用した計算結果の一例として、水中の電子線トラックエンドにおける1次電子線飛跡(初期エネルギー1 keV)と、電離により生じた低エネルギー2次電子飛跡の計算結果を Fig. 1 に示す。この計算結果から、1 keV 電子線は水中で 50 nm 程度進入可能であり、2次電子の挙動は非常に複雑になる。この2次電子は、電離後 300 fs 経過すると親イオンから 10 nm 程度広がる。また、電子の平均エネルギーは 0.7eV 程度であり、そのエネルギー分布は非熱平衡分布を示すことも分かった。

現在、本計算コードを PHITS に実装する作業を進めている。更に、シリコン半導体やシンチレータを中心に、様々な物質に対する電子衝突断面積データを完備することで PHITS における本計算機能の適用範囲を徐々に広げていく予定である。

現在、本計算コードを PHITS に実装する作業を進めている。更に、シリコン半導体やシンチレータを中心に、様々な物質に対する電子衝突断面積データを完備することで PHITS における本計算機能の適用範囲を徐々に広げていく予定である。

[1] T. Sato et al., JNST, 53, 451-458 (2013). [2] T. Kai et al., RPC, 102, 16 (2014), [3] T. Kai et al., RPC, 108, 13 (2015), [4] T. Kai et al., RPC, 115, 1 (2015), [5] T. Kai et al., IJRB, 92, 654 (2016), [6] T. Kai et al., JPCA, 120, 8228 (2016)

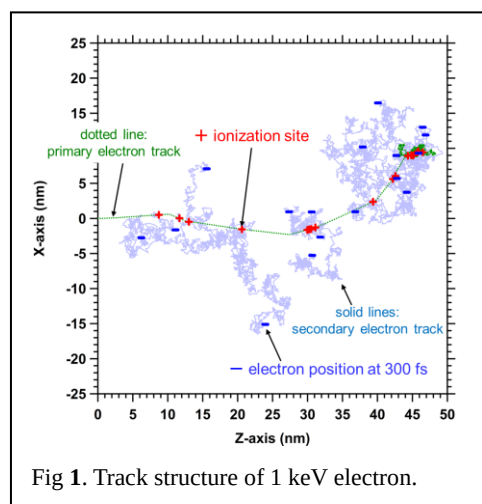


Fig 1. Track structure of 1 keV electron.