

## 高速重イオン衝突による液体内生体分子の分解における二次電子の影響

Influence of secondary electrons on dissociation of biomolecules in liquids by fast heavy-ion collisions

\*土田 秀次, 北島 謙生, 野村 真史, 梶原 章弘, 間嶋 拓也, 斉藤 学

京都大学大学院工学研究

放射線の生体への影響において、生体物質の大部分を占める水分子からの放射線反応物が重要な役割を果たしている。本研究では、高速重イオンによる DNA 損傷について、水分子の電離に伴う二次電子が生体分子損傷に与える影響を考察した。二次電子の発生は LET (線エネルギー付与) に起因し、二次電子の量やエネルギー分布等は LET に相関していることが知られている。本研究の実験では、真空内で生体分子水溶液のマイクロジェットや液滴標的に高速イオンを照射し、反応生成物を飛行時間型二次イオン質量分析した。反応生成物の中で、生体分子損傷に起因する生成物の収量の LET (線エネルギー付与) 依存性を調べた。

**キーワード:** 生体分子, 放射線損傷, 液体, 二次電子, 高速重イオン

### 1. 緒言

生体の放射線作用において、生体物質の媒体となる水分子は、二次電子やラジカルの発生源となり、様々な過程により生体分子の損傷を引き起こす。本研究では、粒子線がん治療に関連する基礎研究として、液体内の生体分子損傷を調べた。高速イオンが生体物質の大部分を占める液体の媒質を通過すると、イオンの飛跡に二次電子が発生する。この二次電子が生体分子に衝突することで引き起こす損傷について、水に対する LET と生体分子損傷度合いの相関を調べた。

### 2. 実験

標的は、真空内液体分子線および液滴法により作製したアミノ酸 (グリシン, プロリン) 水溶液である。この標的に、0.8~6.5 MeV の C イオンを照射する。照射によって液体から放出される二次イオンを、飛行時間型質量分析によって測定する。生体分子からの分解片イオンの収量の入射イオン依存性を調べることで、LET 依存性を得る。LET の評価には、SRIM コードを用いた。

### 3. 結論

用いたアミノ酸分子の照射損傷において、分子の C-C $\alpha$  結合の切断が支配的に生じる。また、複数の結合が切断され、分子の多重分解も生じる。これらの切断に起因する反応生成物の収量を、液体の水に対する LET およびアミノ酸分子に対する LET の依存性を見ると、水に対する LET 依存性と相関があることが分かった。この結果は、LET が媒質から発生する二次電子に関連していることを考慮すると、本研究で注目した C-C $\alpha$  結合の切断が、水分子から発生した二次電子によって引き起こされると考えられる。

### 参考文献

[1] S. Nomura *et al.*, J. Chem. Phys. **147**, 225103 (2017).

\*Hidetsugu Tsuchida, Kensei Kitajima, Shinji Nomura, Akihiro Kajiwara, Takuya Majima and Manabu Saito

Kyoto Univ.