

放射線の局所領域照射で生じる電場とその活用:

重粒子線の生物効果、X線アブレーションへの応用

QST 森林 健悟

放射線を局所領域に照射すると標的内から多くの電子が飛び出して標的の電荷数は非常に大きくなる。この電荷が作る電場により後から飛び出す電子は標的から脱出できなくなり、原子(あるいは、分子)と衝突を繰り返し、電子のエネルギーを標的に付与することが期待できる。本講演では、放射線として重粒子線とX線を取り扱う。

重粒子線は癌治療として利用されており、観測結果の解析から重粒子線の軌道付近で生成する電場によって束縛された電子の線量が治療機構に影響することがわかり、この効果は治療計画に導入されている。しかしながら、何故、影響するのかはよくわかつていないので、これをシミュレーションで解明することを目指している。X線アブレーションシミュレーションの従来のモデルでは、電子温度を取り扱っているが、これは、電子が熱平衡状態になった後、すなわち、照射後、数フェムト秒以降しか取り扱うことができない。本研究では、個々の電子の運動を取り扱うことにより、照射直後から取り扱うことが可能となる。さらに、先の述べた電場による電子の照射領域内から脱出できなくなることより、この領域の電子密度が従来のモデルよりも大きくなり(図1参照)、アブレーションを促進させる可能性を述べる。

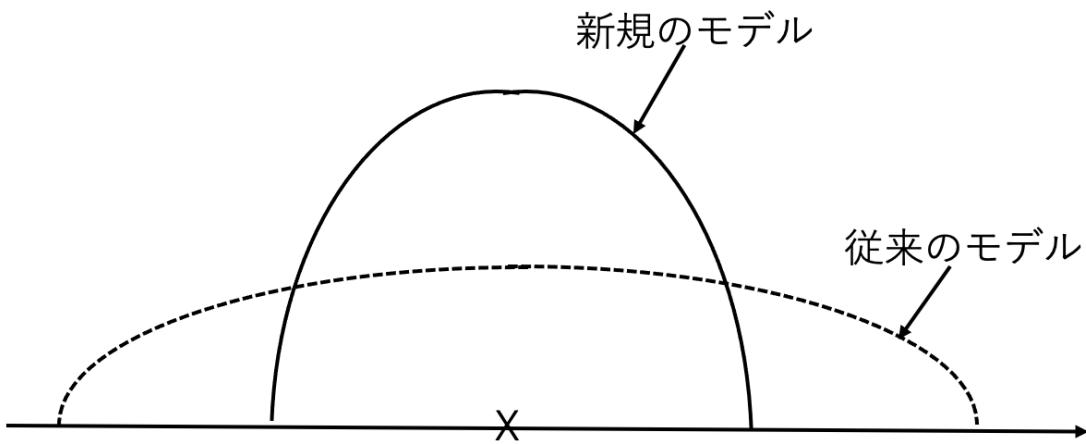


図1 従来のモデル(点線)と新規モデル(実線)の電子密度分布の予想図。Xは照射領域の中心。従来のモデルでは、拡散するのみであるのに対して、新規モデルでは、電場により電子が脱出できなくなり、電子密度を大きくする。

