

点状ガンマ線源周辺における二次電子のエネルギーバランス

神船大^{*1}、松下産機^{*2} 田邊幸治^{*1}、塚原一孝^{*1}、山内知也^{*1}、小田啓二^{*1}、馬場末喜^{*2}
(TANABE Kouji; TSUKAHARA Kazutaka; YAMAUCHI Tomoya; ODA, Keiji; BABA Sueki)

1. はじめに

点状ガンマ線源を用いて各種個人線量計、特に TLD(熱蛍光線量計)や OSL 線量計などの比較的薄い素子を有するものの校正を行う際、上流で発生する過剰な二次電子のため、電子平衡下で計算した値を超える線量になることがある。本研究では、ガンマ線源周辺の二次電子の挙動に注目し、定量的な計算を行うことにより、この“電子コンタミネーション”と呼ばれる現象の解明を試みた。

2. 深部線量曲線

図1は本研究室にてこれまでに得られた結果をまとめたものである。220MBqの¹³⁷Cs 線源から30cm離れた所に置いた TL 素子(松下電器 UD-802P、CaSO₄:15mg/cm²)を用い、この前に置くアルミニウムフォイル厚さを変えて測定した実験結果(黒丸)で、150mg/cm²以上でほぼ一定となる。よく知られた平行ビーム深部線量曲線(厚さとともに増加し、その後飽和する)の形と大きく異なっているので、EGS4コードを用いて発生段階から線の追跡を試みた。その結果、図1の実線のように絶対値の誤差はあるものの減少するパターンになった。これからモンテカルロ計算でも“電子コンタミネーション”を定性的に再現出来ることが確認できた。

3. 二次電子のエネルギーバランス

図1の結果は、点線源を用いた体系では物質表面層で電子平衡が成り立っていないことを意味している。そこで、球体系(点線源)と平行(無限)平板体系(平行ビーム)における各領域の二次電子のエネルギーバランスを計算してみた。なお、異媒質効果除去のために線源及び物質は密度 1000mg/cm³の空気等価物質とし、また空気密度は 1mg/cm³と仮定した。図2はこの計算の結果をまとめたものである。図中、R_{in}(点線)は点線源体系で各領域に入る電子のエネルギー(radiant energy)、R_{out}(実線)は領域から出て行く電子のそれである。両者を比較すると、線源境界から空気層に移ると R_{out}>R_{in}となり、空気層と空気等価物質境界付近では R_{out}<R_{in}となりいずれも電子平衡が乱されている。これは高密度領域から低密度領域に電子が多く漏れ、その電子が下流の高密度領域に高い線量を与えているためだと考えられる。放射線場が一樣ならば、Fanoの原理により、平板体系(平行ビーム、図中破線)のように密度の変化に依存せず電子平衡が成り立つはずである。よって、この点線源(球体系)特有の電子場の乱れが“電子コンタミネーション”の原因だと考えられる。

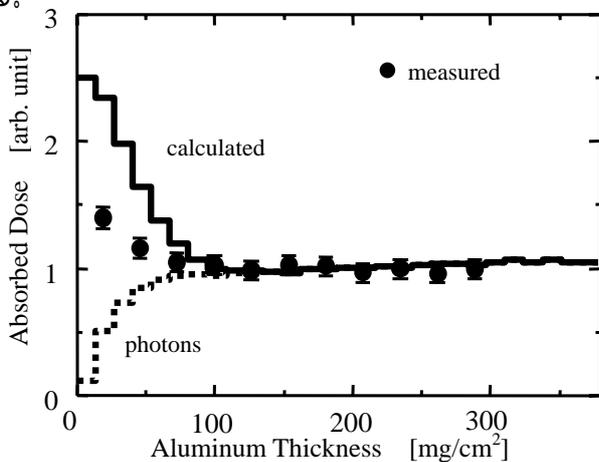


図1 点状線源周辺の深部線量曲線

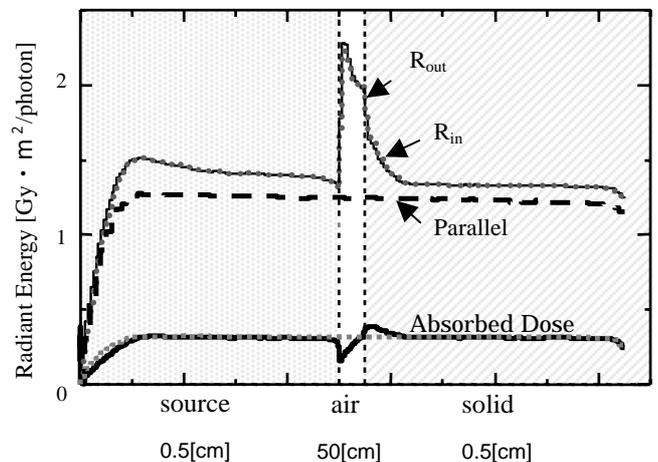


図2 エネルギーバランス