

3"φ×3"NaI(Tl)スペクトロメータによる屋内宇宙線線量率測定法の要約

放射線地学研究所 湊 進 (2019年7月1日：2020年6月25日増補)

日本の海面高度近傍の建物内あるいは地下の宇宙線線量率と 3"φ球形 NaI(Tl)シンチレーション・カウンターの波高 3~∞MeV の計数率の関係は下記文献に詳述されている。

湊 進、高森和英、池辺幸正 (1983) 3"φ 球形シンチレーション・カウンターによる屋内宇宙線線量測定法、名古屋工業技術試験所報告、**32**: 14-25.

Minato,S., Minakuchi,S. (1984) Measurements of cosmic-ray exposure rate perturbations by building materials, *Health Physics*, **46**: 1134-1136.

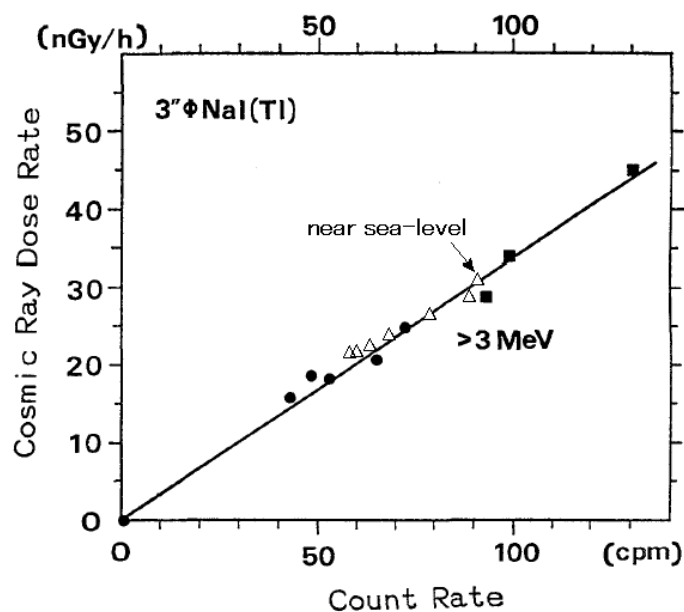
上記の二つの文献では線量率-計数率関係を異なった近似式で表現しているが、纏めると以下のようなになる。

$$D/D_0 = 0.387\exp(0.944C/C_0) \quad (C_0 \geq C \geq 0.639C_0)$$

$$D/D_0 = 1.11C/C_0 \quad (0 \leq C < 0.639C_0)$$

D と C は線量率と計数率である。添え字 0 は屋外値を表す。3"φ球形 NaI シンチレーション・カウンターの計数率から上の関係式を使って屋内あるいは地下における宇宙線線量率を評価できる。上の関係の妥当性は長岡らの電離箱測定により確認されている。

長岡 鋭、森内 茂、坂本隆一、斎藤公明、堤 正博 (1995) 3"φ球形 NaI(Tl)シンチレーション検出器を用いた屋内宇宙線線量率の簡便測定法、*保健物理*、**30**: 9-14



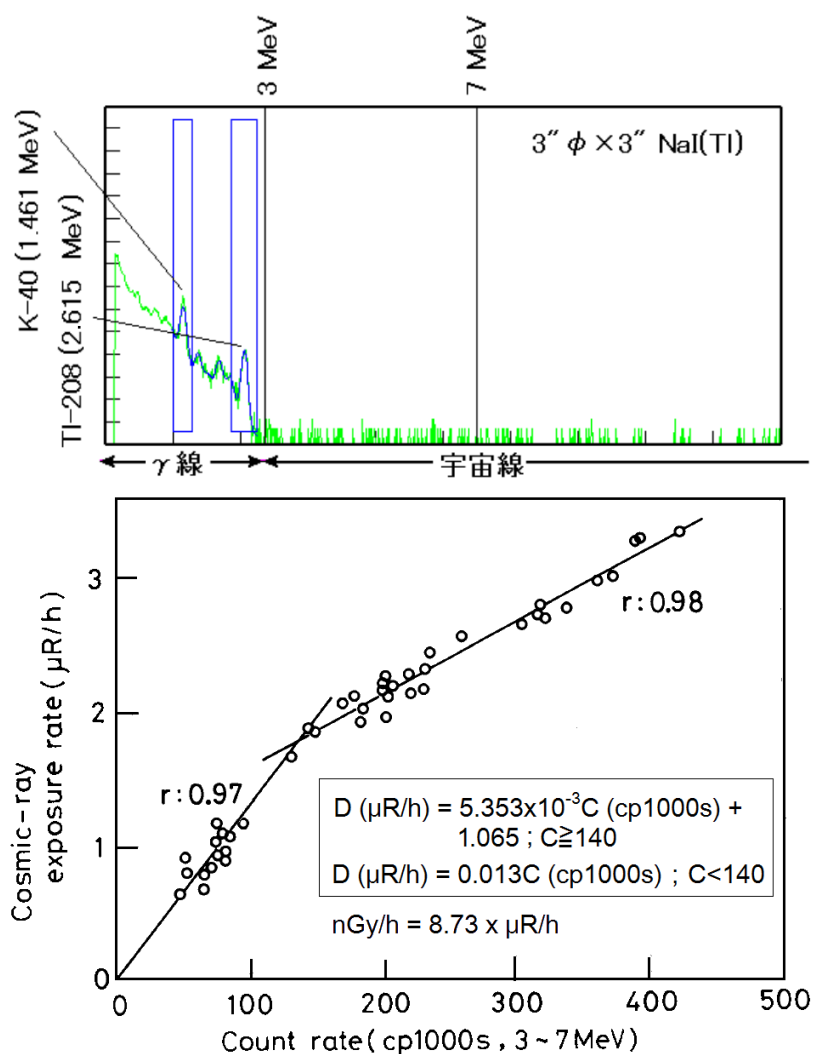
■ : measured outdoor, ● : measured indoor,
△ : calculated by MINATO *et al.*

ただし、波高値が 3~∞MeV の範囲であれば、任意の寸法の球形および円柱形 NaI あるいはプラスチックシンチレータに対して放地研の計算プログラム CRUG および NaIcrU,あるいはPcrUにより計数率-線量率換算係数を概算できる。

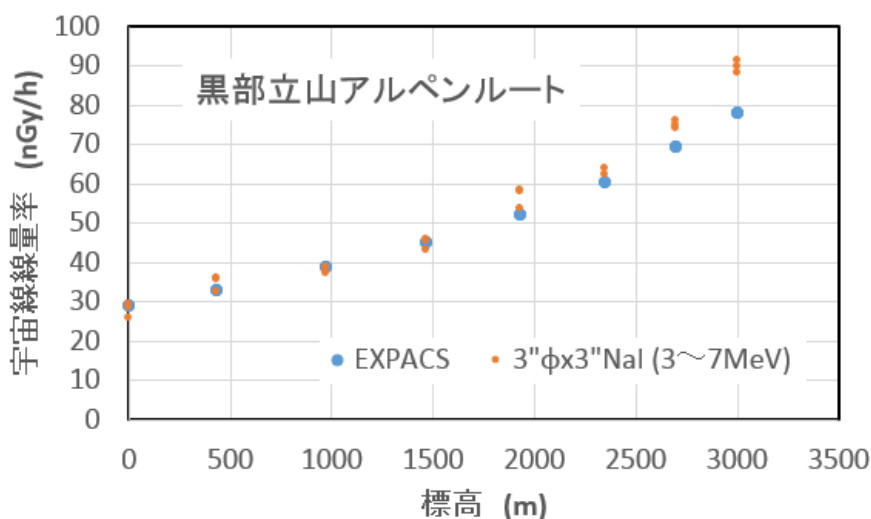
しかし、スペクトル解析に有用な市販の NaI(Tl)スペクトロメータは 3"φ×3"円柱形が主流であり、測定範囲も数 MeV 程度までが普通である。これにより測定された計数率から宇宙線線量率を導出するには、3"φ球形 NaI との同時測定により換算係数を前もって求めておかなければならない。

通常の建屋内外や名古屋市営地下鉄ホームにおいて 3"φ球形 NaI で校正した 6"φ球形プラスチック・シンチレーション・カウンターとの同時測定により 3"φ×3"NaI の 3~7 MeV の 1000 秒当たりの計数率 (cp1000s) を値付けしたものが下図である。チャンネルエネルギー校正には K-40 と Tl-208 のピークを使用している。

松田秀晴、湊 進 (1991) 種々の生活環境における自然空間放射線線量率の測定 (第 3 報) ポータブル型スペクトロメータの諸特性、名古屋工業技術試験所報告、40 : 407-416



上図中の経験式は、屋外測定に対して標高 3000m くらいまで有効である。

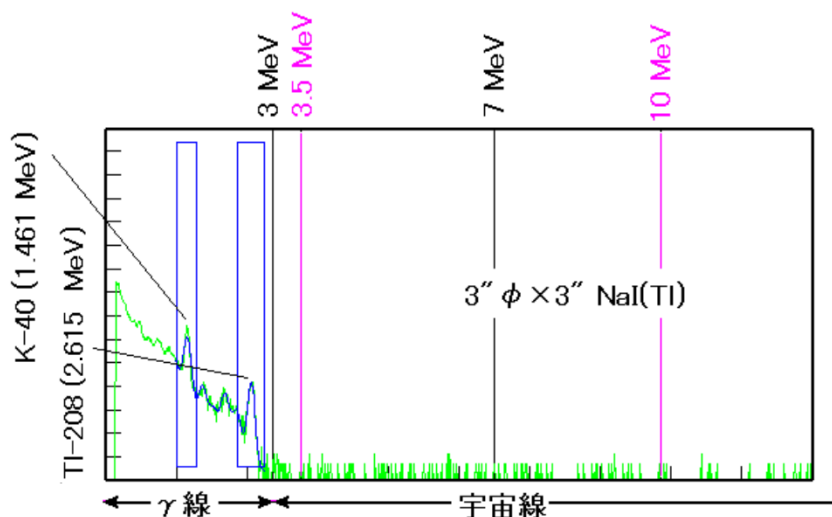


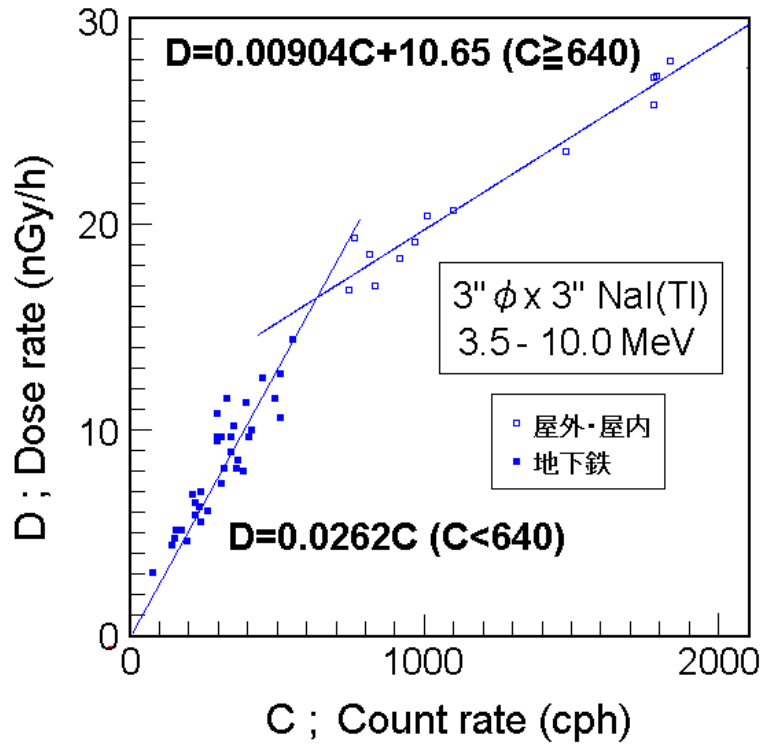
豊福 隆、竹井祐二、田島秀晃ほか (2005) 黒部立山アルペンルートにおける二次宇宙線線量率の高度変化, 保健物理学会第 39 回研究発表会要旨集, P-12

EXPACS Homepage, <https://phits.jaea.go.jp/expacs/jpn.html>

ここでは 3~7 MeV の範囲を対象としたが、感度を上げるために範囲を変更してもよい。以下は範囲を 3.5~10 MeV にした場合の事例である。上図の 3~7 MeV の変換直線を利用して新たな変換直線を求めることができる。下限値を 3.0 MeV から 3.5 MeV に引き上げた理由は、自然γ線放出核種であるトリウム系列の Tl-208 の 3.2 MeV のサムピークが僅かながら寄与することが分かったからである。

湊 進、鈴木敬一 (2011) 大深度地下の宇宙線に対する 3" φ x 3" NaI(Tl) 計数率-線量率の換算式、放地研特別寄稿シリーズ SCS-0068、放射線地学研究所





ここでは簡便法により 3" ϕ x 3" NaI(Tl) の 3.5~10 MeV の 1 時間当たりの計数率 (cph) と宇宙線線量率を関連づけた。将来は電離箱や TLD, ガラス線量計などの線量測定器により大型建造物内や地下深い地点まで同時測定して、より精度の高い換算係数を求めるのが望ましい。