

## 演題番号. Search for Reasons of Incidence of Lung Cancers by Measurement of Environmental Radiation based on Cherenkov Detection

Hiroshi Ito<sup>1)</sup>, Hideyuki Kawai<sup>1)</sup>, Satoshi Kodama<sup>1)</sup>, Atsushi Kobayashi<sup>1)</sup>, Takahiro Mizuno<sup>1)</sup>, and Makoto Tabata<sup>1)</sup>

1) Graduate School of Science, Chiba University

### 1. 背景・目的

我々は福島県沖漁業復興のための即時<sup>90</sup>Sr放射能測定器(リアルタイムストロンチウムカウンター)を開発した<sup>1)</sup>. これはチェレンコフ放射に基づいた閾値型検出器で自然界の<sup>40</sup>Kから放射される1.31 MeV以下の低エネルギーのベータ線, <sup>222</sup>Rnなどの $\alpha$ 線, コンプトン散乱電子の運動エネルギーが最大1.31 MeVとなるガンマ線などには感度を持たない. 宇宙線ミュオンによる事象は装置を覆うように配置したシンチレーション検出器で除去している. 線源を入れていない背景雑音が数百cphの頻度で観測されたが, 電気的な雑音だけでは説明できない. リアルタイムストロンチウムカウンターの周りを鉛ブロックで遮蔽すると明らかに雑音頻度が下がった. 装置内または外の空気に高エネルギーベータ線またはガンマ線を放出する核種が存在する可能性がある.

### 2. 方法

空気中に存在する核種を同定するためにBGOシンチレーション検出器でエネルギーを観測した. 宇宙線ミュオンがBGO結晶を通過する事象はBGOシンチレータの上部と側面にプラスチックシンチレータ検出器を配置した. Fig. 1にセットアップを示す.

### 3. 結果・考察

Fig. 2にBGOシンチレータを用いて得られたエネルギー分布を示す. 宇宙線による事象は解析上で排除されている. この分布では1.12, 1.46, 1.76 MeVにピークエネルギーが観測された. ここで1.46 MeVは<sup>40</sup>Kからのガンマ線で説明できる. <sup>40</sup>Kはコンクリートに含まれていることがよく知られている. 空気中で1.12, 1.76 MeVのガンマ線と1.31 MeV以上の高エネルギーのベータ線を放出する核種は<sup>214</sup>Biであると考えられる. GEANT4モンテカルロシミュレーションによってBGO内のガンマ線エネルギー分布を再現している. 青線が実測値, 赤が<sup>214</sup>Bi, 緑が<sup>40</sup>Kによるガンマ線のエネルギー分布, 破線はトリガーの閾値である. ここでBGOのエネルギー分解能約5%( $\sigma$ )を乱数に導入して計算され, ピークエネルギーと幅が一致した.

<sup>214</sup>Biは<sup>222</sup>Raから<sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pbの崩壊を経て生成される核種(半減期19.9分)である. 親核の半減期はそれぞれ<sup>222</sup>Rn: 3.8日, <sup>218</sup>Po: 3.1分, <sup>214</sup>Pb: 26.8分なので, これらは次第に放射平衡状態になる. <sup>222</sup>Rnは気体なので吸入による被曝線量は年間1.1 mSvと評価されている. 娘, 孫娘核は固体なので吸入しないと考えられてきた. しかし固体だからといって崩壊後直ぐに地面に落ちるのではなく空気中に漂っている可能性がある. これが真実ならラド

ンの娘, 孫娘核も吸入していることになり, 自然放射能による被曝線量は過小評価されていることになる.

非喫煙者の肺がん発症は環境中放射能である<sup>222</sup>Rnが影響していると考えられている<sup>2, 3)</sup>. 北海道と西日本にラドンの集中が報告され<sup>4, 5)</sup>, 肺がん発生率分布は男女共に一致している<sup>6)</sup>. しかしラドンの被曝線量だけでは肺がんだけが有意に発症することは説明できなかった.  $\alpha$ 線を放出する<sup>218</sup>Po, <sup>214</sup>Pb, <sup>214</sup>Poの吸入を含めた場合, 2-5倍多く被曝することになるので空気吸入による自然の肺発症が説明できる.

### 4. 結論

リアルタイムストロンチウム90カウンターの背景雑音の中に空気中からの高エネルギーベータ線を観測した. 空気中の放射性核種を同定するためにBGOシンチレーション検出器を用いて1.12, 1.76 MeVのガンマ線を観測し, <sup>214</sup>Biを同定した. 空気中における<sup>214</sup>Biの存在は今までの自然放射能による被曝線量推定値の改正を要求し, 非喫煙者の肺がん発症の原因を定量的に探索する方法を提示した.

### 参考文献

- 1) H. Ito et al., JPS Conf. Proc. 11, 070002 (2016).
- 2) H. Choi and P. Mazzone, Clev. Clin. J. Med. 81, 567-575 (2014).
- 3) J. Subramanian and R. Govindan, J. Clin. Oncol. 25, 561-570 (2007).
- 4) K. Fujimoto et al., Jpn. J. Helt. Phys. 32,41-52 (1997)
- 5) S. Abe et al., J. Nucl. Sci. & Tech. 18, 21-45 (1981).
- 6) 松田智大, 全国患者モニタリング集計(MCIJ)2011年患者数・率報告, 国立がん研究センター, 2011.

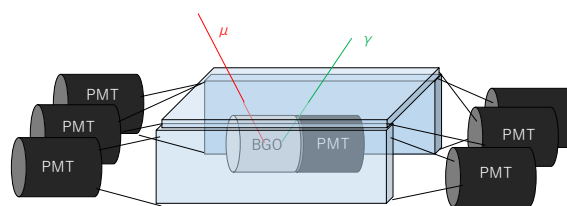


Fig. 1 Setup. A BGO scintillator with a 50-mm diameter and 50-mm depth was connect to a PMT. The plastic scintillation counters were placed to cover the BGO detector.

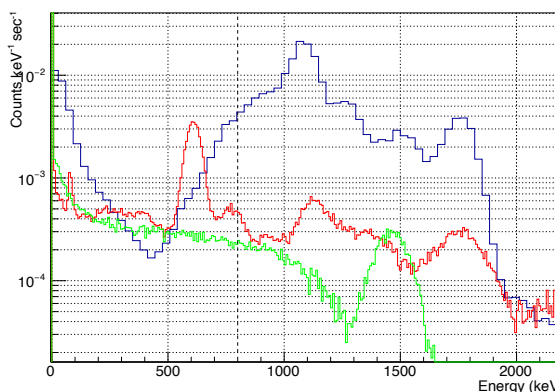


Fig. 2 Result of energy spectroscopy in the BGO scintillation detector. Blue, red, and green line are data, <sup>214</sup>Bi, and <sup>40</sup>K by GEANT4, respectively. Dashed line represents a threshold energy.

演題名:チェレンコフ検出を基にした環境放射能測定による肺がん発症の原因探索

所属: 1) 千葉大学理学研究科

代表著者[連絡先住所]・e-mail:

伊藤博士 [〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町1-33理学部1号棟317A]・hiroshi@hepburn.s.chiba-u.ac.jp