

富士山登山時の放射線を測る

松澤孝男¹、矢島千秋¹、保田浩志¹

1. 放射線医学総合研究所

1. はじめに

2006年以來、毎年富士山に登っています。そのつど簡易放射線測定器を携行し登山時、山頂滞在時、および下山時の放射線強度を測定し紹介してきました。しかし、毎回、携行する機種が異なりました。今年(2014年)度は登山時および下山時の放射線が測定器によりどのように異なって観測されるか、手元にある簡易放射線測定器を全部持って富士山登山を行いました。使用した測定器はいずれも東北大震災後開発されたTAC社の製品です。

使用した機器

GM管式簡易放射線測定器	T-GMK2-G (GPS)	検出器	GM管 SMB-20
同上	T-Mu1-G (GPS)	検出器	GM管 SMB-20
CsI(Tl)シンチレータ式簡易放射線測定器、	T-GMK2-S	検出器	1x1x3 cm ³ CsI(Tl)
CsI(Tl)シンチレータ式簡易放射線測定器、	T-GMK2-S-1	検出器	1インチ角 CsI(Tl)
GM管2本による同時計数回路、	T-Mu1	検出器	GM管 SMB-20
GM管3本による同時計数回路	T-Mu2-3GM	検出器	GM管 j408

測定期日：2014年8月18日～19日

出発地：御殿場市(標高約457m)、到着最高地点：富士山頂(剣が峰)三角点(標高3776m)および旧富士山測候所、最終帰着地：茨城県ひたちなか市(標高約25m)

山頂の旧富士山測候所には、8月18日10時～8月19日10時までほぼ1日(24時間)滞りました。

2. GM管による簡易放射線測定器, T-Mu1-G (GPS付)

GM管SMB-20を用いたGM管式簡易放射線器T-Mu1-Gによる御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の2014年8月18日～19日の2日間(48時間)の計数率を図1に示します。計数率の単位は10分間あたりの計数[count/10min]([cp10m])と略記です。

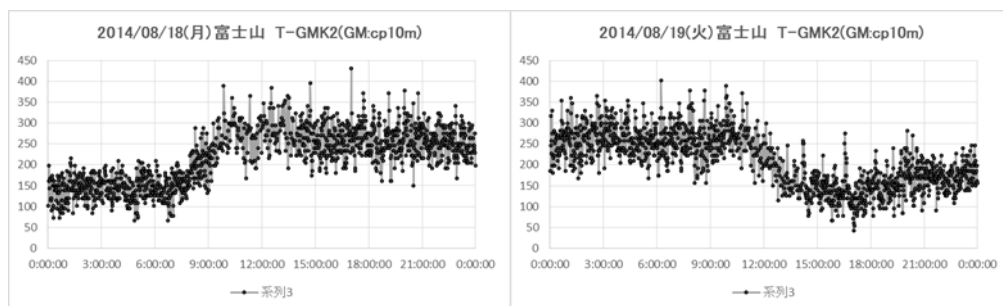


図1 GM管式簡易放射線器T-Mu1-G (GPS付)による富士山登山時の登り(左)、下り(右)の放射線強度(計数率)の変化、縦軸：計数率(10分間あたりの計数、[count/10min]、[cp10m])

GM管による簡易放射線測定ですが、登高による環境放射線の増加を明確に捉えています。8月19日下山後18時以降の計数率の増加は常磐線乗車時の列車内の計数率の増加を捉えたものです。列車走行時、僅かな計数率の上昇が記録されています。常磐線沿線の千葉県柏市・安孫子市周辺および茨城県ひたちなか市周辺では原発事故から3年以上過ぎても未だに2011年3月の東電福島第1原子力発電所の事故の際の放射性物質の通過の痕跡が検出されることを示しています。

3. MPPC と $1 \times 1 \times 3 \text{ cm}^3$ CsI(Tl) シンチレータを用いた簡易放射線測定器、T-GMK2-S

MPPC (Multi-Pixel Photon Counter) と CsI(Tl) シンチレータを用いた簡易放射線測定器 T-GMK2-S による御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の 2014 年 8 月 18 日～19 日の 2 日間 (48 時間) の計数率を図 2 に示します。シンチレータの大きさは $1 \times 1 \times 3 \text{ cm}^3$ です。計数率の単位は 1 秒間あたりの計数 [count/sec] ([cps] と略記) です。図 1 の GM 管による測定のとくのような登高による環境放射線の増加を明確には捉えていません。8 月 18 日の 0 時～4 時 30 分の御殿場市のビジネスホテルの室内の計数率のほう、それ以後の登山時および 8 月 18 日 10 時～8 月 19 日 10 時までのほぼ 1 日間の富士山頂滞在時の放射線の計数率より高く現れています。8 月 18 日 10 時～10 時 30 分の大きなピークは放射線測定器一式の入ったアタッシュケースを富士山頂の三角点付近に置いたときのものです。放射線測定器と地面、岩石、コンクリートとの距離が一時的にゼロ (数 cm～10 数 cm) に接近した時のものです。8 月 19 日朝 8 時～10 時の緩やかなピークは、出発準備の整ったあと、測定器の入った荷物を測候所の周辺の地面に置いたことによる放射線測定器と地面、岩石、コンクリートとの距離が一時的にゼロ (数 cm～10 数 cm) に接近したものです。8 月 19 日 14 時以降のものは、JR 御殿場駅周辺の飲食店利用時のもの、また 18 時以降の 2011 年 3 月の東電福島第 1 原子力原子力発電所の事故の際の放射性物質の通過の痕跡ものは、JR 常磐線 (上野～勝田駅間) およびひたちなか市内のものです。18 時 20 分以降の計数率の増加は柏市、我孫子市等通過時にを列車内の計数率の増加として捉えたものです。僅かですが図 1 の GM 管式の簡易放射線測定器より計数率の増加を明確に検出されています。8 月 18 日朝のビジネスホテル室内と富士山頂との比較は、山頂のほうは感度が低いというより、GM 管より T-GMK2-S のほうがビジネスホテルの壁の自然放射線や常磐線沿線の福島原発事故由来の核種に対する検出効率が低いと言改めるべきでしょう。

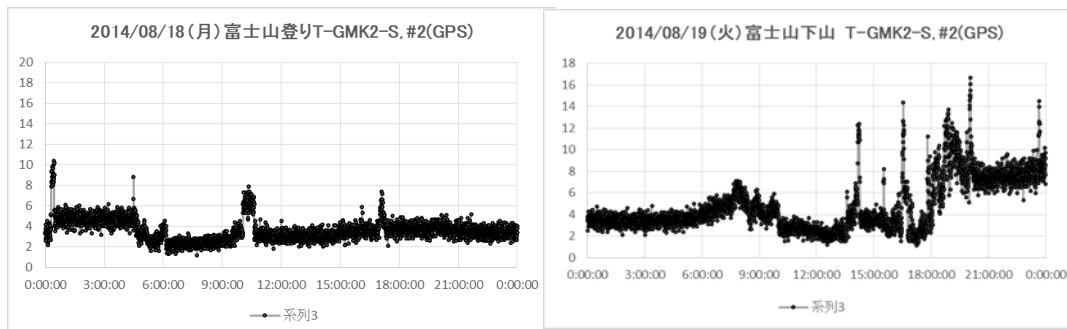


図 2 MPPC と $1 \times 1 \times 3 \text{ cm}^3$ の CsI(Tl) シンチレータ式簡易放射線測定器 T-GMK2-S による富士山登山時の登り (左)、下り (右) の放射線強度、縦軸：計数率、単位 cps、横軸は時刻

4. MPPC と 1 インチ角 CsI(Tl) による簡易放射線測定器、T-GMK2-S-1

検出器のシンチレータを大きくした MPPC と 1 インチ角の CsI(Tl) シンチレータを用いた簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 による御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の 2014 年 8 月 18 日～19 日の 2 日間 (48 時間) の計数率を図 4 に示します。計数率の単位は 1 秒間あたりの計数 [count/sec] ([cps] です。

T-GMK2-S-1 では、ガンマ線スペクトルのほか、計数率を $E > 3 \text{ MeV}$ と $E < 3 \text{ MeV}$ の二つのエネルギー領域に分けて計数率を記録できます。 $E > 3 \text{ MeV}$ の計数率を高エネルギー側、 $E < 3 \text{ MeV}$ の計数率を低エネルギー側とします。

4. 1 簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 の低エネルギー部分の計数率 ($E < 3 \text{ MeV}$)

図 3 は低エネルギー部分の計数率 ($E < 3 \text{ MeV}$) の測定結果です。図 2 と同じように図 1 の GM 管による測定のとくのような登高による環境放射線の増加を明確には捉えていません。8 月 18 日の 0 時～4 時 30 分の御殿場市のビジネスホテルの室内の計数率のほう、それ以後の登山時および富士山頂滞在時の放射線の計数率より高く現れています。測定ピークの説明等は図 2 の説明と同じです。

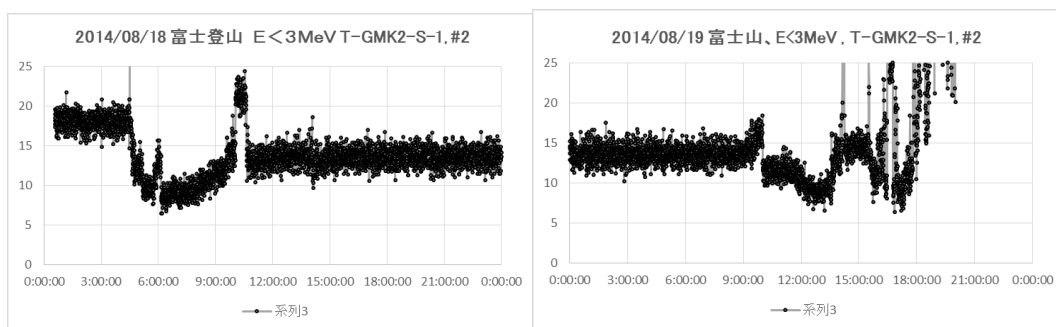


図3 MPPC と 1 インチ角の CsI(Tl) シンチレータ式簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 による富士山登山時の登り (左)、下り (右) の低エネルギー成分の計数率、単位 [cps] ($E < 3 \text{ MeV}$)、縦軸：計数率 [cps]、横軸は時刻

4. 2 簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 の低エネルギー部分 ($E < 3 \text{ MeV}$) の概算線量率

MPPC と 1 インチ角のシンチレータ式簡易放射線検出器 T-GMK2-S-1 にも簡易スペクトルメーターの機能があり、各エネルギー領域ごとに適当な係数を掛けそれを加することにより概算の線量率を求める機能があります。図4は、計数率を求めると同時に自動的に求めた概算の線量率です。単位は [$\mu \text{ Sv/h}$] です。

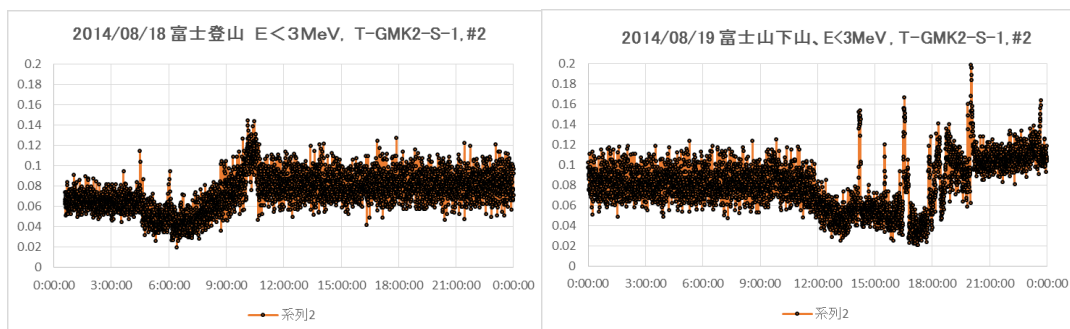


図4 MPPC と 1 インチ角の CsI(Tl) シンチレータ式簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 のガンマ線のスペクトルの測定値より算出した富士山登山時の登り (左)、下り (右) の概算の線量率、単位 [$\mu \text{ Sv/h}$]、横軸は時刻

4. 3 簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 の高エネルギー部分の計数率 ($E > 3 \text{ MeV}$)

MPPC と 1 インチ角の CsI(Tl) シンチレータを用いた簡易放射線測定器 T-GMK2-S による御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の 2014 年 8 月 18 日～19 日の 2 日間 (48 時間) の高エネルギー側 ($E > 3 \text{ MeV}$) の計数率を図5に示します。同時計数回路と異なり放射線の方位は決められません。計数率の単位は 1 分間あたりの計数 [count/min] ([cpm] と略記) です。図1の GM 管 1 本による測定の結果と似たグラフになりましたが、図2、図3に現れた 8 月 19 日 14 時以降の JR 御殿場駅周辺の飲食店利用時や 18 時以降の JR 常磐線 (上野～勝田駅間) およびひたちなか市内の東電福島第 1 原子力発電所の事故の際の放射性物質の通過の痕跡は検出されませんでした。原発事故の際大気中に放出された Cs-134, Cs-137 等の FP のガンマ線のエネルギーは大部分の核種のガンマ線エネルギーが 3MeV 未満で T-GMK2-S-1 の高エネルギー部分 ($E > 3 \text{ MeV}$) の計数率の測定では検出されない、すなわち検出された放射線は $E > 3 \text{ MeV}$ でその主成分は 2 次宇宙線と考えられます。

5. GM 管 2 本と AND 回路による簡易同時計数回路、T-Mu1 による計数率測定

GM 管 SMB-20 を 2 本とロジック IC の AND 回路を用いた簡易同時計数回路 (天頂方向測定) による御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の 2014 年 8 月 18 日～19 日の 2 日間 (48 時間)

の計数率を図6に示します。この簡易同時計数回路 T-Mu1 は富士山旧測候所で通年の2次宇宙線観測を行っている測定器と同じ仕様です。図1のGM管1本による測定の結果と似たグラフになりましたが、図2、図3に現れた8月19日14時以降のJR御殿場駅周辺の飲食店利用時や18時以降のJR常磐線（上野～勝田駅間）およびひたちなか市内の東電福島第1原子力原子力発電所の事故の際の放射性物質の通過の痕跡は検出されませんでした。T-Mu1の同時計数回路としての機能が正常に働いて天頂方向よりの2次宇宙線のみを検出しているためと思われます。

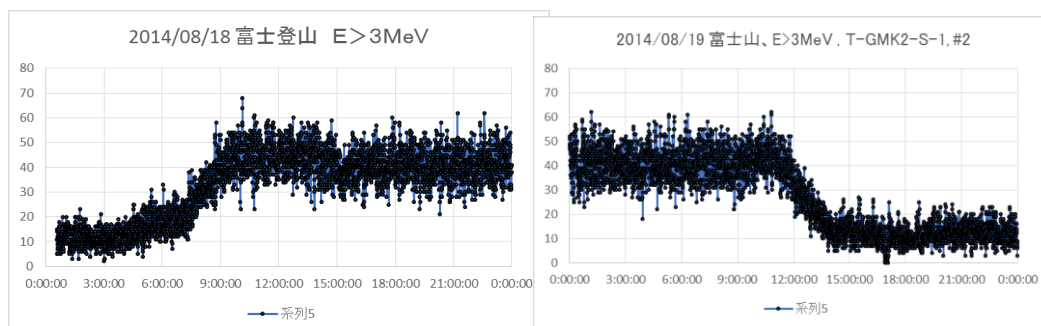


図5 MPPC と 1 インチ角の CsI(Tl)シンチレータ式簡易放射線測定器 T-GMK2-S-1 による富士山登山時の登り(左)、下り(右)の高エネルギー成分の放射線強度 ($E > 3\text{MeV}$)、縦軸: 計数率 [cpm]、横軸は時刻

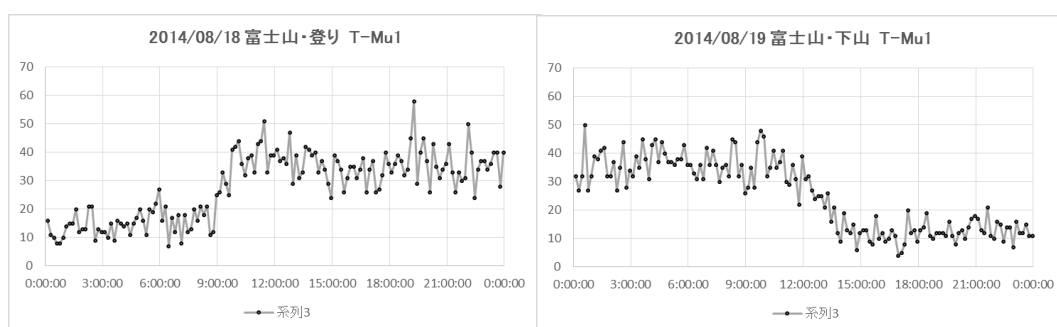


図6 GM 管 SMB-20 を 2 本と AND 回路による簡易同時計数回路 T-Mu1 による富士山登山時の登り(左)、下り(右)の計数率、縦軸: 計数率 (10 分間あたりの計数、[count/10min]、[cp10m] と略記)、横軸は時刻

6. まとめ

GM 管式簡易放射線測定器 T-GMK2-G (GPS)、T-Mu1-G (GPS)、MPPC と CsI(Tl)シンチレータを用いた簡易放射線測定器 T-GMK2-S、T-GMK2-S-1、および GM 管と AND 回路による簡易同時計数回路 T-Mu1、T-Mu2-3GM により御殿場市～富士山頂～御殿場市～茨城県ひたちなか市の 2014 年 8 月 18 日～19 日の 2 日間 (48 時間) の計数率および概算の線量率を測定しました。

検出器が GM 管か CsI(Tl) および、計数率の測定なのか概算の線量率、また対象エネルギーおよび測定方式 (同時計数回路か) 等により得られる測定グラフは異なりました。それぞれに正しく、それぞれの測定に意義があります。ガンマ線の高エネルギー成分を分離して測る T-GMK2-S-1 の機能と、同時計数回路で特定方向よりの高エネルギー(粒子)成分を測る T-Mu1 および T-Mu2-3GM の機能が放射線測定とその解釈を多彩なものにしてくれると思います。昨年来の富士山頂における T-Mu1 による宇宙線の連続測定が単なる思いこみや雑音の測定ではなく、地上(平地)におけるバックグラウンドではない 2 次宇宙線の測定になっていたという傍証にはなると思います。

*連絡先: 松澤孝男 (Takao MATSUZAWA)、matsuzawa_2000@yahoo.co.jp