

モンゴル国ウランバートル市での 環境ガンマ線探査

岩田昭夫

(技術士事務所 ヒューマンアンドジオサイエンス)

モンゴル国ウランバートル市での環境ガンマ線探査

岩田昭夫

(技術士事務所 ヒューマンアンドジオサイエンス)

An environmental gamma-ray survey in Ulaanbaatar Mongolia

Akio Iwata

(Office of JPE Human and Geoscience)

1. はじめに

本報は、社団法人物理探査学会第 114 回学術講演会論文集 (2006 年 5 月) の内容を改訂、追記したものである。

「現在世界中で問題となっている環境放射線の健康影響問題」¹⁾への取り組みの一環として、環境ガンマ線探査という新しい探査概念を提案する。保健物理学では、放射線の人体に対する影響は線量当量 (単位 Sv) で表す^{2) 3) 4)}。しかし、個々のガンマ線が人体に「確率的影響」を与えうるとの立場⁵⁾から、環境ガンマ線探査では、その存在数を示す物理量 (カウント数) を測定単位として用いる。

2. 環境ガンマ線の定義

環境ガンマ線とは、自然界に以前から存在するガンマ線と、人間活動で増加したガンマ線の和と定義する。人間活動で増加したガンマ線には、大別して次の 2 つのものがある。

①医療・軍事関係、原子力発電所、各種研究機関等で取り扱われるガンマ線源から発生するもの。

②コンクリート、石材等の建材や、その他各種工業製品等から発生するもの。

①は厳重に制御されたガンマ線 (Strictly controlled gamma-ray)、②は制御されていないガンマ線 (Uncontrollable gamma-ray) と定義する。自然界に以前から存在するガンマ線は、自然ガンマ線 (Natural gamma-ray) と呼ぶ (Fig.1)。

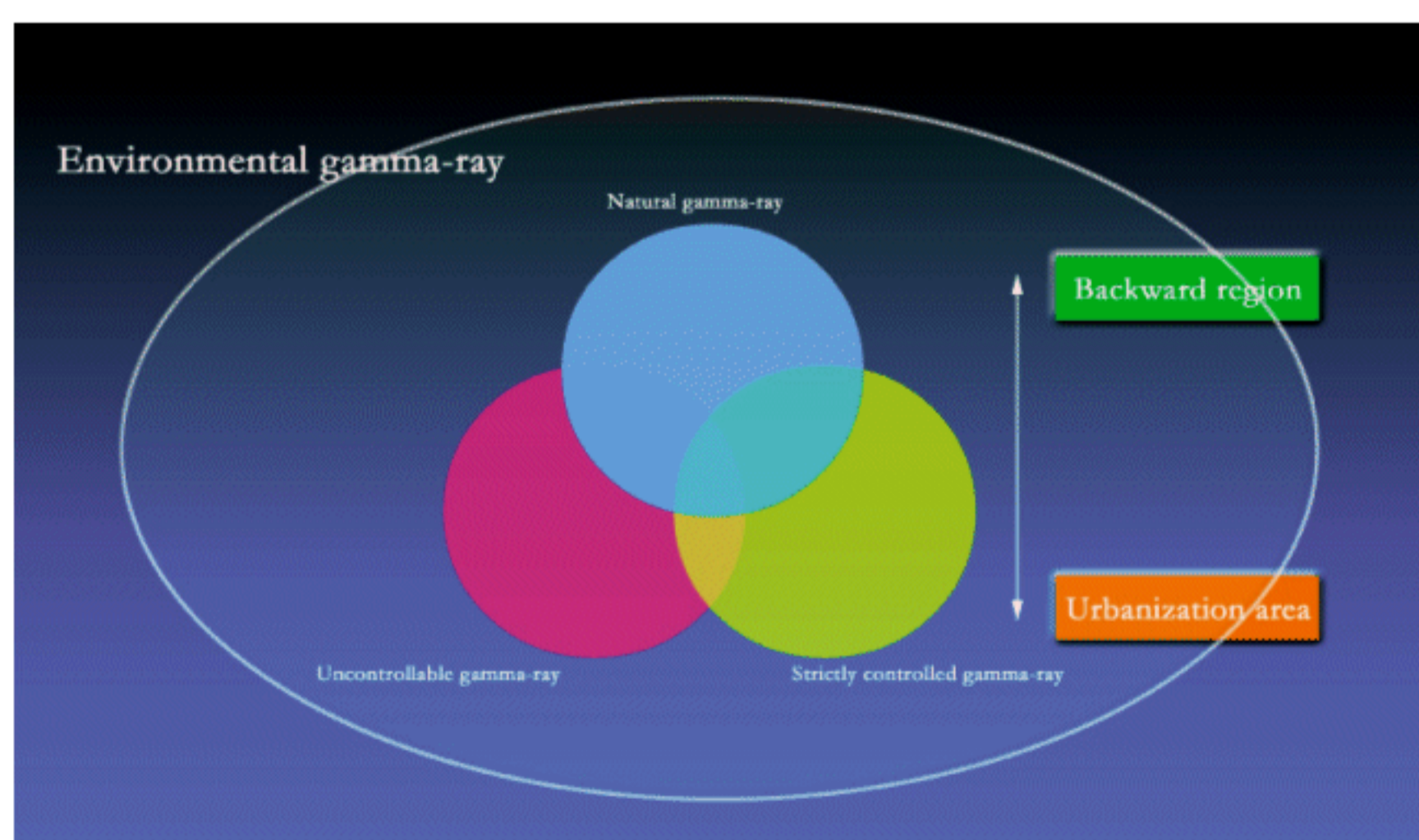


Fig.1 The concept of the environmental gamma-ray

環境ガンマ線探査のターゲットには、次のようなものがある。

- ・生活空間におけるガンマ線の量.
- ・制御されていないガンマ線の発生源.
- ・紛失あるいは不法に取り扱われているガンマ線源.
- ・軍事作戦等で散逸したガンマ線源.

3. ウランバートル市

国土面積 1,564,100km² (日本の約4倍)を有するモンゴル国の首都.市の面積は1,359km²で,標高は約1,350m.国民総人口2,533,100人(2004年統計)のうち928,500人(2004年統計)が集中している.東西方向性の盆地沿いに発展しており,市の中心部では第四紀砂礫層が厚く堆積している.

街並みは重厚な低層建造物と高層アパート,そして広い道路などが計画的に配置されたいわゆるソ連式.近年では海外資本による高級マンションの建設も目に付くようになった.

4. 探査位置・方法

4.1 探査位置

ウランバートル市中心部,政府宮殿を取り囲む0.21km²の範囲(Fig.2).この範囲内には各省庁,大学,博物館,銀行,ホテルそして各国大使館などの重要建造物が集中している.測点は,主要道路沿いの歩道上に約50m間隔で設定(41点).定点は,キューバ大使館と旧国際貿易センターに囲まれた中庭の中央部に設定した.これ以外に,旧国際貿易センタービルの1室(1階フロアー)に測点を設定した.

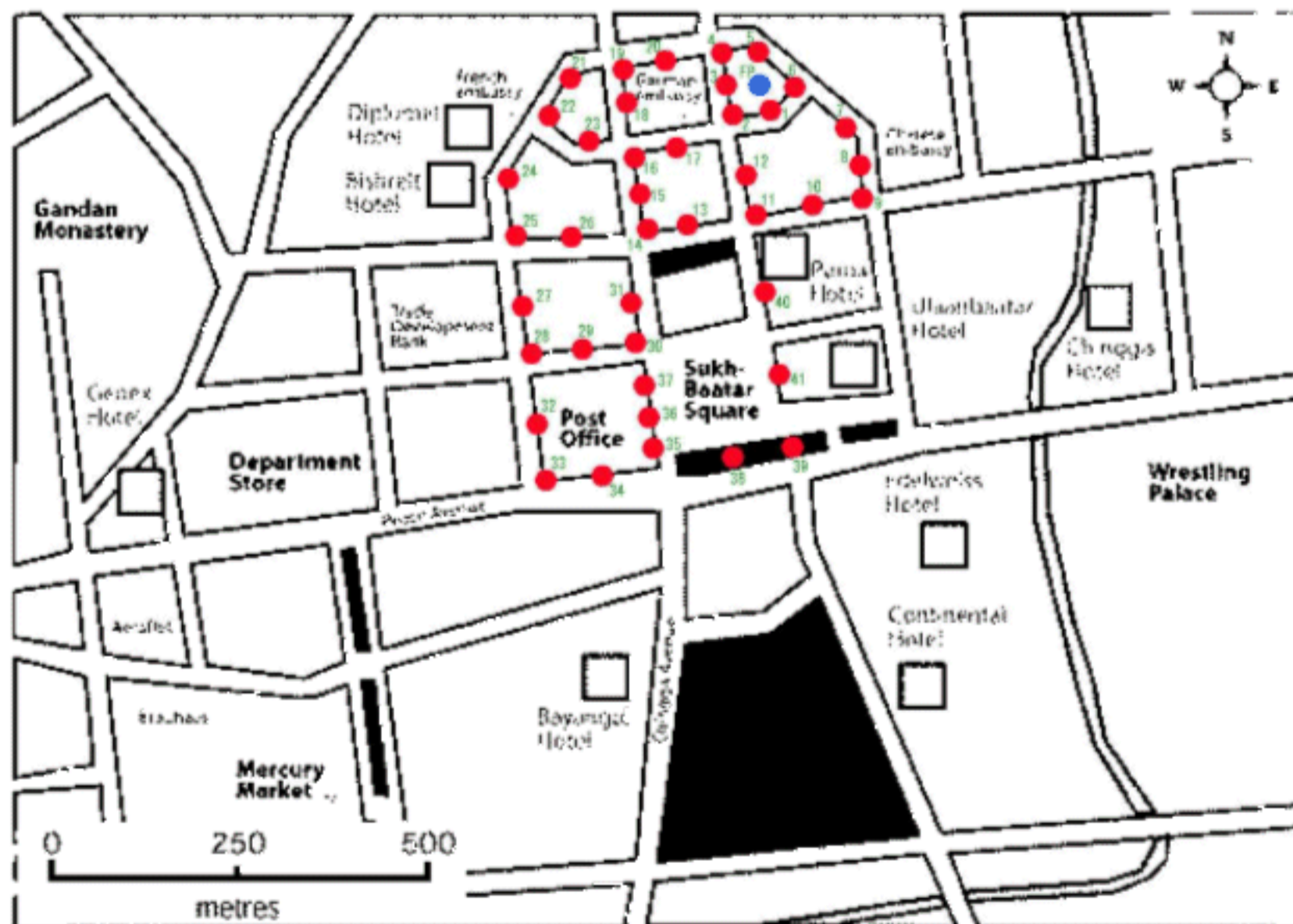


Fig.2 Gamma-ray survey position plan figure

4.2 探査方法

探査器は,米国バイクロン社製 5H5/5型 NaI(Tl)シンチレータ(5"×5")を使用した,日本クリアパルス社製 8630型携帯用ガンマ線分析装置.8630型は,マルチチャンネル波高分析器を内蔵した,パルス型ガンマ線測定装置である.この測定装置は,137Csをマーカーとした,ゲインドリフト補正用スペクトル安定回路を内蔵

している。コンプトン散乱補正用ストリッピングファクタ α , β , γ は, 40K, ^{226}Ra , 及び ^{232}Th を用いた室内試験によって求めた。測定ウインドウ幅は 7.5%に設定した。測定対象は, 40K(1.46MeV), ^{214}Bi (1.76MeV), ^{208}Tl (2.61MeV), 及び Total γ (0.05-3.0MeV)である。

1回の測定時間を5分間とし, 1地点で5回測定を行ってその平均値を測定値とした(ただし39地点では4回, 41地点では3回の平均値)。日本における定点観測では, 8630型で5分間測定を行った場合, 40Kで $\pm 3\%$, ^{214}Bi で $\pm 11\%$, ^{208}Tl で $\pm 7\%$, Total γ で $\pm 1\%$ 程度の測定誤差になる⁶⁾。測定手順は, 降雨のない日の午前10時以後, 定点で少なくとも5回の測定を行った後, 各測点で測定を行った。測定中降雨があった場合, その日の探査はその時点で中止した。ビル内の測定は, 日を変えて4回行った。1回の測定時間は同じく5分間とし, 最低6回, 最大60回の連続測定を行った。

5. 探査結果

探査結果は, Fig.3に取りまとめて示す。

1~41地点の最大値と最小値(5分間カウント数)は, 以下のようであった。

Total γ	387,898 – 328,721	40K	13,969 – 9,072
^{214}Bi	1,274 – 906	^{208}Tl	2,197 – 1,518

Total γ に注目すると, 中央値から $\pm 8.3\%$ 程度の差におさまっており, 街頭では特に異常な値を示す地点は見出されなかった。ビル内測定では最大452,970カウント(7/25平均), 最低443,494カウント(4/26平均)であった。この最大値は, 街頭中央値より約26.4%も大きな値になっている。

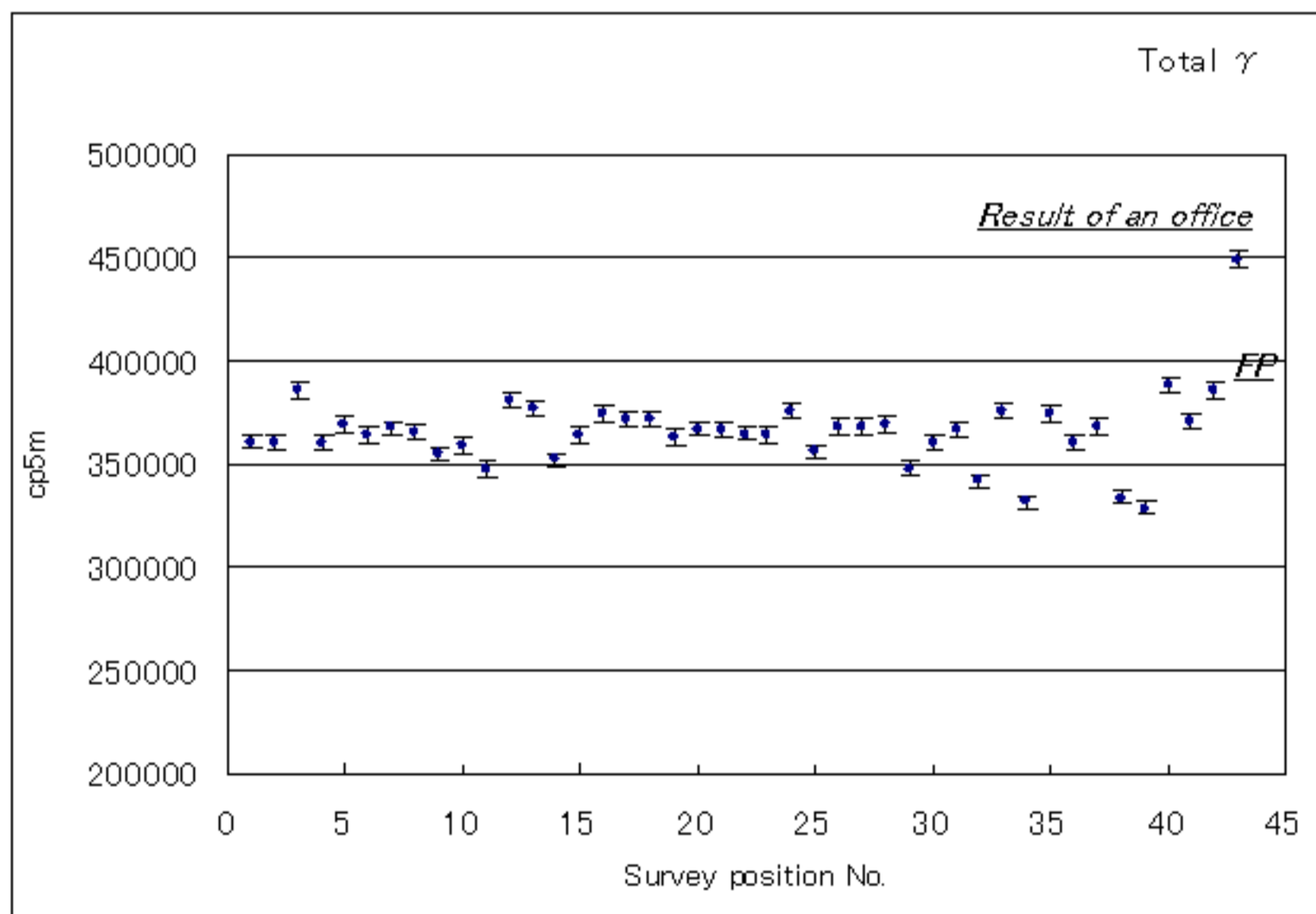


Fig.3 The number of gamma-ray (0.05-3.0MeV) of every survey positions $\pm 1\%$ of error is included, FP(Fixed Point)

The number of an office and FP is average value of all data

6. 今後の課題

時間的制約や天候上の問題があり, 街頭での探査は当初予定の20%程度しか行っていない。そのため, 主目的であったオフィス空間での測定も1箇所で行えなかった。オフィス空間におけるガンマ線量を評価する

ためには、街頭のガンマ線レベルを把握しておくことが肝要であり、今後探査範囲を広げて基礎データを蓄積していく必要がある。

7. 考察

室内空間放射線レベルに関する国際的共通認識は、「屋内ラドンの規制に対する日本保健物理学会の提言：日本保健物理学会，2005年11月」⁷⁾などに見られるように、ラドン (^{222}Rn : 半減期 3.82 日) の問題に偏在している。半減期の関係で、同じガス体であるトロン (^{220}Rn : 半減期 55.6 秒) に対しては世界各国とも関心が低いようである。米国 EPA (Environmental Protection Agency) ではトロンの重要性を認識しているようであるが、全国規模でのトロン濃度測定は行われていない。

本探査のビル内測定では、ラドン娘核種である 1.76MeV - ^{214}Bi の全平均値が 1,573 カウント、トロン娘核種である 2.61MeV - ^{208}Tl の全平均値が 2,188 カウントであった。 ^{214}Bi 、 ^{208}Tl とも幾つかのスペクトルを有しており、 0.5MeV 以上のエネルギー領域における 1.76MeV - ^{214}Bi の放出率は約 15.4%、 2.61MeV - ^{208}Tl の放出率は約 35.6% である⁸⁾。従って、ビル内測定における ^{214}Bi と ^{208}Tl の正味 5 分間カウント数は、それぞれ 10,214 と 6,146 程度になると推定される。この比はおおよそ 10:6 であり、トロンに関しても十分に注意する必要があることを示す証拠と考える。

室内空間放射線レベルの問題は、ガス体の吸引による内部被曝だけではない。透過力の大きなガンマ線は人体の外側からでも遺伝子の破壊に関与するため、一般的に街頭よりも室内で増加する Total γ のカウント数 (ガンマ線の数) にも今後注目していく必要があるものと考えられる。

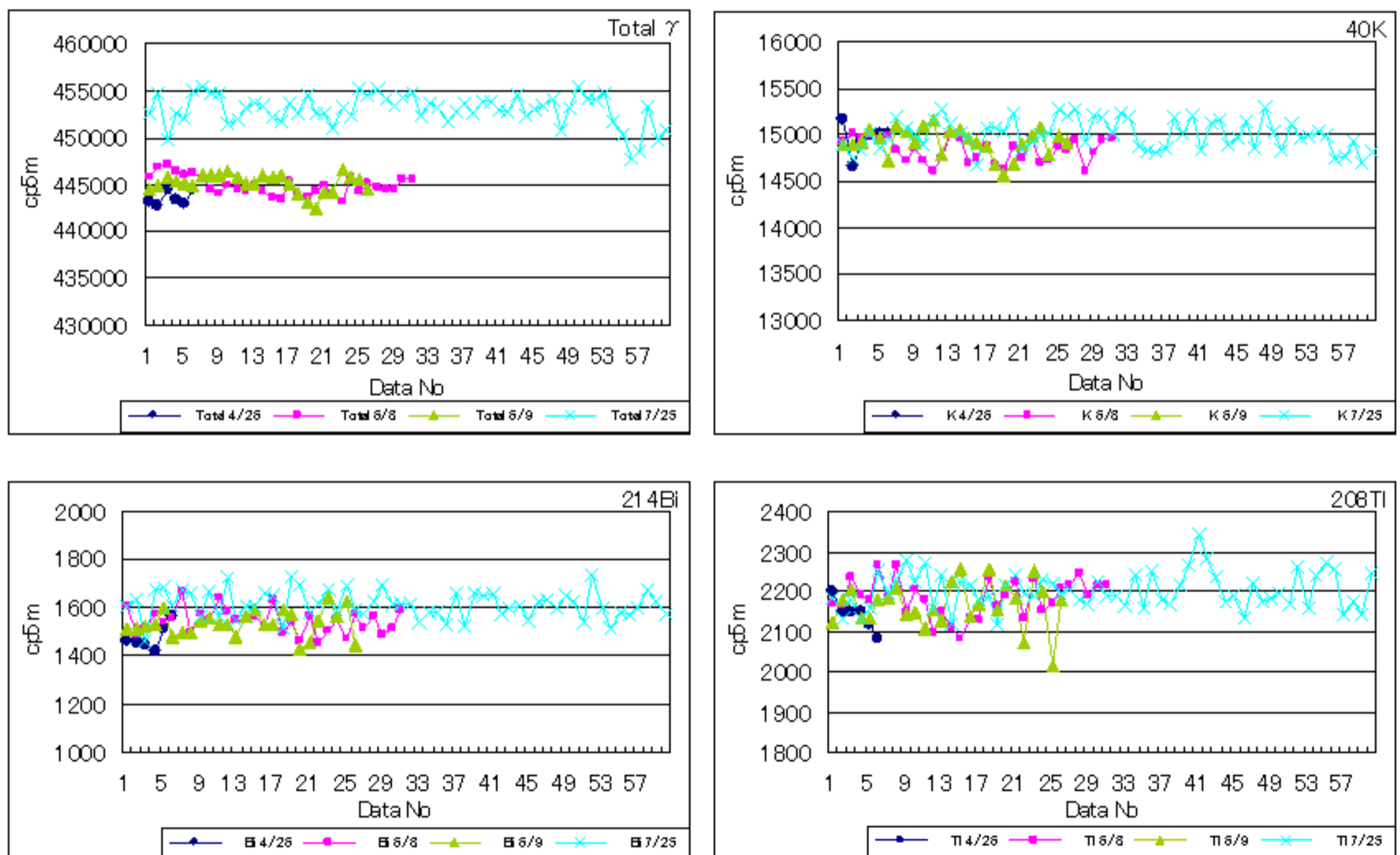


Fig.4 The survey result of an office
5 minutes survey was continuously performed

参考文献

- 1) 山下俊一長崎大学教授（前 WHO 放射線プログラム専門科学官）私信（2007）.
- 2) ニコラス ツルファニディス著・阪井英次訳（1986）：放射線計測の理論と演習（下）応用編，現代工学社，543-576.
- 3) 加藤貞行（1994）：放射線計測，培風館，165-168.
- 4) 近藤宗平（2005）：低線量放射線の健康影響，近畿大学出版局，大阪，250.
- 5) 岩田昭夫・高木信彦（2005）：環境 γ 線，物理探査学会第95回学術講演会論文集，264-267.
- 6) 岩田昭夫・山内靖喜・大濱善輝（2001）：沖積低地における活断層の γ 線探査，物理探査，Vol.54，No.3，164-174.
- 7) 日本保健物理学会（2005）：屋内ラドンの規制に対する日本保健物理学会の提言，東京，40.
- 8) 物理探査学会（1998）：物理探査ハンドブック，597-614.