

## プロジェクト課題 - リスクの最適マネジメントの確立

## 低線量放射線影響の機構解明

## 背景・目的

現行の放射線防護体系は、しきい値なし直線(LNT)モデルに基づいて構築されている。LNTモデルは、データの少ない低線量・低線量率放射線の健康リスクを、高線量・高線量率における疫学データから、便宜的に直線外挿したものである。しかし近年、自然放射線の10倍程度以下の低線量率では、LNTモデルによる推定値よりもリスクが小さいことを示すデータが得られてきている。低線量率被ばくによる健康リスクを正しく評価でき

れば、防護基準を科学的な裏付けに基づいた合理的なものにすることや、社会の放射線に対する不安を低減することにつながると期待される。

本課題では、放射線防護基準の適正化のための科学的データ取得を目的として、高自然放射線地域におけるヒトの疫学調査を実施し、低線量率放射線では健康リスクが高まらないことを示すとともに、その機構を生物学的研究により明らかにする。

## 主な成果

## 1 中国高自然放射線地域の疫学調査

中国広東省陽江地区の高自然放射線地域(HBRA)住民の疫学調査において、30~74歳の住民約32,000人を対象とし、評価精度向上のため観察期間を延長して20年とした調査結果をとりまとめた。HBRAと対照地域<sup>\*1</sup>の対象住民の観察期間までの平均累積被ばく線量は、それぞれ84.8mGy、21.6mGy<sup>\*2</sup>である。対照地域を基準とした相対的な健康リ

スクを評価して、両集団間で放射線によるがん死亡(図1)、白血病死亡、非がん死亡のリスクはいずれも有意に上昇しないことを明らかにした(表1)。この結果は、インドでの調査結果(図1)と同様に、低線量率放射線の長期被ばくのリスクがLNTモデルによる推定より小さくなる可能性を示すものである。

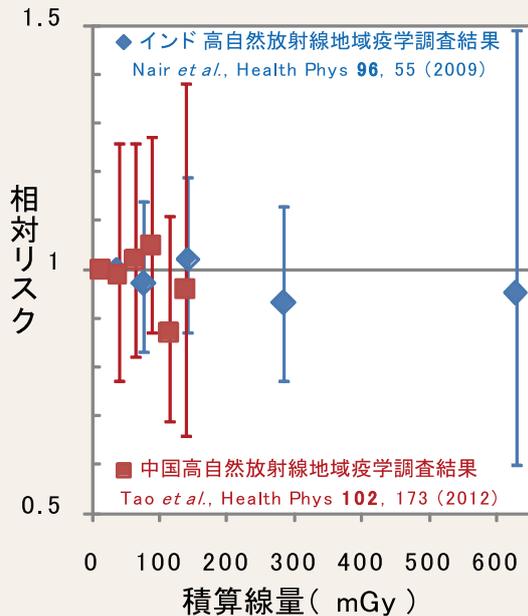
## 2 X線誘発バイスタンダー応答による自然発生突然変異の抑制

放射線を受けたとき、放射線が当たった細胞の周囲の健全な細胞も影響を受ける現象(バイスタンダー応答)が知られており、放射線が当たる細胞と当たらない細胞が混在する低線量・低線量率の場合には、実際に放射線を受けた細胞より多くの細胞に影響が生じる可能性が指摘されている。そこで、X線マイクロビームを用いて、バイスタンダー応答により発がんの原因とされる突然変異(遺伝子の傷)が生じる頻度を調べた。約10万

細胞のうちの5細胞に対してX線を照射し、細胞集団全体の生存率(図2A)と突然変異を持つ細胞の割合(図2B)を測定した結果、いずれも1Gy近傍で低下することが明らかとなった。両指標の傾向が一致したことは、遺伝子に傷を持つ細胞が細胞死により選択的に組織から排除される可能性を示すものであり、低線量域でバイスタンダー応答により実際に受けた線量以上にがんの原因となる影響が生じることはないことを示唆している。

\*1 調査地域近傍で放射線レベルは低いが生生活様式が類似した地域。

\*2 吸収線量の単位。本調査ではγ線による外部被ばくが中心なので、1mGy=1mSvと考えることができる。



	死亡数	ERR/Gy	95% 信頼区間
白血病を除く全がん	941	-1.01	-2.53, 0.95
白血病	15	10.68	< 0, 無限大
非がん疾患全体	4,525	0.10	-0.64, 0.94
循環器疾患	2,344	0.14	-0.84, 1.29

ERR: 過剰相対リスク。対象とする集団に対する相対的な健康リスク(相対リスク)から1を引いた値。ERR/Gyは単位線量あたりのリスクの増加を示す値で、図1の傾きに相当する。

95%信頼区間の下限(左の数値)と上限(右の数値)がいずれも正または負であれば、放射線による有意な影響があったと判断できる。表中のいずれの指標についても、有意な影響は観察されなかった。

図1・表1 中国の高自然放射線地域住民疫学調査結果

対照地域と比較して、線量の増加に伴うリスクの上昇は認められなかった。これは、インドHBRAの結果と同様な結果であり、線量にほぼ比例してリスクの上昇が見られる原爆被爆者のデータとは明らかに異なる傾向である。図1の中国の積算線量は、25mGy幅で設定された各線量群の中間値を用いた。

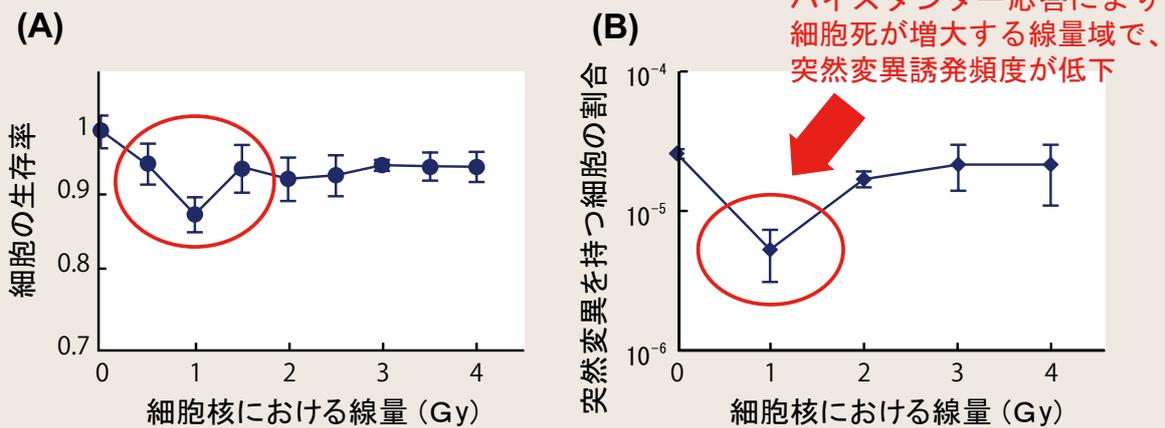


図2 X線誘発バイスタンダー応答による自然発生突然変異の抑制

(A) X線によるバイスタンダー応答がチャイニーズハムスター細胞の生存率に及ぼす影響。横軸は照射した各細胞の核における線量。1Gy付近でバイスタンダー応答により細胞死が増加し、線量が高くなると回復する。

(B) 同じ試料を用いて突然変異を持つ細胞の割合を測定した結果。細胞の生存率が低下した線量において突然変異を持つ細胞の割合が非照射(0Gy)レベルより低下し、線量が高くなっても非照射レベル以上に増加しないことが明らかとなった。