

**ICRP1990年勧告における公衆の線量限度:
実効線量年間1mSvの根拠**

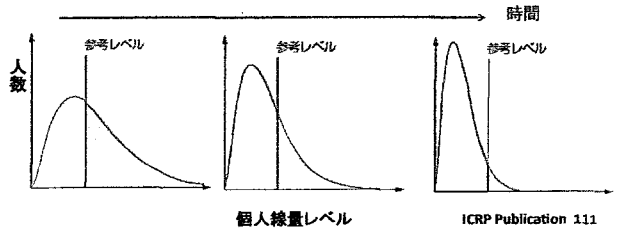
線量限度: 超えることが容認できない線量

- 自然放射線(ラドンのような大きな変動を除き)年間1mSv程度であることを考慮
- 公衆総合合計年間1mSvの寄与生涯致死確率は 4×10^{-3} (90年勧告C73項)
- **化学物質の場合**
- 化学物質で費用に関係なく規制されるのは寄与生涯がん死確率 4×10^{-3} 以上の全ての物質 (90年勧告C73項)
- それよりも確率が低い場合には規制に要する費用が200万ドル以上の場合には規制されない(例外1例) (Travis CC 1987)
- 実際に運用されているのは生涯発がん率が1人/100万人~1人/10万人

ICRP2007年勧告以後の参考レベル

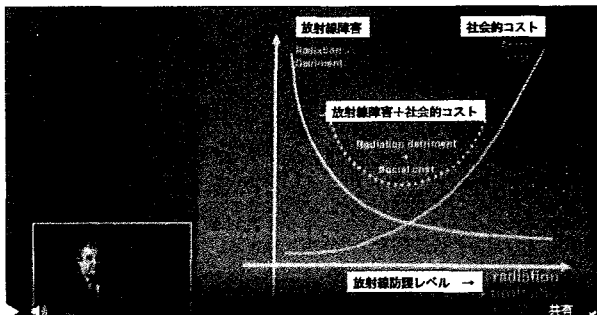
現存被ばく状況は電力会社や国が、ただちに公衆線量限度1mSvを達成することが不可能な場合がほとんどなので、

参考レベルを使って小刻みに目標を設定し、長期的に線量を平常レベルに近いか同等のレベルまで引き下げる。
参考レベルの選定には全てのステークホルダーの見解を適切に取り入れバランスをとるべき (Pub. 111の49項)。
1~20mSvの下方部分から選択することを勧告 (Pub. 103)。



ICRPで公衆の年間被ばく限度を1mSvに決めたわけは?

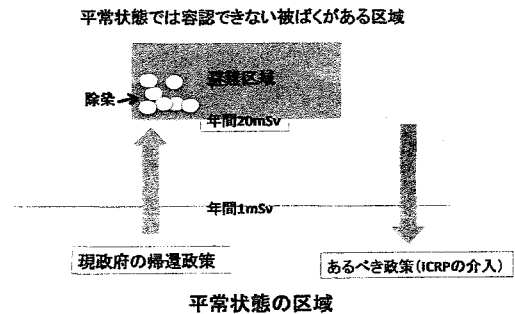
合理的に達成できる限り低く
As Low As Reasonably Achievable (ALARAの原則)



講演するICRP委員長 ゴンザレス氏 「放射線防護の最適化」
国際専門家会議: 放射線と健康リスク~世界の英知を結集して福島を考える~ 2011年9月

現政府が進める帰還政策の不条理

ICRPの放射線防護体系のどこにも現在の被ばく線量よりも高くするような政策は見当たらない。



原発事故などによって環境汚染が生じてしまい
公衆被ばく線量限度を超える汚染が広く発生している状況
(ICRP2007年勧告のいう現存被ばく状況)

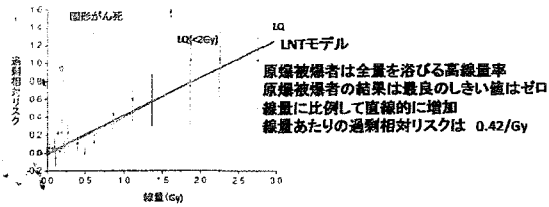
ICRPによる放射線防護の基本的枠組み(1990年、2007年勧告)
正当化:放射線損害よりも便益の方が大であるべき。
そうでない場合には行為を取りやめるべき。
最適化:個人線量、被ばくする人の数、及び被ばくの起こる可能性の3つすべてを、経済的及び社会的要因を考慮し、合理的に達成できる限り低く保つべき。
確率的影響はしきい値を求め得ないので(中略)
確率的影響を減らすためにあらゆる合理的な手段を確実にとることを目指す。
現在の多くの行為は、将来、ある場合には遠い将来に受けることになる線量を与えるということも認識しなければならない。

避難という選択

疫学調査結果について

以下紹介する論文で注目すべき点

- 胎児被ばくによって10mGyから小児がん、白血病死が増加
アリス・スチュアート、オックスフォード調査 (1956年～)
- 原爆被爆者で得られたLNTモデルが低線量率にも適合するか

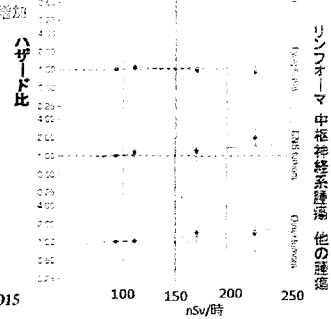


- 統計的有意差なしはリスクなしと同じではない。
95%信頼区間の意味
- 線量率効果があるのか(DDREFについて)

スイスにおける自然放射線と小児がんの関係

1990年と2000年に国勢調査で16才未満の子ども2,093,660人を2008年まで追跡調査

白血病、線量あたり1mSvで4%増加
全がんは1mSvで2%増加



Spycher BD et al. Environ Health Perspect. Feb 23, 2015

“有意差がない”は“リスクがない”を意味しない

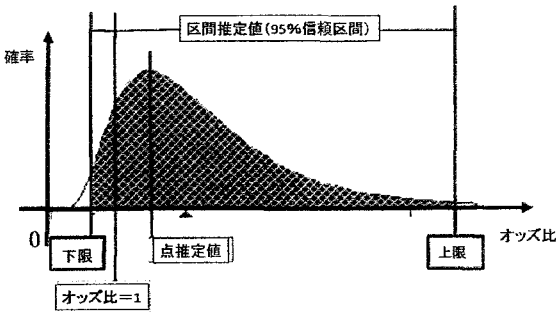
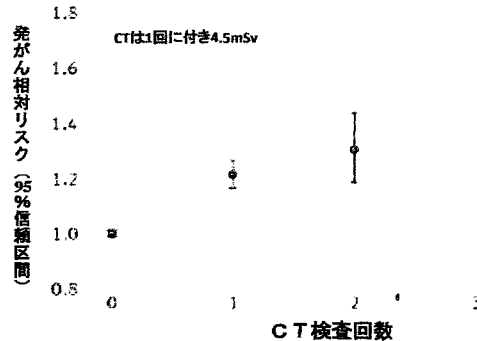


図1-3: オッズ比に関する確率分布 (確率密度関数) と95%信頼区間およびオッズ比=1

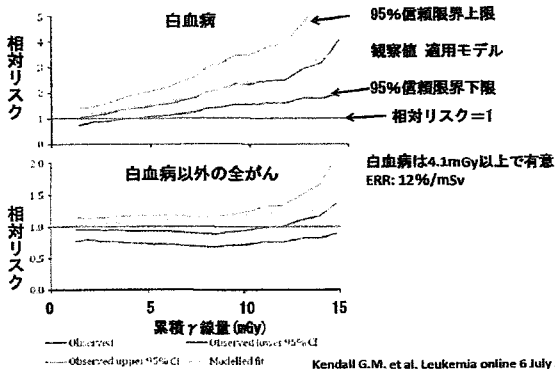
オーストラリアにおける青少年CT検査と発がん
680,211人の19才以下CT被検者の内3,150人発がん
被検者の方が非被検者に比較し24%発がん率上昇



Mathews JD et al. BMJ 346, 2013

英国での自然放射線と小児白血病その他のがんの発症(15才未満)

症例: 英国で1980-2006年に生まれて白血病と診断された27,447例
対照: マッチさせたがんのない36,793名 (小児腫瘍国家登録)



Kendall G.M. et al. Leukemia online 6 July 2012

自然放射線、医療被ばくによるがん死、がん罹患率の上昇

ケース	調査対象者数・追跡期間	疾病	リスク/線量	出典
胎児期の医療被ばく	オックスフォード小児がん調査(OUSCC) 15,272症例対照 胎	白血病、他の悪形がん	検査を受けた人は受けなかった人に比較してがんが40%増加 (20mSvでもリスク増加)	Doll R 他 1997 (13)
スイス自然放射線	調査開始時16歳未満約2,093,660人 平均7.7年	全がん	ハザード比 1.040/mSv	Spycher SD 他 2015 (9)
		白血病	ハザード比 1.046/mSv	
		中核神経系腫瘍	ハザード比 1.050/mSv	
英国自然放射線	小児がん 27,447人(15才未満) 対照群 36,793人	白血病	ERR 0.12/mGy	Kendall GM 他 2012 (8)
英国 小児CT検査	22才未満 23年間 白血病 74患者/176,600人 脳腫瘍 135患者/176,587人	白血病	ERR 0.036/mGy (50mSvで約3倍)	Pearce VM 他 2012 (14)
		脳腫瘍	ERR 0.023/mGy (60mSvで約3倍)	
オーストラリア小児CT検査	0から19才までの小児、青年 680,211人 9.5年間	全がん	1.2倍/4.5mSv ERR 0.035/mSv	Mathews JD 他 2013 (15)
		脳腫瘍	ERR 0.023/mGy	
		白血病及び骨髄異形成症候群	ERR 0.039/mGy	

100mSv以下でがん死率が増加した報告

ケース	調査対象者数、平均被ばく線量 照射期間	リスク/係数		出典
		固形がん	白血病	
テチャ川流域住民 47年間	407人 40mSv	固形がん ERR:0.91/Gy	ERR 4.2/Gy CLLを除く白血病 ERR 6.9/Gy	Krestina L.Y. 他 2005 (4)
15ヶ国住民合計 平均12.6年間	407,331人 194mSv(55%が 50mSv未満)	全がん ERR:0.07/Gy	ERR:0.79 CLLを除く白血病 ERR:1.92/Gy	Conde E. 他 2007 (5)
仏、英、米国住民 放射能汚染によるがん研究	308,291人 平均28年間 平均被ばく線量 41mSv	全がん ERR 0.51/Gy 全がん(白血病を除く) ERR 0.42/Gy		Richardson DW 他 2015 (6)
仏、英、米国 放射能汚染によるがん研究 リンパ節転移性白血病	308,291人 平均27年間 被ばく線量は 11mSv		CLLを除く白血病 ERR:2.98/Gy 慢性骨髄性白血病 ERR:10.45/Gy	Leinard K. 他 2015 (7)
広島・長崎原爆被爆者 53年間	254,111人 75%が100mSv未満	全がん(白血病を除く) ERR 0.42/Gy		Ozasa K. 他 2012 (8)

県民健康調査、甲状腺がんについて

線量・線量率効果係数 (DDREF)

線量率(時間当たりの線量)

高線量率: 原爆被爆者のように一度に全量を浴びる場合

低線量率、遅延ばく: 福島での被ばくのように少しずつ時間をかけて浴びる場合

DDREFをいくつにするか: 同じ線量でも線量率の違いでリスクは変わるのか
変わるとすればどのくらい変わるのか

機関	DDREF
国際放射線防護委員会 (ICRP)	2: 線量あたりのリスクは低線量率では高線量率の1/2
WHO, UNSCEAR, 欧州放射線防護委員会 (ECRR)	1: リスクは線量率に関係しない
米国科学アカデミー BEIR 委員会	1.5: 線量あたりのリスクは低線量率では高線量率の1/1.5

上で紹介した疫学調査は原爆被爆者寿命調査を除き全て低線量率被ばく総合するとリスクは線量率に関係しないか低線量率の方がむしろ高線量率よりも高いという結果でありDDREF: 2を支持するものはなかった。

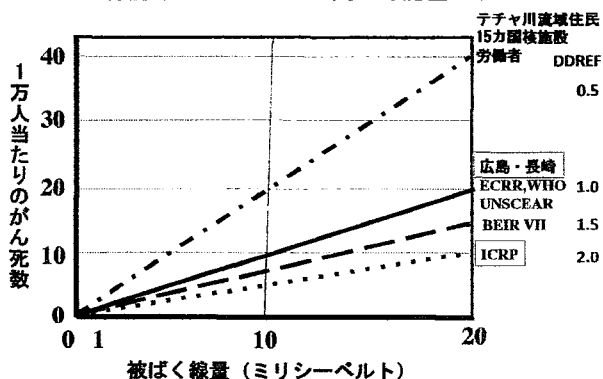
福島県民健康調査甲状腺検査結果

	BEIR VII の1.5倍(1.5)	ICRP の2倍(2)	
悪性ないし悪性疑い	116人 (2016年3月現在)	68人 (2016年12月現在) 一巡目検査結果 A1:31人、A2:31人、B:5人 二巡目検査未受診:1人	184人
男女比(通常1:3~7)	39:77(1:2)	31:37(1:1.19)	
事故時年齢	6才~18才 (平均:14.9±2.6才)	5才~18才 (平均:12.6±3.3才)	
手術結果	102人 乳頭がん:100人 低分化がん:1人 良性結節:1人	44人 乳頭がん:43人 その他の甲状腺がん:1人	甲状腺がん 確定: 145人
腫瘍の大きさ	5.1~45.0mm (13.9±7.8mm)	5.3~35.6mm (11.1±5.7mm)	

- 国立がんセンターの統計では、0才~19才の甲状腺がんは多くて:3人/100万人/年
- 福島県一巡目検査では受診者300,476人当たり115人(発症率にして数十倍の多発)
- 二巡目検査では受診者270,431人当たり68人(途中)

線量・線量率効果係数 (DDREF) とがん死数

-低線量率の方がリスクが高い可能性もある-



甲状腺がんの手術例(125例) 国際専門家会議(2016年9月)鈴木真一

	術後診断
術式	全摘出4例、片葉摘出121例
男女比	1.8(男性44例、女性81例)
再発	数例
リンパ節転移	97例(77.6%)
甲状腺外浸潤	49例(39.2%)

甲状腺がんは予後が良い → 放置していても良いと言うわけではない。
スクリーニング効果 → 数十倍の多発は説明できない
二巡目の多発をどう説明するのか
男女比が時間を追うことに1に近いのは何故?
過剰診断との見解: 転移、浸潤、再発などがある現状をどのように説明するのか?
これを放置しても良いと言えるのか?

甲状腺腫瘍の診療ガイドラインQ&A

甲状腺癌のリスクファクターには どのようなものが存在するか？

推奨グレードA: 放射線被曝(被曝時年齢19才以下、大量)は
明らかなリスクファクターである。

推奨グレードA: 一部の甲状腺癌には遺伝が関係する。

推奨グレードB: 体重の増加はリスクファクターである。

これ以外に科学的に立証されたリスクファクターは、
今のところ存在しない。

推奨グレード

- A: 質の高いエビデンスがあり、診療で使用・実践することを強く勧める。
- B: 質は高くないがエビデンスがあり、診療で使用・実践することを強く勧める。
- C: エビデンスは少ないが、診療で使用・実践することを強く勧める。
- D: 無効性あるいは害を示すエビデンスがあり、診療で利用・実践しないことを強く勧める。

日本甲状腺学会雑誌 Vol1, 2010

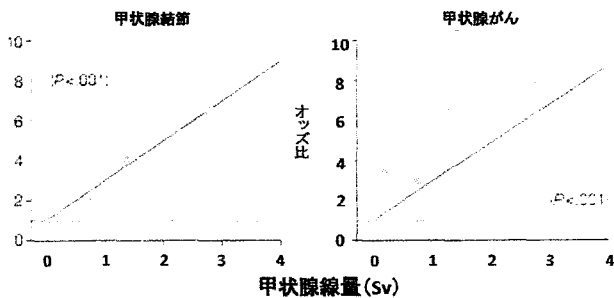
米国癌学会:ヨード不足、放射線

米国甲状腺学会:ヨード不足、遺伝、放射線

放射線量と甲状腺結節、甲状腺がんの関係

広島・長崎原爆被爆者における甲状腺疾患

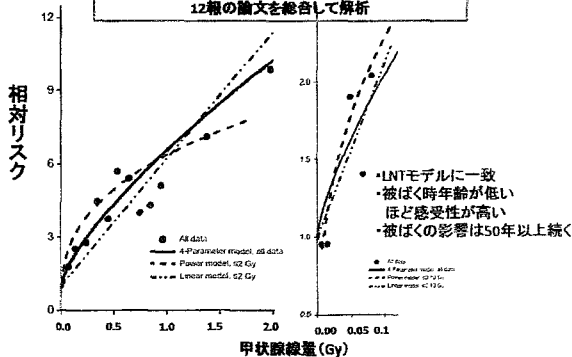
患者数:4091人(男1352人、女2739人)、平均年齢:70才、調査期間:2000~2003年



Imaizumi M, Usa T 他 JAMA 295, 1011, 2006

100mSv以下での甲状腺癌の発症

放射線被ばくと小児甲状腺がん発症の関係を調査した 12報の論文を総合して解析



Veiga L.H.S. 他 Rad. Res. 185, 2016