

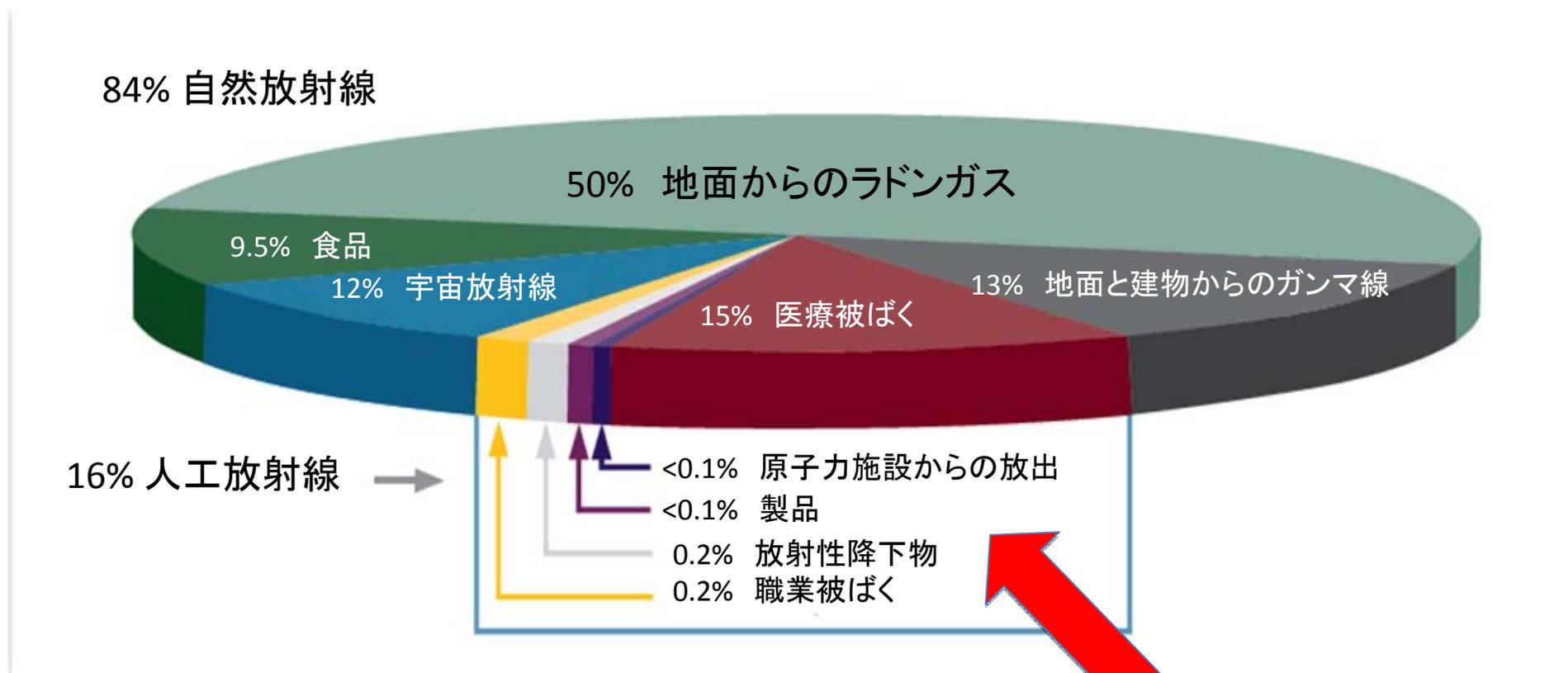
# 原子力発電所事故による 放射線の健康影響 — 事実とフィクションを区別する

ジェリートーマス

インペリアル・カレッジ・ロンドン 分子病理学 教授

- 有害物質の影響は、身体組織が受けた量によって決まる
- 非常に感度の高い方法で放射線を検知することができるようになった
- 放射線量を測定できるからといって、必ずしも危険であるとは限らない
- 人類は自然放射線に囲まれた世界で生活しているが、その中で繁栄している。**つまり、放射線の生物学的影響に対処するメカニズムを編み出してきたに違いない**

# バックグラウンド放射線はどこから来ているか？



放射性降下物/原子力施設からの放出—原子爆弾、原子力事故  
(チェルノブイリや福島など)

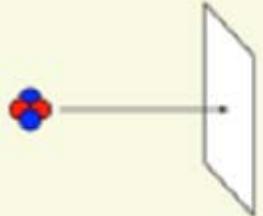
# 放射線量の比較



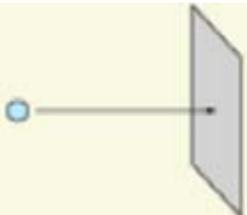
被ばく源	線量
歯科X線検査	0.005 mSv
ブラジル産ナッツ135g	0.005 mSv
胸部X線検査	0.02 mSv
大西洋横断飛行	0.07 mSv
原子力発電所作業員(平均年間線量)	0.18 mSv
英国の平均年間ラドン線量	1.3 mSv
頭部CT検査	1.4 mSv
英国の平均年間線量	2.7 mSv
胸部CT検査	6.6 mSv
全身CT検査	10 mSv
放射線業務従事者の年間線量限度	20 mSv
がん発症率の上昇が認められるレベル	100 mSv
LD50(被ばくした50%が1カ月以内に死亡する線量)	5000 mSv

<http://www.hpa.org.uk/Topics/Radiation/UnderstandingRadiation/UnderstandingRadiationTopics/DoseComparisonsForIonisingRadiation/>

# 放射線に関する事実～放射線の種類

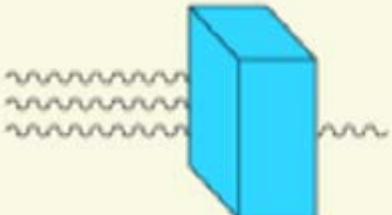
$\alpha$  

アルファ線: 皮膚や紙で遮へいされる  
高速度のヘリウム原子核

$\beta$  

ベータ線: アルミ板で遮へいされる  
電子

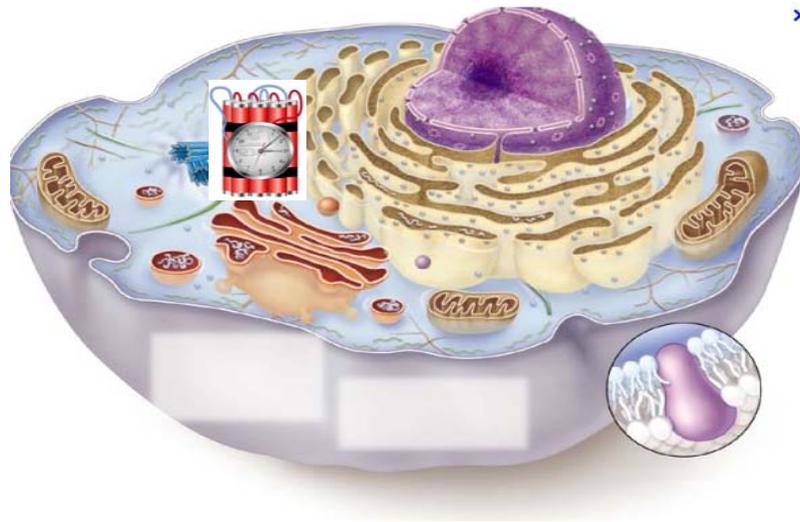
粒子線

$\gamma$  

ガンマ線: 比重の重い物質で遮  
へいされる光子

電磁波

- 放射線が細胞に傷害を与えるには、細胞に接触しなければならない
- 接触のメカニズムは放射線の種類、すなわち電磁波 ( $\gamma$ 、X線) または粒子線 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) によって決まる
- 放射線被ばくは、体外 ( $\gamma$ ) から、もしくは放射性粒子を吸引または摂取した場合に体内 ( $\alpha$ 、 $\beta$ ) から放射線を受けることによって起こる



× 放射線の生物学的影響は、放射性同位元素が体内にとどまる時間(生物学的半減期)と同位元素が放射線を放出する量(物理学的半減期)に左右される

- 物理学的半減期が長く、生物学的半減期が短い場合、影響は少ない
- 物理学的半減期が短く、生物学的半減期が長い場合、影響は大きい

# 原子力事故の健康影響～どこから事実を入手するか？



- 原子爆弾（広島・長崎）
  - 大勢が爆発地点の近くで高線量被ばく
  - 離れた場所にいた人々は低線量被ばく
  - 主に $\gamma$ 線だが、 $\alpha$ 線や $\beta$ 線もあった
- チェルノブイリ事故
  - 少数の人々は高線量被ばく
  - 大部分は低線量被ばく
  - 主にヨウ素やセシウム同位元素による $\beta$ 線

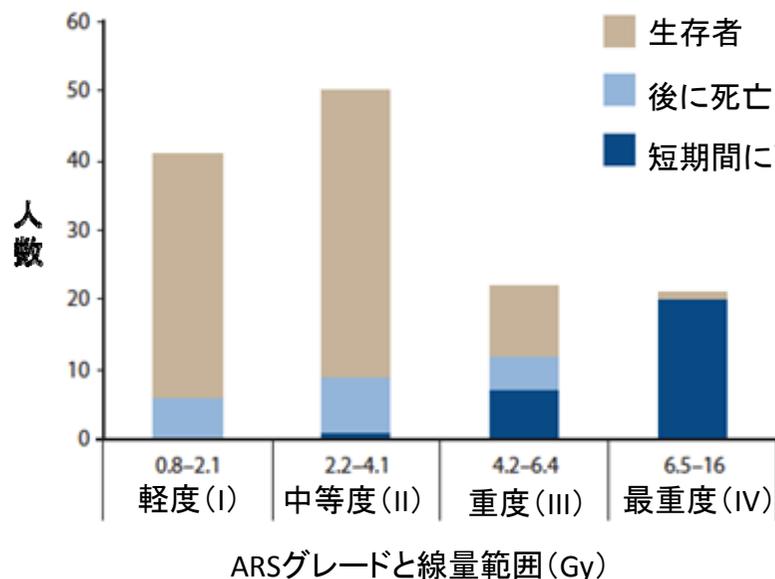
- 多くの人々(12万人)が原子爆弾の熱エネルギーによって死亡した
- 一部の人々(2万人)は超高線量の被ばくをし、数週間以内に放射線症で死亡した
- ほとんどの人々は、少量の放射線に被ばくした
- 70年を通して、放射線により、がんが5%多く発生した
- 多くの人々に健康影響は見られなかった

- 4号機での爆発と火災
- 大量のヨウ素131とセシウム137が放出された
- ヨウ素131の半減期は8日、セシウム137の半減期は30年
- 爆発で3人が死亡
- 消防士28人が大量の放射線に被ばくし、数カ月以内に放射線症で死亡した
- ベラルーシ、ウクライナ、ロシアの1,000万人の子供が放射性降下物にさらされた

## 二種類の放射線による健康影響：

- 確定的影響 — 特定の状況では影響が確実である（高線量被ばくによる急性放射線症候群（ARS）など）
- 確率的影響 — 生じる可能性がある。個人レベルで予測することは難しいが、集団レベルでは認められる（被ばくによるがんなど）

# チェルノブイリー 確定的影響



- ARS 134例、死亡28人
- 2006年までにさらに19人が死亡したが、いずれも放射線に無関係と考えられる
- 線量が最も高い集団で白内障の発症が増加した

事故から5年以内に、ARS生存者から、正常で健康な子供が14人生まれている。

# チェルノブイリー人々の放射線量



- 避難者 – 甲状腺線量 500 mGy
- 避難区域でないが汚染地域に居住 – 甲状腺線量 100 mGy
- 住民 600 万人の全身線量 = 9 mSv
  - 2005 年までに生涯線量の 80% に達した
- 最汚染地域の住民 15 万人 – 20 年間に 50 mSv  
(自然放射線の年間平均は 1~2 mSv)

- 放射線被ばくの結果は、被ばく線量と放射線の種類によって異なる
- ヨウ素131は甲状腺に濃縮して滞留する—物理学  
的半減期が短く、生物学的半減期が長い
- 子供の甲状腺は小さく、牛乳をたくさん飲む—大人  
よりも線量が高くなる
- 子供の甲状腺は成長過程にある—細胞傷害のリス  
クが高く、がんのリスクが上昇する

- 唯一増加しているがんは、年少時に被ばくした集団の甲状腺がんである
- 甲状腺がんは治療しやすく、死亡率が低い(50年間で推定16,000人のがん患者の内、死亡は160例)
- 甲状腺がんの発症率は、放射線が減少した後に生まれた集団では通常に戻っている
- 他のがんでは増加は認められない。セシウム137は体内に濃縮せず、ほとんどの人の線量は1回のCT検査を下回る

物理学的半減期が長く、生物学的半減期が短い

# チェルノブイリから25年



- ARSによる死亡は28例
- 甲状腺がんによる死亡は25年間に15例
- 甲状腺がんの予測全体死亡率は1%なので、これまで起きているがんによる予測合計死亡数は約60件
- 3つの共和国以外で甲状腺がんが増加しているという(科学的)証拠はない
- 生殖能力、奇形、乳児死亡率への影響は見られない
- 周産期合併症や死産に関する結論はない
- 遺伝的影響は認められず、この線量ではまず起こらない

# チェルノブイリと福島と比較

- 線源から住民を遠ざける
- 屋内にとどまり、窓や扉を閉じるこ  
とにより、吸入を制限する
- 汚染された食品の摂取を中止する
- 放射線核種の吸収を阻止する  
(安定ヨウ素剤予防服用など)



## 発電所内

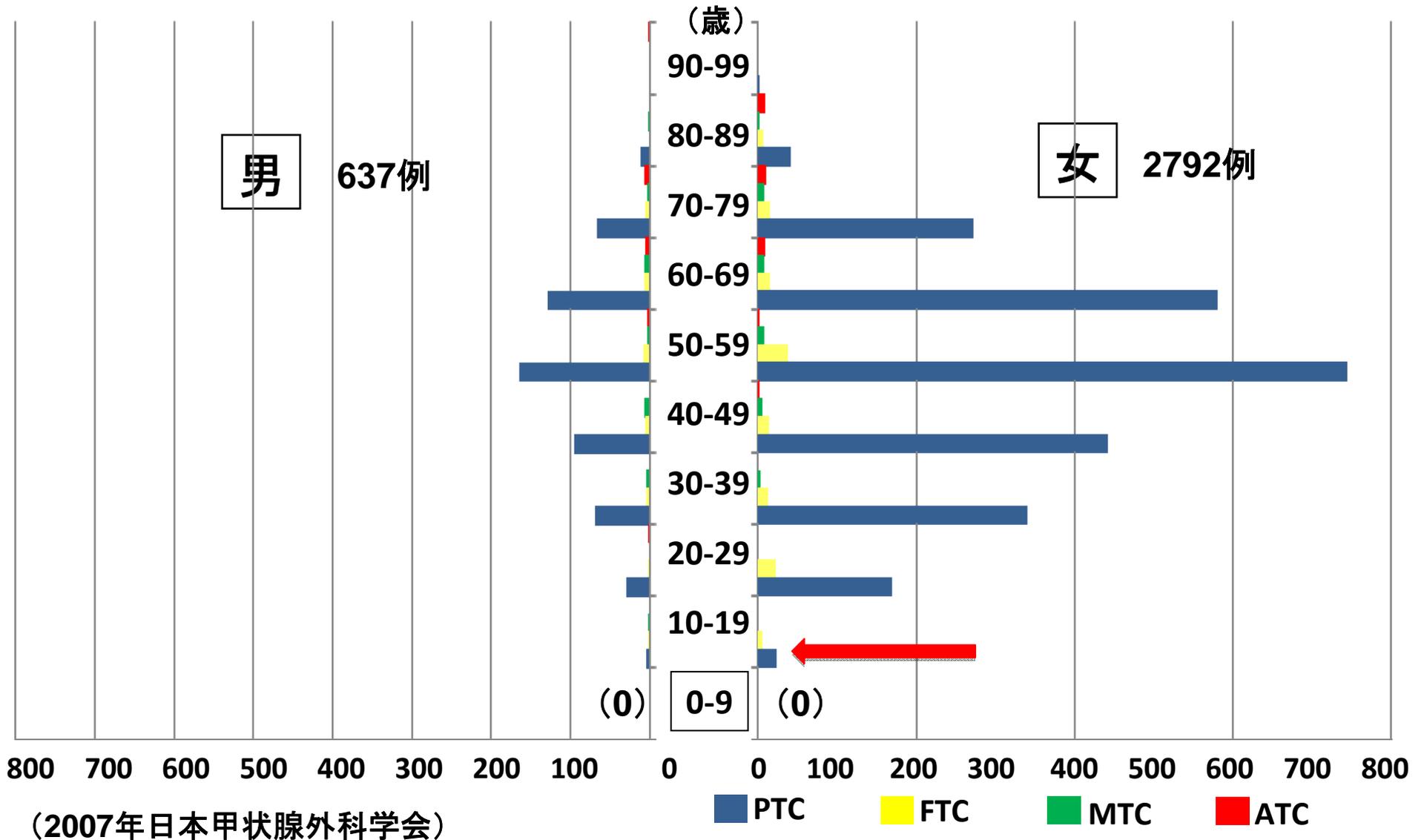
- 作業員19,594人、被ばく線量100 mSv超 167人  
(250 mSv超 6人)
- ARSや放射線関連の死亡例はない

## 住民全体

- 15万人が避難、1,700人分の調査の結果5 mSv未滿が98%、10 mSv超は10例のみ
- 平均甲状腺線量は、小児で4.2 mSv(成人で3.5 mSv)、チェルノブイリ避難者は500 mSv

- 放射線関連の死亡例はない、一方避難による死亡者761人、津波による死亡者2万人
- この被ばく線量では、甲状腺がんが増加するとは考えられない
- 避難と放射線恐怖症に伴う心理的被害が生じる可能性が非常に高い。経済的影響も健康影響を及ぼす可能性がある
- 公衆のために健康調査の結果を意味付けなければならない

# 日本の甲状腺がん発症数(2005年)



山下俊一先生提供

# リスク比較

ばく露シナリオ	ばく露	健康影響指標	概算での生涯死亡率増加
ロンドン中心部での生活 (スコットランド・インバネスとの比較)	平均PM2.5 = 6.9 ug m <sup>-3</sup> を超え る各種の大気汚染物質	死亡率	<b>2.8%</b> ロンドン中心部では、インバネスと比較して、大気汚染物質に関連する死亡率が2.8%高くなるものと仮定される(本文参照)
注: 米国のデータから推定。計上された場合に過度のリスクが変わる交絡因子となりうる。ばく露と影響のタイムラグは明らかになっていない			
配偶者が喫煙する家庭での非喫煙者の受動喫煙	副流煙に含まれる各種の汚染物質	死亡率	<b>1.7%</b> 受動喫煙により、虚血性心疾患(IHD)の生涯死亡リスクが1.7%上昇: 男性および女性の平均[36]
注: 心臓病リスクには、心臓発作や、肺がんその他の(大幅に低い)疾病リスクは含まれない。メタ解析データの交絡因子/制限事項となりうる			
チェルノブイリの30 km圏内の緊急時作業員(1986~1987年)	放射線被ばく 100 mSv 250 mSv	死亡率	<b>0.4%</b> <b>1.0%</b>

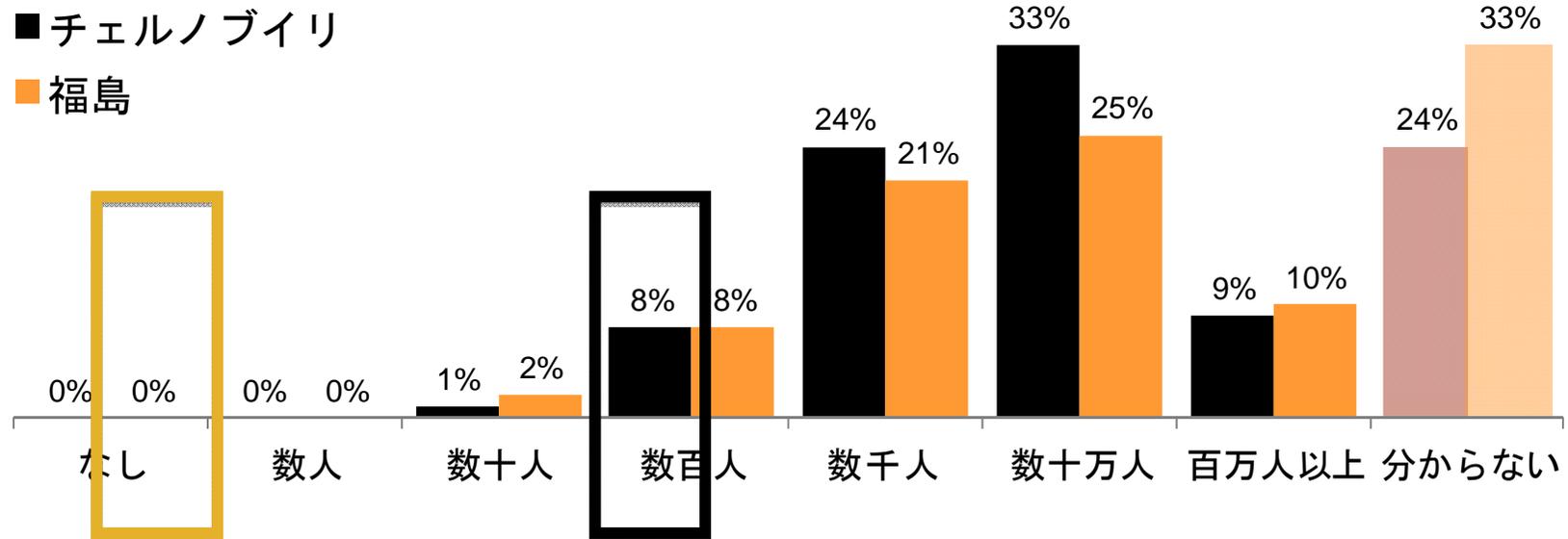
Smith BMC Pubic Health 2007 7:49

# リスク比較

リスクシナリオ	平均生命損失年数 (YOLL)
喫煙 生涯喫煙者の男性医師(非喫煙者との比較)	10
肥満 肥満(BMI=30.0~39.9)または重度の肥満 (BMI>40)の35歳白人男性: BMI=24と比較した場 合のリスク	肥満: 1~4 <sup>a</sup> 重度の肥満: 4~10 <sup>a</sup>
放射線 最も被ばく線量の高かった集団に属する原爆被災 者: 爆心地から1,500 m以内。全身遮へいカーマ > 1 Gy(平均2.25 Gy)	2.6 (1.3~5.2) <sup>a</sup>

注: 原子力事故による線量は原子爆弾より大幅に低いため、リスクもずっと少なくなる

# 公衆はどう考えているか



チェルノブイリと福島での事故で、何人が死亡しましたか？

All Russia omnibus 24.10.12

- パブリック・コミュニケーションが重要である
- 独立した科学者から明確なメッセージを伝える
- 扇情的な報道を和らげることが重要
- 公衆自身がさらされる他の一般的なリスクと関連付ける
- 報道機関を説得し、あらゆる層の人々を対象とした科学的事実に基づいた番組を制作してもらう
- 事実を関連付けて、きめ細かく情報を伝える

# 重要なこと

- 原子力発電所事故の健康影響は、当初考えられていたほどひどくはない可能性がある
- 将来のエネルギー政策を決定するためには、事実とフィクションを切り離さなければならない
- 気候変動の影響のほうが、原子力事故よりも多くの犠牲者(年間推定15万人)を出す可能性がある
- インターネットや報道で見聞きしたことを鵜呑みにしない
- 政治が信頼できる科学の妨げになる