2013年5月26日　13:00～14:15
放射線被ばくと健康管理のあり方に関する市民・専門家委員会
於：東京・飯田橋

放射線による人体への影響
－福島県の事例から－

岡山大学大学院環境生命科学研究科
津田敏秀

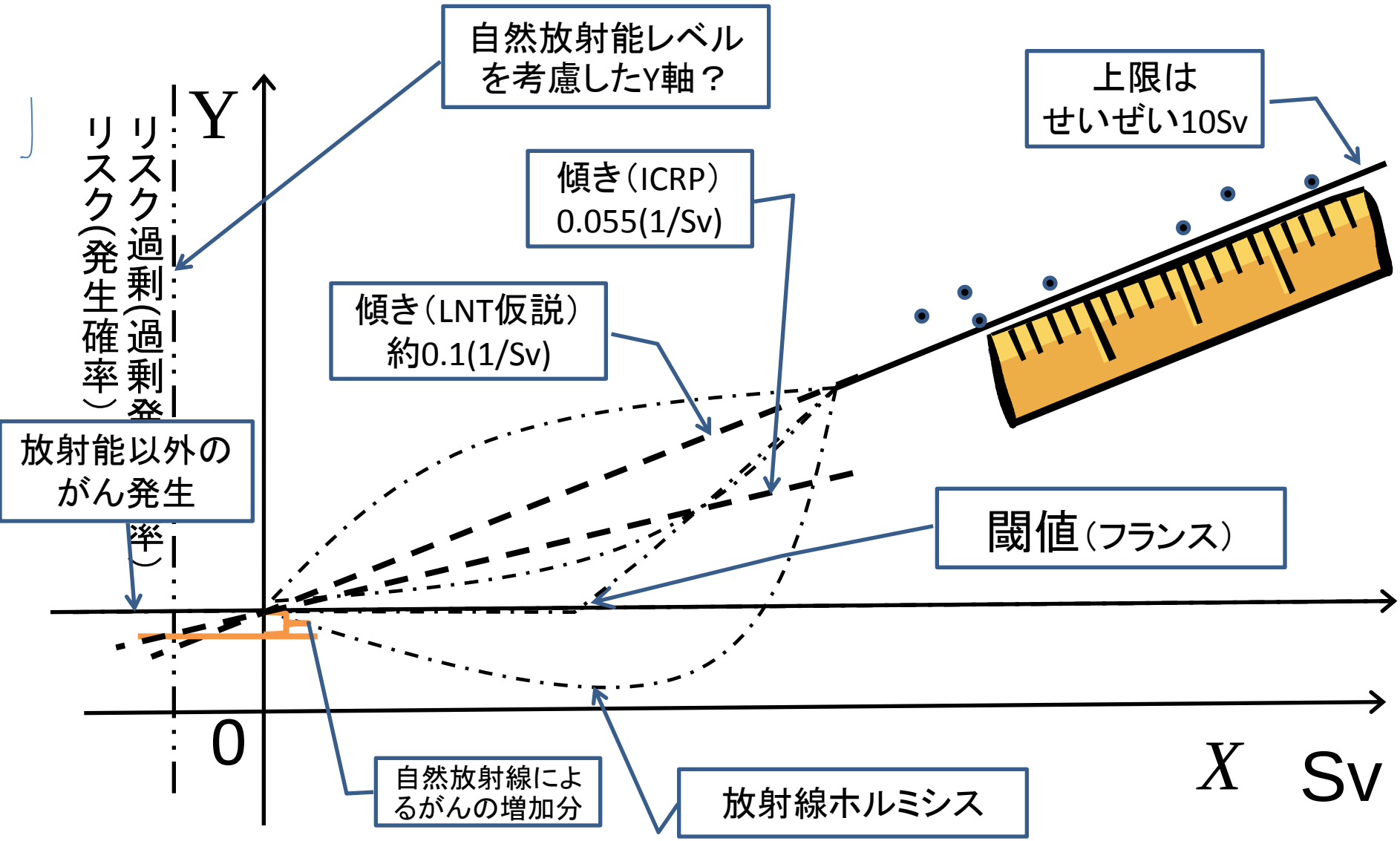
本日のメニュー

1. 100mSv以下の放射線被曝の健康影響について
   - 主に外部被ばくの問題
2. 福島県での甲状腺がん検診の結果に関する考察
   - 主に内部被ばくの問題
3. これからのこと

本日のメニュー

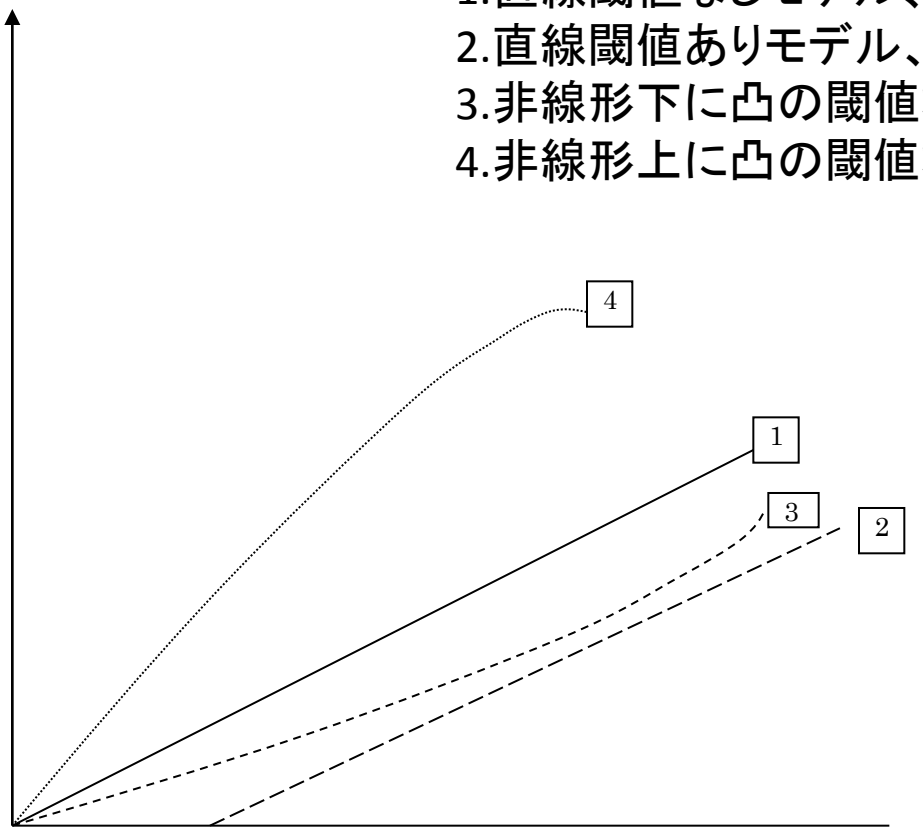
1. 100mSv以下の放射線被曝の健康影響について
   - 主に外部被ばくの問題
2. 福島県での甲状腺がん検診の結果に関する考察
   - 主に内部被ばくの問題
3. これからのこと

被曝とがんの過剰発生の関係



がんに関して使われる量反応モデルの例（Sametら2008）

1.直線閾値なしモデル、
2.直線閾値ありモデル、
3.非線形下に凸の閾値なしモデル、
4.非線形上に凸の閾値なしモデル、



文部科学省（April 20th, 2011）

Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology

- 積算で100ミリシーベルト（＝100,000マイクロシーベルト）以下では、他の要因による「発がん」の確率の方が高くなってくることもあり、放射線によるはっきりとした「発がん」の確率上昇は認められていません。

日本小児科学会（May 23rd, 2011）
the Japan Pediatric Society

- 100ミリシーベルトで約1.05倍、10ミリシーベルトでは約1.005倍と予想されます。ただし統計学的には、約150ミリシーベルト以下の原爆被ばく者では、がんの頻度の増加は確認されていません。

日本医学放射線学会（June 2nd, 2011）
The Japan Radiological Society

- 100mSv以下の低線量での増加は、広島・長崎の原爆被爆者の長期の追跡調査を持ってしても、影響を確認できない程度である（ICRP Publ. 103, 105）。原爆被爆では、線量を一度に受けたものであるが、今回は、線量を慢性的に受ける状況であり、リスクはさらに低くなる(ICRP Publ.82, 103)。そのため今回の福島の事故で予測される線量率では、今後100万人規模の前向き研究を実施したとしても、疫学上影響を検出することは難しいと考えられている。日本人のがん死が30%に及ぶ現代においては100mSv以下の低線量の影響は実証困難な小さな影響であるといえる。

「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」（2011年12 月22 日）

- 「国際的な合意に基づく科学的知見によれば、放射線による発がんリスクの増加は、100 ミリシーベルト以下の低線量被ばくでは、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さく、放射線による発がんのリスクの明らかな増加を証明することは難しい」
- 「低線量被ばくでは、年齢層の違いによる発がんリスクの差は明らかではない」
  - 子ども・妊婦の被ばくによる発がんリスクについても、成人の場合と同様、100 ミリシーベルト以下の低線量被ばくでは、他の要因による発がんの影響によって隠れてしまうほど小さく、発がんリスクの明らかな増加を証明することは難しい」

放射線　放射性物質　Ｑ＆Ａ「県内線量問題なし」の根拠は

県放射線健康リスク管理アドバイザー
長崎大大学院教授（放射線医療科学専攻）高村昇さん

- １００ミリシーベルト以上の放射線を１度に被ばくすると、がんが発症するリスクが上昇すること、それ以下の被ばくではリスクの上昇は科学的に証明されていません。それを踏まえて、災害時には１００ミリシーベルトを超えない範囲のできるだけ低い値で線量限度を設定し、状況に合わせて徐々に低減化させることになります。以上からも、現在の県内の空間放射線量で住民に健康影響が出るとは考えにくいと思われます。

- （福島民報2012年06月10日）

2012年6月12日、第7回福島県「県民健康管理調査」検討委員会

- 「放射線業務従事経験者を除く24,309人の方についての実効線量の推計結果に関しては、これまでの疫学調査により100mSv以下での明らかな健康への影響は確認されていないことから、4ヶ月間の積算実効線量推計値ではあるが、『放射線による健康影響があるとは考えにくい』と評価される」

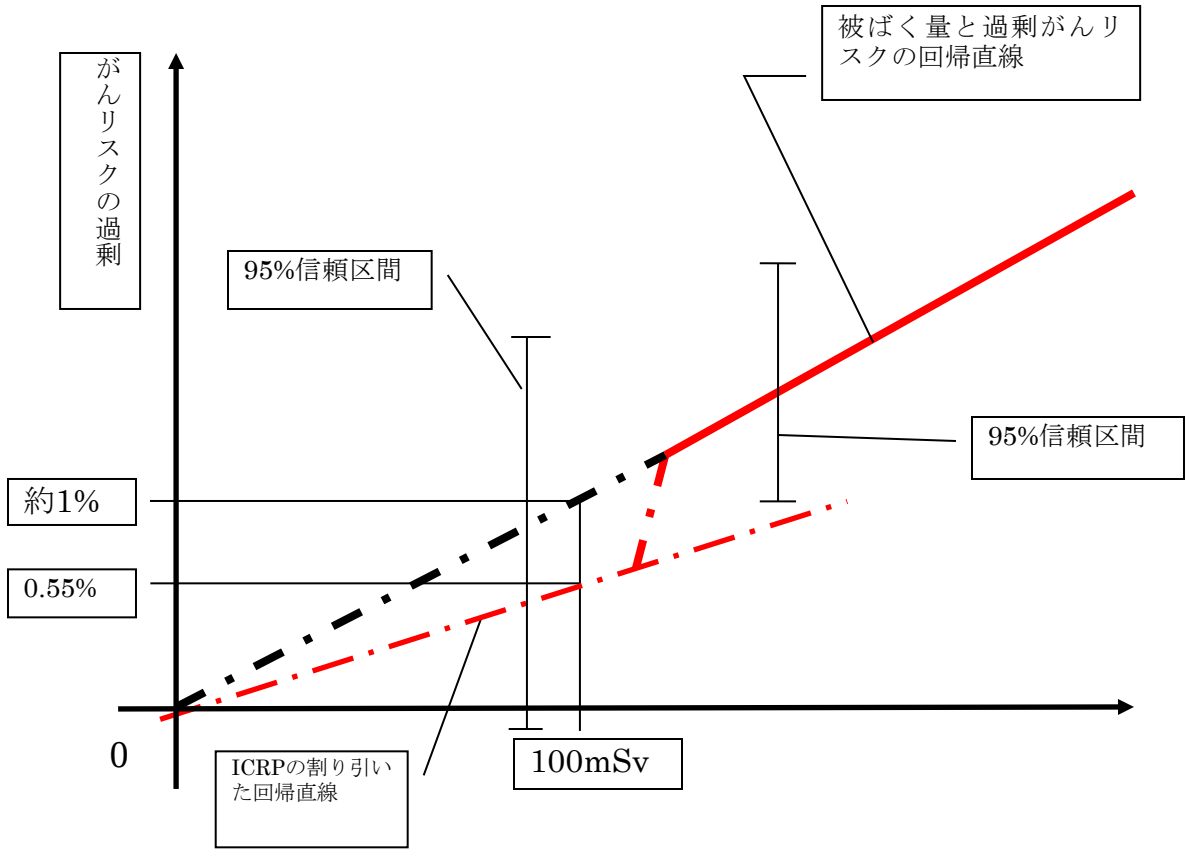
経済産業省2013年3月

- 「年間20ミリシーベルトの基準について」
  - 広島・長崎の原爆被ばく者の疫学調査の結果からは、100mSv以下の被ばくによる発がんリスクは他の要因による影響によって隠れてしまうほど小さいとされています
    - 年間20mSvという基準が設定されることの1つの根拠となっている

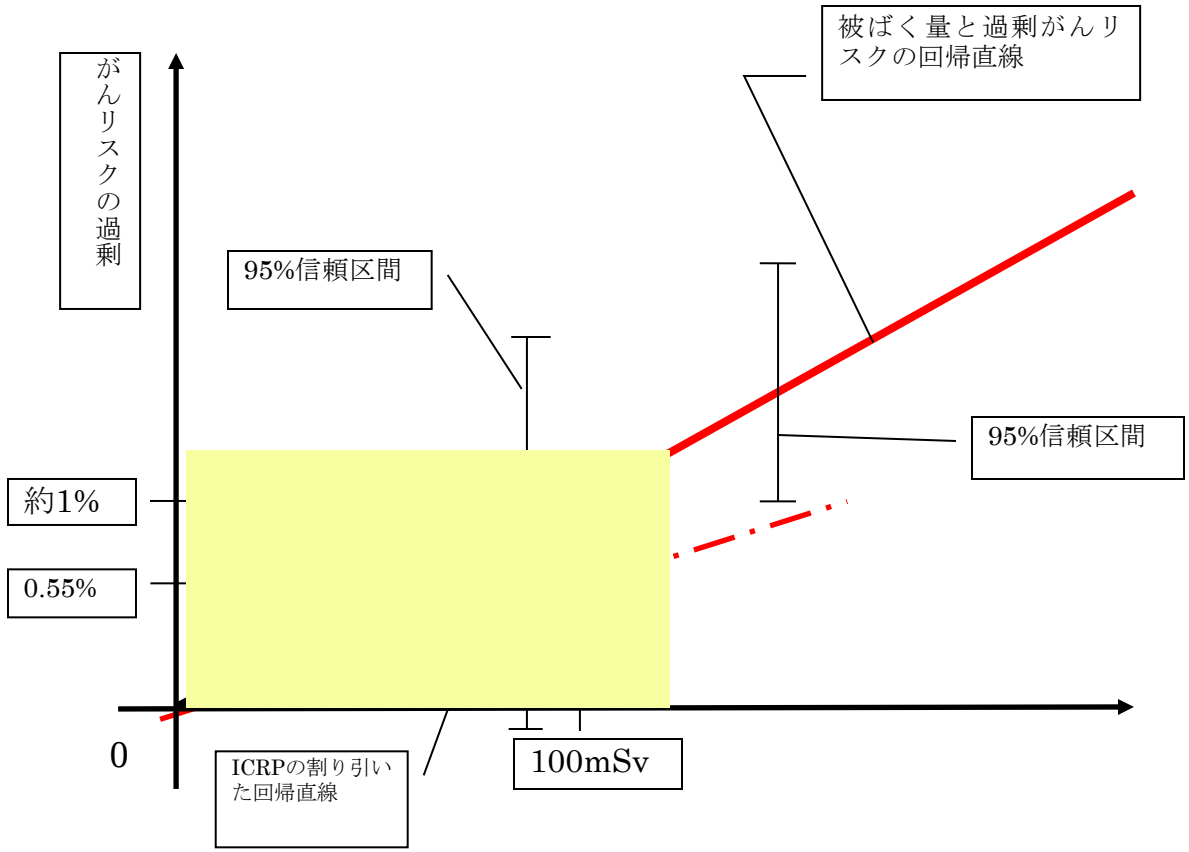
いずれも・・・

- いずれの文章も「100mSv以下で発がん影響がない」とは言っていない
- しかし世間では、100mSvでは発がん影響がないという話になってしまっている
- このギャップはどこから来るのか？

ICRPの示す被ばく量と過剰がんリスクの関連（0.55%過剰の根拠）

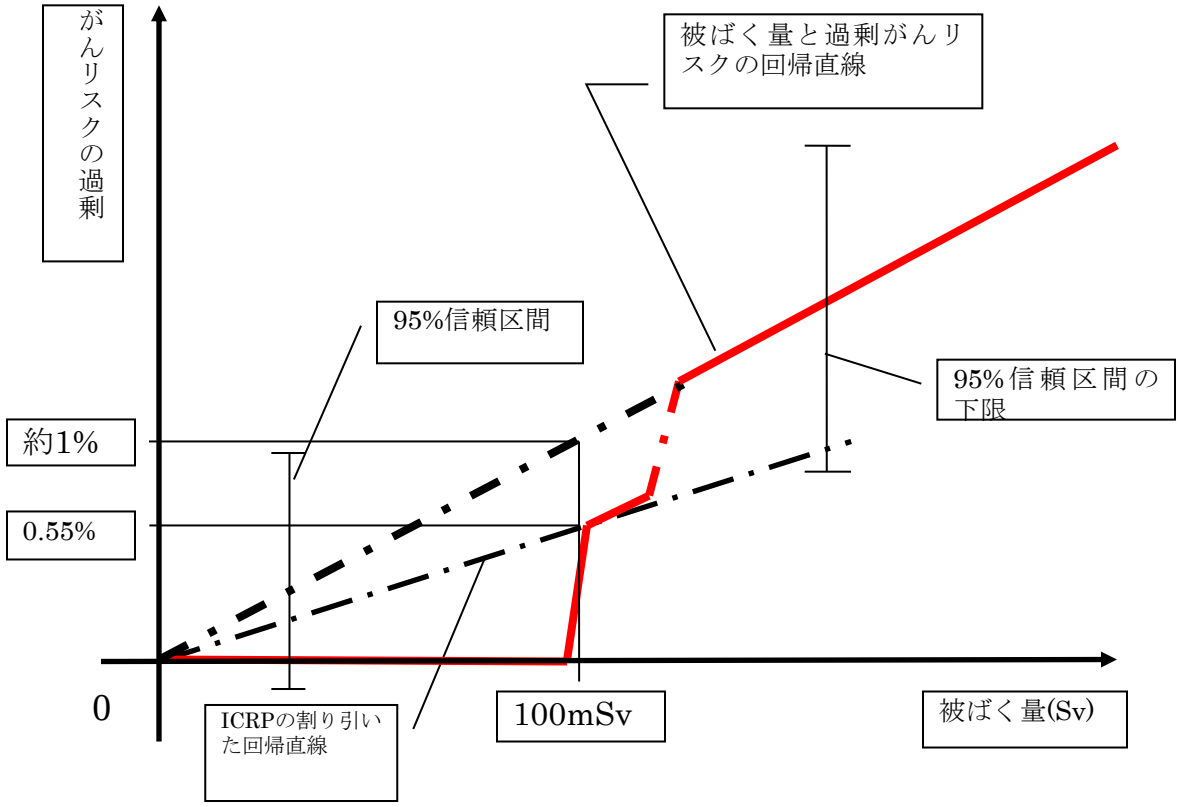


ICRPの示す被ばく量と過剰がんリスクの関連（0.55%過剰の根拠）



「100mSv以下では放射線によるがんの多発は起きない」という言い方

「統計学的有意差がない」と「影響がない」を混同？？



実際のデータは全体の回帰直線より100mGy以下で大きな影響を示している

ICRPのDDREFが高すぎるという根拠でもある

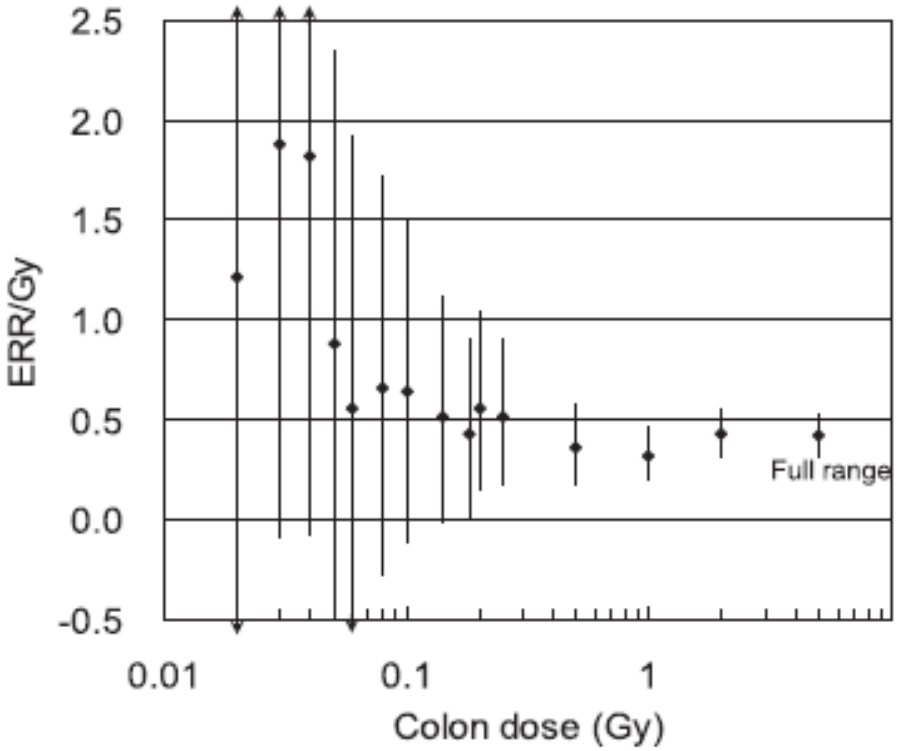


FIG. 5. Excess relative risk per Gy (ERR/Gy) for all solid cancer for selected dose ranges. The figure shows the ERR/Gy and 95% CI for a dose range from zero to a given dose based on the linear model for the full data that allowed for different ERRs below and above the given dose and taking radiation effect modifiers as common to the two dose ranges. The increased ERR/Gy in the low-dose levels less than 0.1 Gy corresponds to the estimates of ERR higher than the expected linear line in Fig. 4.

Suzuki and Yamashita **Review Articles** Jpn J Clin Oncol 2012;42(7)563–568

- LOW-DOSE RADIATION AND CARCINOGENESIS
  - EPIDEMIOLOGICAL STUDY
    - A-BOMB SURVIVORS
      - In the dose range 0–150 mSv, the excess risk of solid cancer seems to be linear; however, there is no statistically significant elevation in risk at doses below 100 mSv.
      - So far, the dose–response relationship supported the LNT model in principle; however, the dose–response relationship below 100 mGy tends to fluctuate, which limits statistical significance in the increase in the incidence of cancer at lower doses.

Suzuki and Yamashita **Review Articles** Jpn J Clin Oncol 2012;42(7)563–568

- LOW-DOSE RADIATION AND CARCINOGENESIS
  - EPIDEMIOLOGICAL STUDY
    - CHERNOBYL ACCIDENT AND CHILDHOOD THYROID CANCER
      - A large case–control study of Belarusian and Russian children showed a very strong dose–response relationship, and the risk appeared to increase linearly with doses up to 1.5–2 Gy, whereas a statistically significant increase in risk was not observed below 200 mGy (49).
      - In both the cases, no statistically significant increase in risk was observed below 100 mGy.

Suzuki and Yamashita **Review Articles** Jpn J Clin Oncol 2012;42(7)563–568

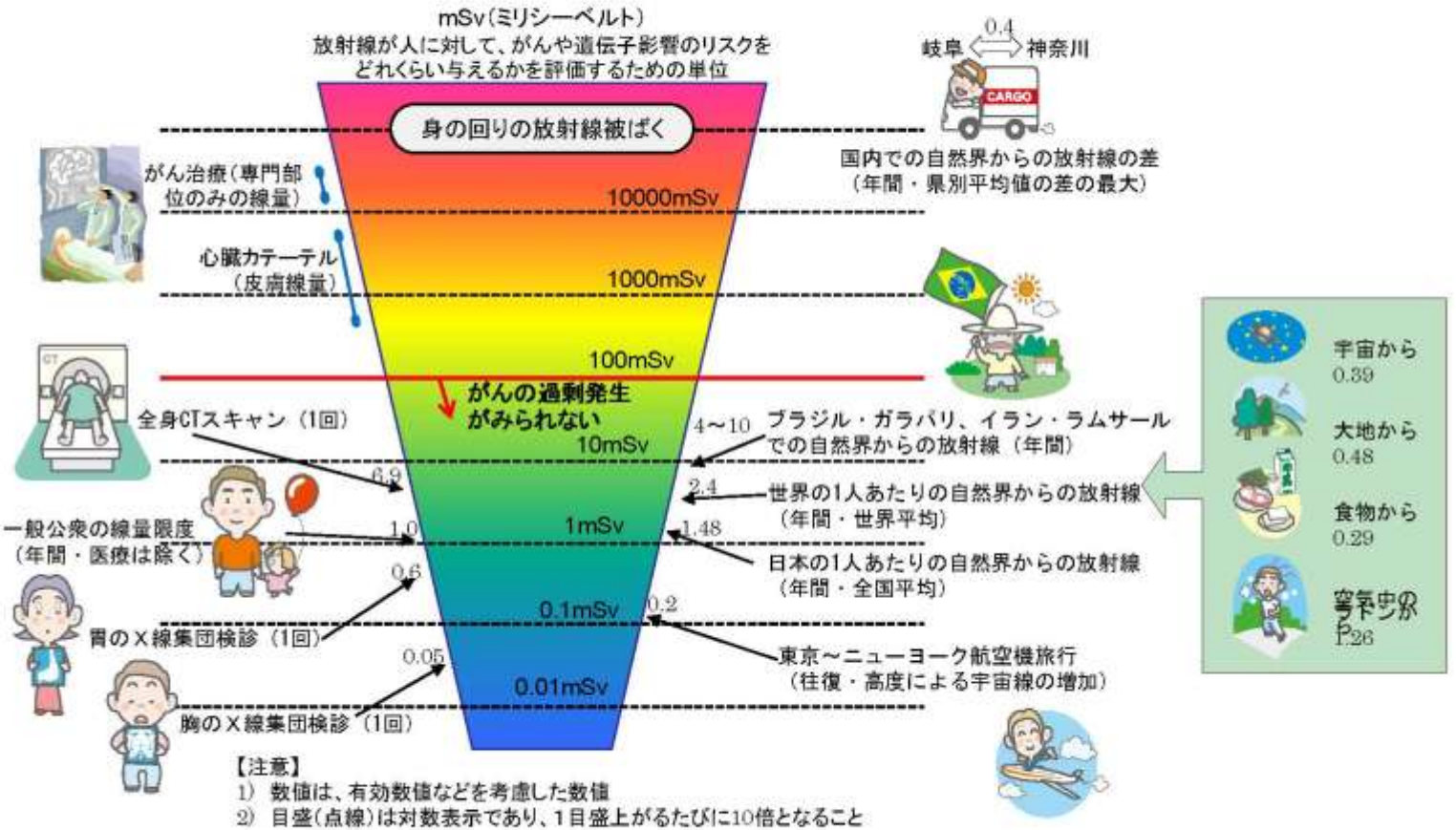
- LOW-DOSE RADIATION AND CARCINOGENESIS
  - EPIDEMIOLOGICAL STUDY
    - THYROID CANCER RISK BY MEDICAL EXPOSURE
      - An elevated risk of thyroid cancer was observed at doses as small as 100 mGy; however, it was no longer statistically significant below this level.
- CONCLUSION
      - While epidemiological studies have demonstrated the dose–response relationships for cancer induction following exposure to moderate-to-high doses of low-LET radiation, a statistically significant increase has hardly been described with radiation doses below 100 mSv.

どうやら・・・「有意差がない」が「影響ない」に転換

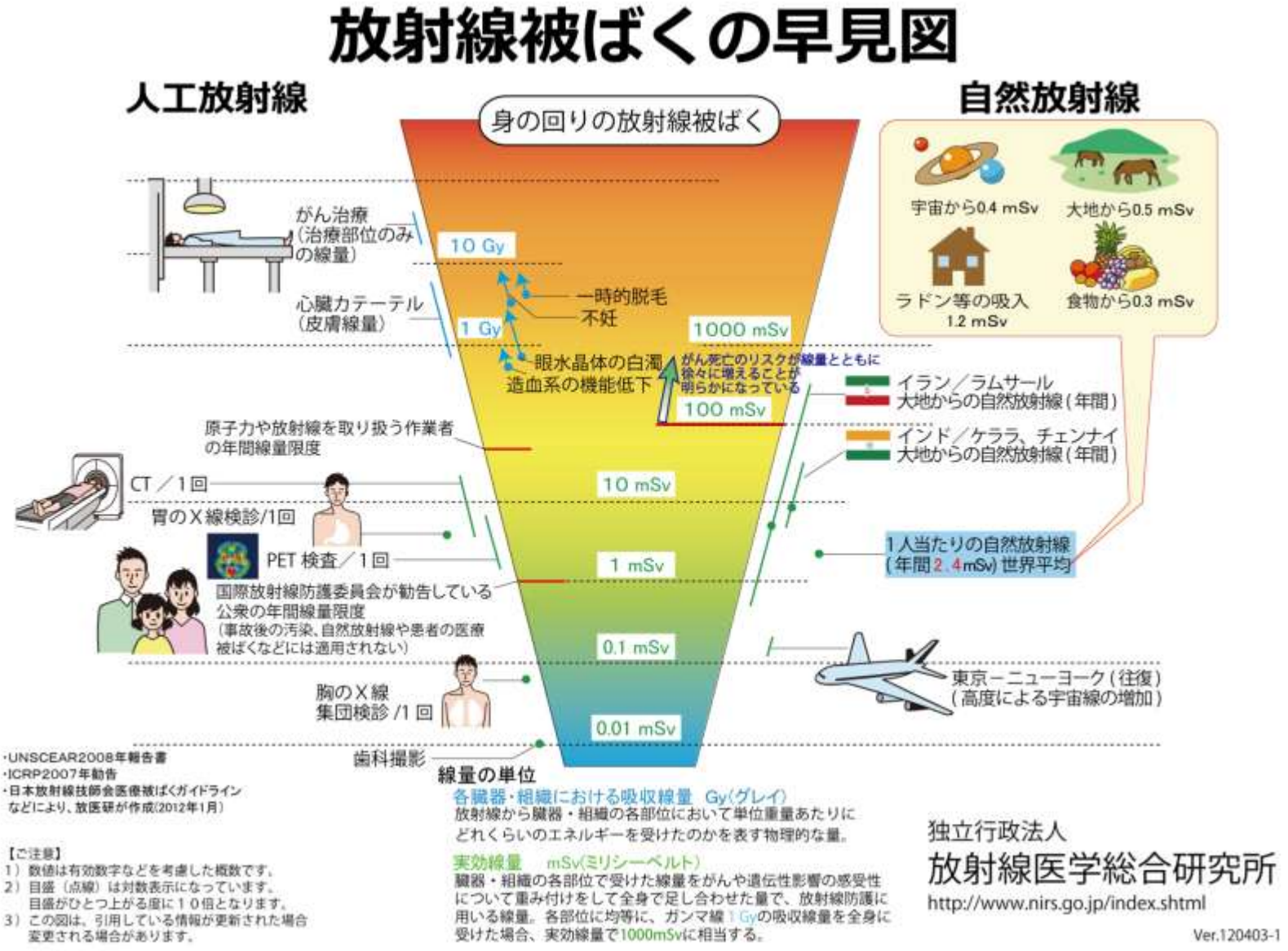
- 「統計学的有意差がない」と「影響がない」の混同
  - 統計学の初歩的な間違い
  - 「不安解消」のためと言っているが、疑心暗鬼を招いている
- 統計学的有意差を出すのが疫学の仕事と勘違いしている医学部の先生にありがちな間違い
  - 有意差が大好きなのに、有意差が説明できない先生方
  - 約30年遅れ
  - 「先生、統計学的有意差って何ですか？がんが出ないことなんですか？出ることなんですか？」と質問されては？
    - たぶん答えられない

誤解する人も出てくる・岩手県

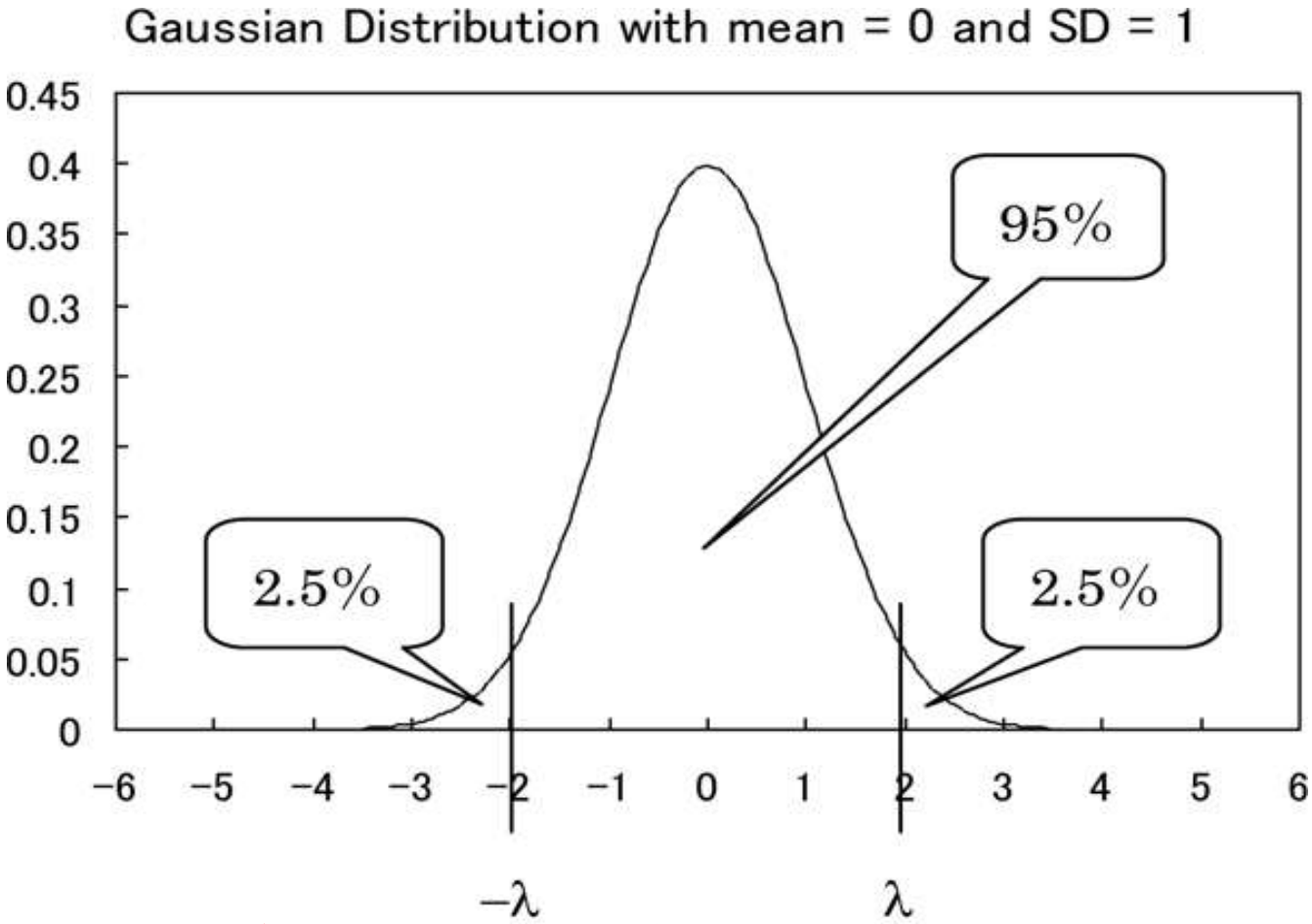
放射線被ばくの早見図（出典：放医研＆原子力・エネルギー図面集）14 -



出典とされている放医研のスライド



「有意差がない」が「影響ない」の混同

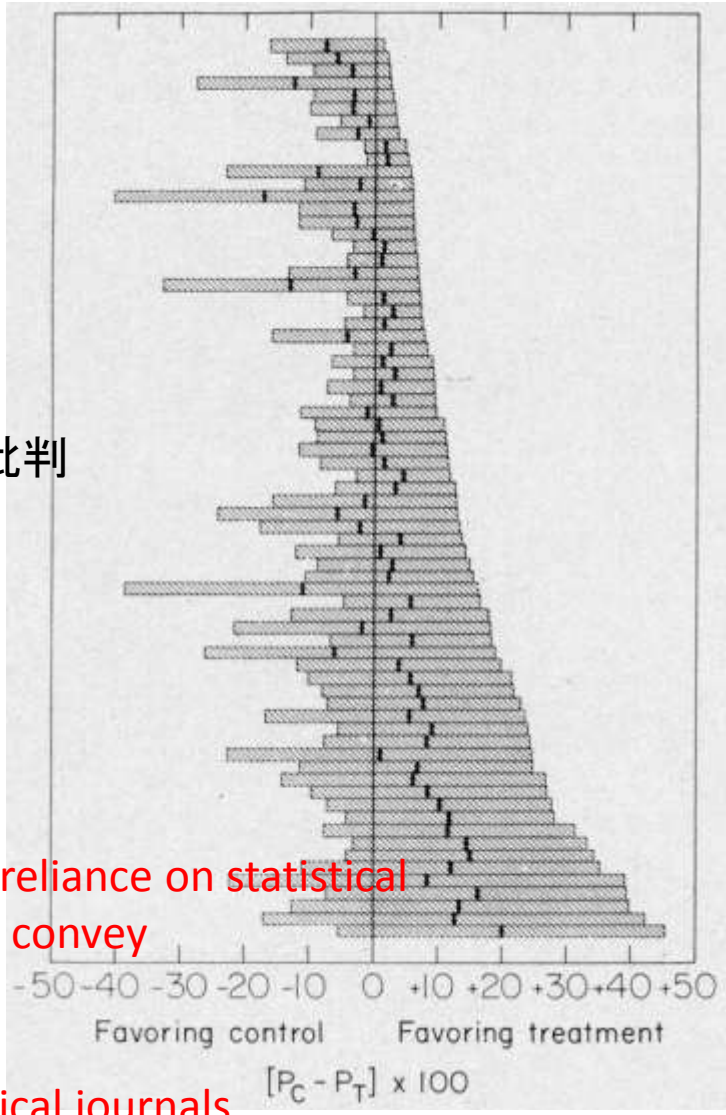


山の登山口の内側と、山の頂上との、
混同ぐらいに、はなはだしい混同

1978年にすでに警告

Freiman JA, Chalmers TC, Smith H, and Kuebler RR:
The importance of beta, the type II error and sample size in the design and interpretation of the randomized control trial. Survey of 71 “Negative” trials.
N Engl J Med 1978; 299: 690-694.

以下の定量的レビューのまとめ方に関する論文では、
定性的「票数え（Vote Counting）」として避けるべき方法と批判
Greenland S: Quantitative methods
in the review of epidemiologic literature.
Epidemiologic Reviews 1987; 9: 1-30.



その後、医学雑誌の投稿規定では、
統計学的有意差の判断指標であるp値に関して
「p値のような検定のみに頼るようなことはするなAvoid sole reliance on statistical hypothesis testing, such as the use of P values, which fails to convey important quantitative information」と警告が書かれていた
International Committee of Medical Journal Editors:
Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals.
New England Journal of Medicine 1991; 324: 424-428.

1990年でのボストンでの疫学研修会ではTシャツに・・・

「論文にはStatistically Significantとは書くな！」と

このような警告が今日でも必要な、日本の医学部の先生方であるということを示している

統計学的な有意差は

- 影響が同じでも、観察数（被ばく者数）が増えると、有意差が出てくる
  - 福島の状況はこの可能性がある
- 年齢別、がん種別なら、有意差も出てくる
  - 曝露群と非曝露群の発症割合に大きな差が出る
    - 年齢層が若い場合
    - 小児の甲状腺がんのように珍しいがんの場合
- 説明に同じICRPや原爆データを使っても全く異なる

広島長崎と福島の被ばく者数の比較

- Life Span Study (LSS) cohort

	Total	<5mGy	5-100mGy	100-200mGy	200-500mGy	500mGy-1Gy	1-2Gy	2Gy以上
Total	86,611	38,509	29,961	5,974	6,356	3,424	1,763	624
Hiroshima	58,494	21,697	22,733	5,037	5,067	2,373	1,152	435
Nagasaki	28,117	16,812	7,228	937	1,289	1,051	611	189
Male	35,687	15,951	12,342	2,382	2,482	1,414	813	303
Female	50,924	22,558	17,619	3,592	3,592	2,010	950	321

福島県民健康管理調査の平成23年度対象地域、田村市、南相馬市、伊達市、川俣町、広野町、楢葉町、富岡町、川内町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾町、飯舘村の0歳から18歳の対象者だけでも47,766人であり、そのうち、38,114人(79.8%)受診

つまり、被ばく者の数は、広島長崎より、福島県の方がずっと多そう

被爆者の数が多くなれば、それだけで有意差が出ることになる

閾値問題の整理

- 直線回帰させているのに100mSvあたりで線引きできないはず・・・
- ICRPは公衆被ばくの被ばく限度を1mSvにしているのに、これがほとんど無視されている
- 本当に、100mSv以下では、がんの多発は観察されていないのか？
  - 広島・長崎やチェルノブイリでも観察されている
  - 診療放射線では1950年代から
  - そもそも、年齢別やがん種別では様々な報告がある

Cardisのまとめ

Summary by Cardis E (CREAL: Center for Research in Environmental Epidemiology)

対象人口	人口サイズ	平均累積線量 (mSv)	推定がん死亡数	AF%*
除染作業者、避難者および厳重管理ゾーンの住民				
	600,000人	66	4,000人	3.5%
除染作業者、避難者および厳重管理ゾーンの住民プラス「汚染地域**」の住民				
	～6,000,000人	14	9,000人	0.9%
ヨーロッパ***				
	～570,000,000	0.5	16,000人(6,700-38,000)	0.01%
全世界			30,000-60,000人 200,000人（GP)	

*曝露されがんで死亡した住民のうち曝露がなければがんで死亡しなかった住民の割合（下界）

** Cs^{137} 堆積物密度 >37kBq/m^2

*** アンドラ、サン・マリノ、トルコ、ロシアのほとんどを除く

小児でのX線撮影とALL (2003)

X線撮影の数	男　児		女　児	
	対象者	オッズ比 (95%信頼区間)	対象者	オッズ比 (95%信頼区間)
無し	432例	1.00	377例	1.00
1回	157例	1.17 (0.79-1.73)	106例	1.11 (0.78-1.78)
2回以上	196例	1.41 (0.99-2.01)	104例	1.67 (1.01-2.74)

Infante-Rivard C: Diagnostic X rays, DNA repair genes and childhood acute lymphoblastic Leukemia. Health Phys 2003: 85; 60-64.

出生後のX線診断とALL (2010)

X線撮影回数（症例711例）	オッズ比	95%信頼区間
無し	1.00	
1回から2回	1.06	0.83-1.36
3回以上	1.85	1.22-2.79

Bartley K: Diagnostic X-ray and risk of childhood leukaemia.
Int J Epidemiol. 2010; 39: 1628-1637.

主にB細胞急性リンパ性白血病が増加していた

X線診断とCMLのオッズ比 (1989)

期間内の骨髄累積最小被曝線量(mSv)	X線診断後から発症までの年数			
	3-5年	6-10年	11-20年	3-20年
0-0.99	1.0	1.0	1.0	1.0
1-9.99	1.1	0.9	1.1	1.4
10-19.99	1.7	3.1**	0.8	1.6
20mSv以上	2.1	2.7*	3.9**	2.4**

*：p<0.10（両側）、**：p<0.05

Preston-Martin S et al. : Diagnostic radiography as a risk factor for chronic myeloid and monocytic Leukaemia. Br J Cancer 1989; 59: 639-644.

妊婦への放射線検査と10才未満でのがんの発症(1956)

妊婦への放射線検査の部位	白血病				その他の悪性疾患			
	子供の数		オッズ比	95%信頼区間	子供の数		オッズ比	95%信頼区間
	症例	対照			症例	対照		
腹部	42人	24人	1.92	1.12-3.28	43人	21人	2.28	1.31-3.97
その他	25人	23人	1.19	0.65-2.16	33人	32人	1.15	0.68-1.94
検査なし	202人	222人	1.00	-	202人	225人	1.00	-

妊娠中の放射線と小児癌のリスク比

(Doll & Wakeford : Br J Radiol 1997)

研究（研究期間）	分散の逆数	相対危険（未調整）	95%信頼区間
Oxford小児癌調査(1953-1981)	852.4	1.39	1.30-1.49
北東部 United States (1947-1967)	114.7	1.47	1.22-1.77
Inter-regional study, UK (1980-1982)	39.0	1.23	0.90-1.68
Los Angeles (1950-1957):白血病のみ	23.9	1.34	0.90-2.00
Louisiana (1951-1955)	18.3	1.70	1.08-2.69
Helsinki (1959-1968)	17.9	1.18	0.74-1.87
California (1955-1956):白血病のみ	17.8	1.68	1.06-2.67
Tri-state (US) (1959-1962):白血病のみ	16.6	1.40	0.87-2.27
Swedish twins (1952-1983)	11.6	1.38	0.78-2.46
Minnesota (1953-1957):白血病のみ	10.2	1.28	0.69-2.37
All other	42.4	1.13	0.84-1.53
All except Oxford 小児癌調査	312.4	1.37	1.22-1.53
All	1164.8	1.38	1.31-1.47

妊娠中の放射線照射と小児癌
オックスフォード小児癌調査(1953-1967)

がんの種類	死亡数		相対危険度	95%信頼区間
	全数	子宮内照射関連		
リンパ性白血病	2007	290	1.54	1.34-1.78
骨髄性白血病	866	120	1.47	1.20-1.81
他未定義の白血病	1179	159	1.43	1.19-1.71
リンパ腫	719	92	1.35	1.07-1.69
ウィルムス腫瘍	590	87	1.59	1.25-2.01
中枢神経系	1332	179	1.42	1.20-1.69
神経芽腫	720	99	1.46	1.17-1.83
骨	244	26	1.11	0.74-1.66
他	856	129	1.63	1.33-1.67
全白血病	4052	569	1.49	1.33-1.67
全固形がん	1161	612	1.45	1.30-1.62
全がん	8513	1181	1.47	1.34-1.62

CTスキャンと小児白血病

CTスキャンの回数	白血病発生数	白血病追跡人年	粗発生率比（95%信頼区間）
1回	45例	1,239,170	1
2回から4回	22例	429,324	1.41(0.85-2.35)
5回以上	7例	52,493	3.67(1.66-8.14)

(Pearce MS et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours:a retrospective cohort study. Lancet 2012; June 7:DOI:10.1016/S0140-6736(12)60815-0)

CTスキャンと小児脳腫瘍

CTスキャンの回数	脳腫瘍発生数	脳腫瘍追跡人年	発生率比（95%信頼区間）
1回	72例	862,661	1
2回から4回	50例	291,192	2.19(1.19-4.04)
5回以上	13例	34,354	4.51(2.50-8.14)
合計	135例	1,188,207	

(Pearce MS et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours:a retrospective cohort study. Lancet 2012; June 7:DOI:10.1016/S0140-6736(12)60815-0)

がんリスクの増加は10mSv(10mGy)毎の増加が実際に観察されている

- It is concluded that radiation doses of the order of 10mGy received by the fetus *in utero* produce a consequent increase in the risk of childhood cancer. (Doll R and Wakeford R. Br J Radiol 1997; 70: 130-139.)
- Use of CT scans in children to deliver cumulative doses of about 50mGy might almost triple the risk of leukaemia and doses of about 60 mGy might triple the risk of brain cancer. (Pearce MS et al. Lancet 2012; June 7:DOI:10.1016/S0140-6736(12)60815-0)
- For every 10mSv of low-dose ionizing radiation, there was a 3% increase in the risk of age- and sex-adjusted cancer over mean follow-up period of five years (hazard ration 1.003 per mSv; 95%CI 1.002-1.004). (CMAJ 2011: 183(4); 430-436.)

外部被ばく問題まとめ

- 「閾値なし」は、どんなに低レベル被ばくでも、被ばく人口規模に応じてがんが発生することを意味している
  - これは「閾値なし」の意味さえ分かれば中学生でも分かる
  - 福島県環境省主催の専門家意見交換会（神谷教授・丹羽太貫氏出席）では「閾値なし」「がん発生」を認めている
  - これが伝わっていない
- 「統計学的有意差なし」と「影響なし」の混同？
  - 学術論争以前の問題
- 被ばくをしているのは福島県民だけではないので、100mSv閾値説ははっきりと否定する必要がある
  - 全ての人や医療の問題として

Suzuki and Yamashita **Review Articles** Jpn J Clin Oncol 2012;42(7)563–568 のCONCLUSION

- While epidemiological studies have demonstrated the dose–response relationships for cancer induction following exposure to moderate-to-high doses of low-LET radiation, a statistically significant increase has hardly been described with radiation doses below 100 mSv. An LNT model has been applied to assessment of the risks resulting from exposure to ionizing radiation; however, epidemiological studies are insufficient to elucidate the shape of the dose– response relationship at low doses. Therefore, a clear understanding of the mechanisms of radiation carcinogenesis is essential to gain further insights into the health effects of low-dose radiation (66). Furthermore, current models for radiation carcinogenesis have paid much attention to the stochastic process of energy deposition in cells, but accumulating evidences have shown that the nature of the target cells, i.e. tissue stem cells and progenitor cells, needs to be taken into consideration (67). Such information should improve our assessment of the likely form of the dose–response at exposure below 100 mSv.
- 66番の文献が問題にしているのは、DDREFの値に関する問題であり（ICRPで2、BEIRが1.5）、下線のようなことでも、100mSv以下ががんが起こらない（DDREFが無限大）ということも、問題になっていない。
- むしろ、LNT仮説以上の影響があるかも知れないと問題にしている
- つまり引用の趣旨とは逆方向の問題

外部被ばく問題まとめ２

- 個人の確率と公衆衛生の確率の整理ができていない？
  - 統計学や疫学をほとんど知らない？
  - 医学的根拠に関する基礎知識もない？
  - 論文やICRPの勧告の主要部分は読んでいるのか？
  - 健康危機対策としてもほとんど素人？
    - メディア対策もほとんどできていない
    - リスクコミュニケーションも失敗している
    - 科学に必要な討論を避けてしまっているので、フィードバックも、細かい議論もできない

本日のメニュー

1. 100mSv以下の放射線被曝の健康影響について
   - 主に外部被ばくの問題
2. 福島県での甲状腺がん検診の結果に関する考察
   - 主に内部被ばくの問題
3. これからのこと

2013年2月13日

福島県民健康管理調査検討委員会(KKK委員会)会見

- 2011年度に行われた38,114人(対象者は47,766人で79.8%の受診割合:対象地域は田村市、南相馬市、伊達市、川俣町、広野町、楢葉町、富岡町、川内町、大熊町、双葉町、浪江町、葛尾町、飯舘村)の0歳から18歳を対象とした甲状腺がん検診
- 10例の甲状腺がんが発見され、3例がすでに手術され、7例は、細胞診断によりがん細胞が確認され経過観察中
- 福島県立医大・鈴木教授は、検診対象者の年齢層での甲状腺がんの発生率は年間100万人に1人程度の比較的珍しいがん
- 福島県立医大の細胞診断は1割の偽陽性

ベラルーシにおける甲状腺がん患者数の年次推移

年	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
マリコ	2	2	0	0	1	1	0	0	1
山下	—	—	—	—	—	—	—	—	1

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
マリコ	2	4	5	7	29	59	66	79	82
山下	1	4	3	5	15	47	35	45	56

年	1995	1996	1997	1998
山下	63	57	66	52

マリコ・V・ミハイル（1998）：ベラルーシの青年・大人の甲状腺がん．In:今中哲二編『チェルノブイリ事故による放射能災害―国際共同研究報告書』．技術と人間、東京、p218-222.
山下俊一(2000)：チェルノブイリ後の健康問題．平成12年（2000年）2月29日原子力委員会に提出した報告書「被爆体験を踏まえた我が国の役割」．
http://www.aec.go.jp/jicst/NC/tyoki/bunka5/siryo5/siryo42.htmに公開
注1：マリコの対象者は0歳から14歳、山下の対象者は0歳から17歳．
注2：山下のデータには1984年以前のデータは示されていない．

胆管がん、２物質が原因と推定　国の専門家検討会

- 朝日新聞デジタル2013年 3月14日(木)15時47分配信
- 　印刷会社の従業員らが胆管がんになり、労災の請求が相次いでいる問題で、厚生労働省の専門家検討会は１４日、印刷機の洗浄剤に含まれる「１、２ジクロロプロパン」「ジクロロメタン」が原因だと推定する報告書をまとめた。この結果を受けて、厚労省は大阪の申請者１６人を３月中に労災に認定する。胆管がんによる労災認定は初めて。

印刷工場における胆管がん
-最初の発表-

患者番号	生年	就業期間	発症年(診断年)	死亡年
1	1969	1988-1996	1999	2000
2	1978	1996-2005	2003	2005
3	1961	1988-1998	2006	2007
4(生存)	1969	1988-1999	2007	—
5	1969	1994-2004	2009	2010

産業医大、熊谷准教授が同年の第85回日本産業衛生学会で示した5症例(死亡は4症例)。
これを日本人口動態統計と比較した場合、約600倍という多発が示された。
この後、この印刷会社においては、さらに12例(死亡4例)の元および現在職者の胆管がんが確認されている。全員労災認定の方向であり、つまり因果関係が認められることになる。

胆管がん:全国で年間13,094人(2010)が胆管がんにより死亡

発生率と有病割合は異なる

つまり・・・

甲状腺エコー検診を受けた38,114名中、10名の甲状腺がん

これは、検診受診時点における有病割合に過ぎないので、

発生率である100万人に1人とは直接比較できない

・・・という指摘

有病割合≒発生率×平均有病期間

（式では有病割合をP、発生率をI、平均有病期間をDで表現）

甲状腺がん患者数10例で、
100万人あたり1人の発生率を比較

(10÷38,114÷D)÷(1÷1,000,000) 倍

統計学的推論

- 確率が非常に低く、観察数が20-30より小さく2項分布が用いられない時は、ポアソン分布
- 19世紀初めのフランスの数学者
- λ=np（nは観察数、pは確率）

Siméon Denis Poisson(1781 – 1840)

定数 $\lambda > 0$ に対し、自然数を値にとる確率変数Xが

$$P(X = k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$$

を満たすとき、確率変数Xはパラメータ λ のポアソン分布に従うという。

ポアソン分布の厳密な信頼限界

竹内啓ら『二項分布とポアソン分布』(東京大学出版会1981)の表8.5を改変

観察数x	95%信頼限界	
	下限	上限
0	0.0	3.764
1	0.051	5.756
2	0.355	7.295
3	0.818	8.808
4	1.366	10.307
5	1.970	11.799
6	2.613	13.286
7	3.285	14.340
8	3.764	15.820
9	4.460	17.298
10	5.323	18.339

$\lambda = np$

λ:期待観察数、n:対象者数、p:発生確率

発生確率pを推定したい時、
p=λ÷nとして、
観察数xが得られた時
n=38,114人なので
pの推定値はx÷38,114

pの95%信頼区間の下限は
95%信頼限界下限値÷38,114

上限も同様に
95%信頼限界上限値÷38,114

これで発生率比の95%信頼区間を推定できます

平均有病期間と全国のがんの発生率を動かしたときの率比（10人の時）

		100万人あたり1人			100万人あたり5人			100万人あたり10人			100万人あたり24人		
		点推定値	95%信頼区間		点推定値	95%信頼区間		点推定値	95%信頼区間		点推定値	95%信頼区間	
平均有病期間	1年	262.37	139.66	481.16	52.47	27.93	96.23	26.24	13.97	48.12	10.93	5.82	20.05
	2年	131.19	69.83	240.58	26.24	13.97	48.12	13.12	6.98	24.06	5.47	2.91	10.02
	3年	87.46	46.55	160.39	17.49	9.31	32.08	8.75	4.66	16.04	3.64	1.94	6.68
	4年	65.59	34.91	120.29	13.12	6.98	24.06	6.56	3.49	12.03	2.73	1.45	5.01
	5年	52.47	27.93	96.23	10.49	5.59	19.25	5.25	2.79	9.62	2.19	1.16	4.01
	6年	43.73	23.28	80.19	8.75	4.66	16.04	4.37	2.33	8.02	1.82	0.97	3.34
	7年	37.48	19.95	68.74	7.50	3.99	13.75	3.75	2.00	6.87	1.56	0.83	2.86
	8年	32.80	17.46	60.15	6.56	3.49	12.03	3.28	1.75	6.01	1.37	0.73	2.51
	9年	29.15	15.52	53.46	5.83	3.10	10.69	2.92	1.55	5.35	1.21	0.65	2.23
	10年	26.24	13.97	48.12	5.25	2.79	9.62	2.62	1.40	4.81	1.09	0.58	2.00

注：1割の偽陽性なので、7×0.9＋3=9.3例となる。9例の時は点推定値に0.9をかけ、信頼限界を4.460-17.298として計算する

重篤な疾患の少数例における判断

- とりあえず3例がセオリー
- 食中毒の疫学ではアウトブレイクを共通食がある2例以上として米国疾病管理予防センターCDCは定義、ボツリヌス食中毒のような重篤な感染症では1例でもアウトブレイク
  - http://www.cdc.gov/outbreaknet/references_resources/guide_confirming_diagnosis.html
- 薬剤疫学でも、重篤な副作用に関しては1例でもどのように検討するかのアルゴリズムや方法論が述べられている
  - Pharmacoepitmiology 5th edition
- 少数例への追求

WHO健康リスクアセスメント

これも閾値なしで分析

これに対して某省庁幹部はお怒りと報道

甲状腺がんも当然のごとく多発すると予測

World Health Organization

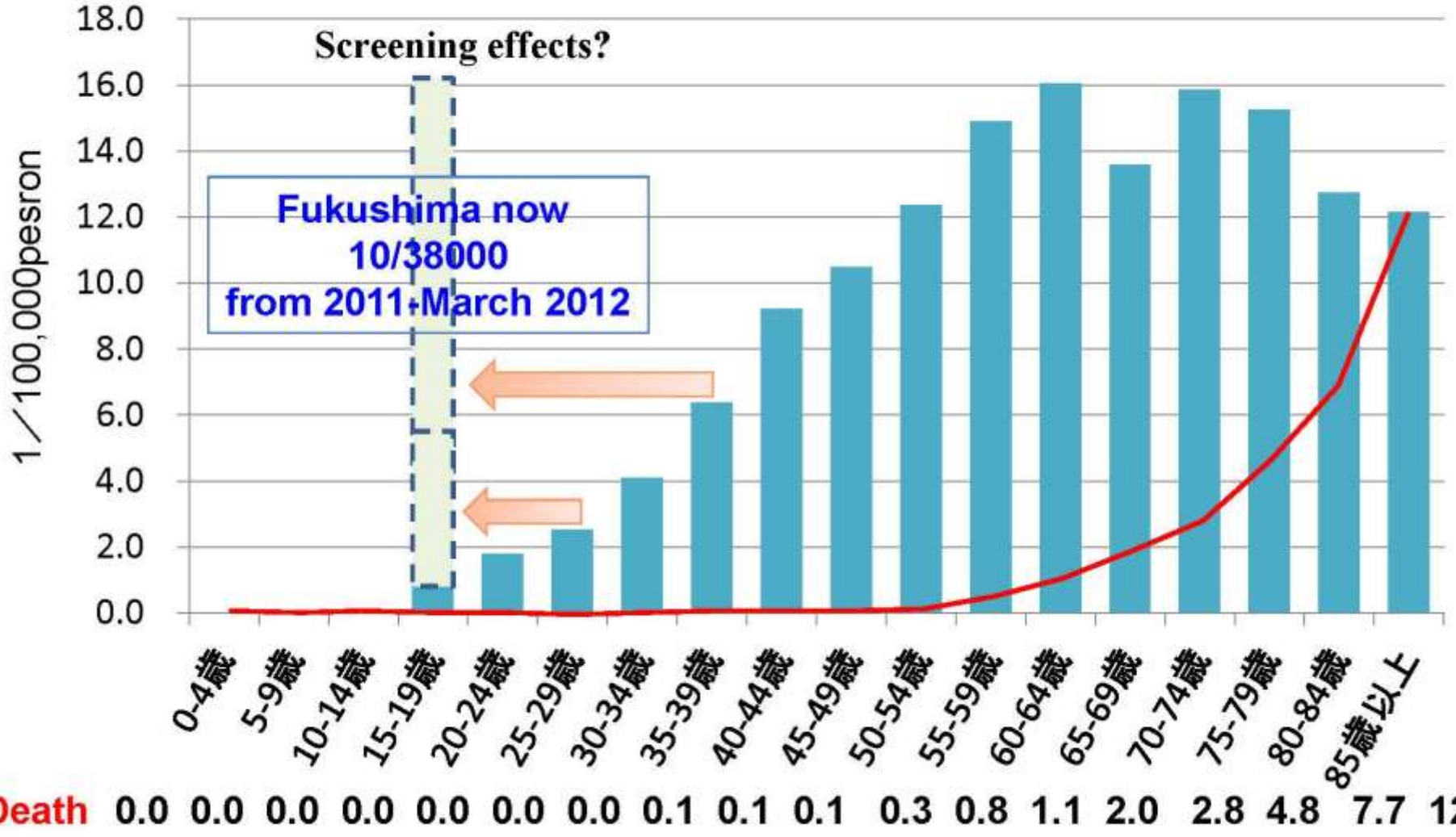
甲状腺がんデータ解釈の整理
ーとりあえず3つの仮説ー

1. 30歳代後半から40歳代の甲状腺がんは、すでに平均年齢15歳の甲状腺にFNAで発見可能な状態で仕込まれている
   - スクリーニング効果（山下説）
2. チェルノブイリでは被ばく開始から4年目ぐらいから起こった明瞭な多発が、甲状腺スクリーニングにより早めに見つかっている
   - もう一つのスクリーニング効果
   - 曝露に応じた多発が起こっている説
3. チェルノブイリ以上の多発が起こっている
   - 人口密度が高いから？
   - 曝露が結構多かったから？

1つの現象に対して成り立つあらゆる仮説を検証しましょう

Incidence of Thyroid Cancer in Japan

−Estimated incidence rate stratified by age per 100,000−



2013年3月11日、山下先生のアメリカでの講演スライドより

(National Cancer Center in JAPAN)

今中哲二編『チェルノブイリ事故による放射能災害』より

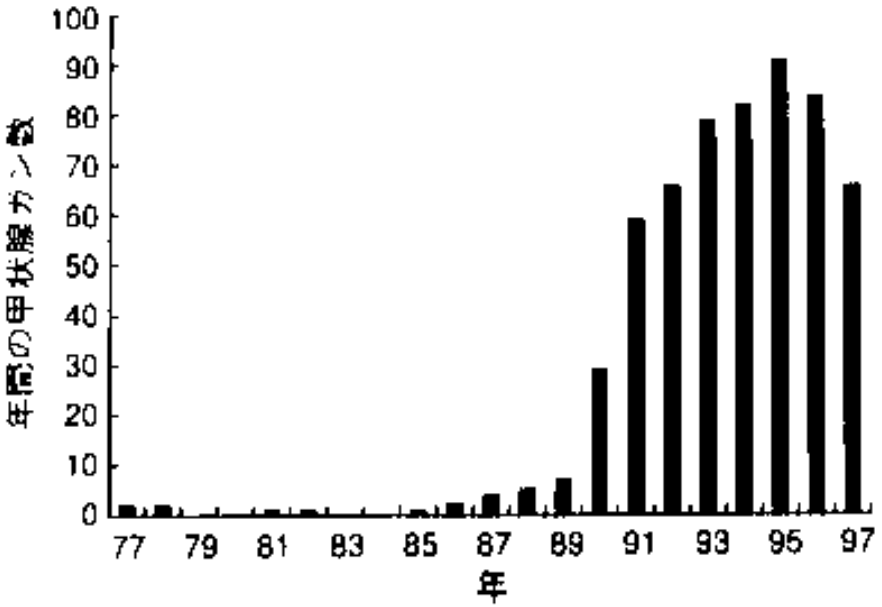


図 1　ベラルーシの小児甲状腺ガン数の変化

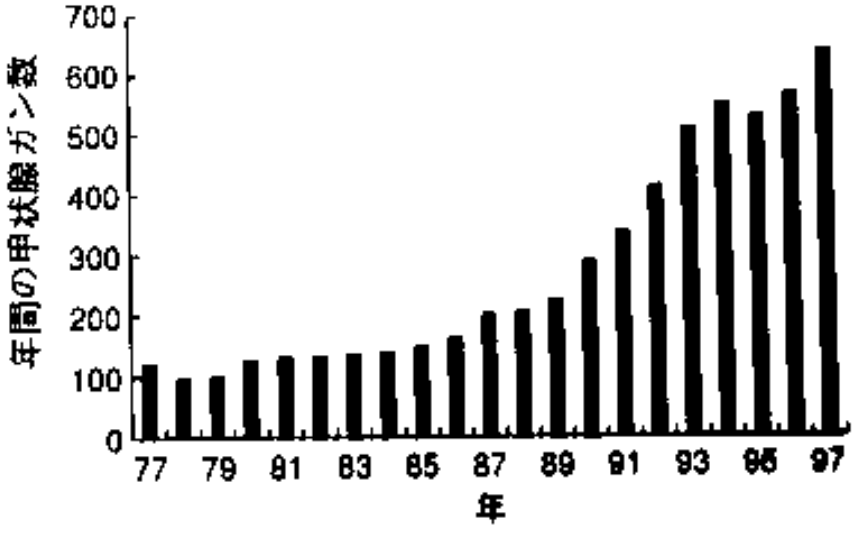


図 2　ベラルーシの青年・大人の甲状腺ガン数の変化

219

現在までの情報を得て、
私たちは今何をすべきでしょうか？

これからのこと

- 現在までの情報やデータから私たちは今何を考えるべき？
- 大学ではグループ討論になりますが・・・
- 1つの提言
  - 2年後にどのような状況かを想定して、これからの行動を設計していきましょう
  - 2年後には今と全く状況が変わっているかも知れません
    - 2010年の状況と2012年の状況が全く異なっていたことを想像してみて下さい

2年後を見据えた行動を

- まず、小児甲状腺がん
  - これは目立つので否定しようがない
  - いつになれば皆が納得するかが問題
    - ありうるとすれば、2年後ぐらい？
- 次に白血病
- その次に、大人の甲状腺がんを含む固形がん
  - さらに、心血管系など、非がん疾患
- 人間を調査をしないと因果関係は見えてきません
  - 因果関係が不明のままでは賠償請求は不利
- 人間を調査するには行政の協力が不可欠
  - 今の福島県やその周辺の「専門家」だけでは、人間の調査を十分に行えない
    - これまでのていたらくを見ていたら分かるでしょう？
  - 広く集めて様々な調査分析を行う組織を作る必要がある

このタイミングを意識する

必要な事柄を言いまくるだけより、メリハリ、資源の集中が必要です

人生一発勝負

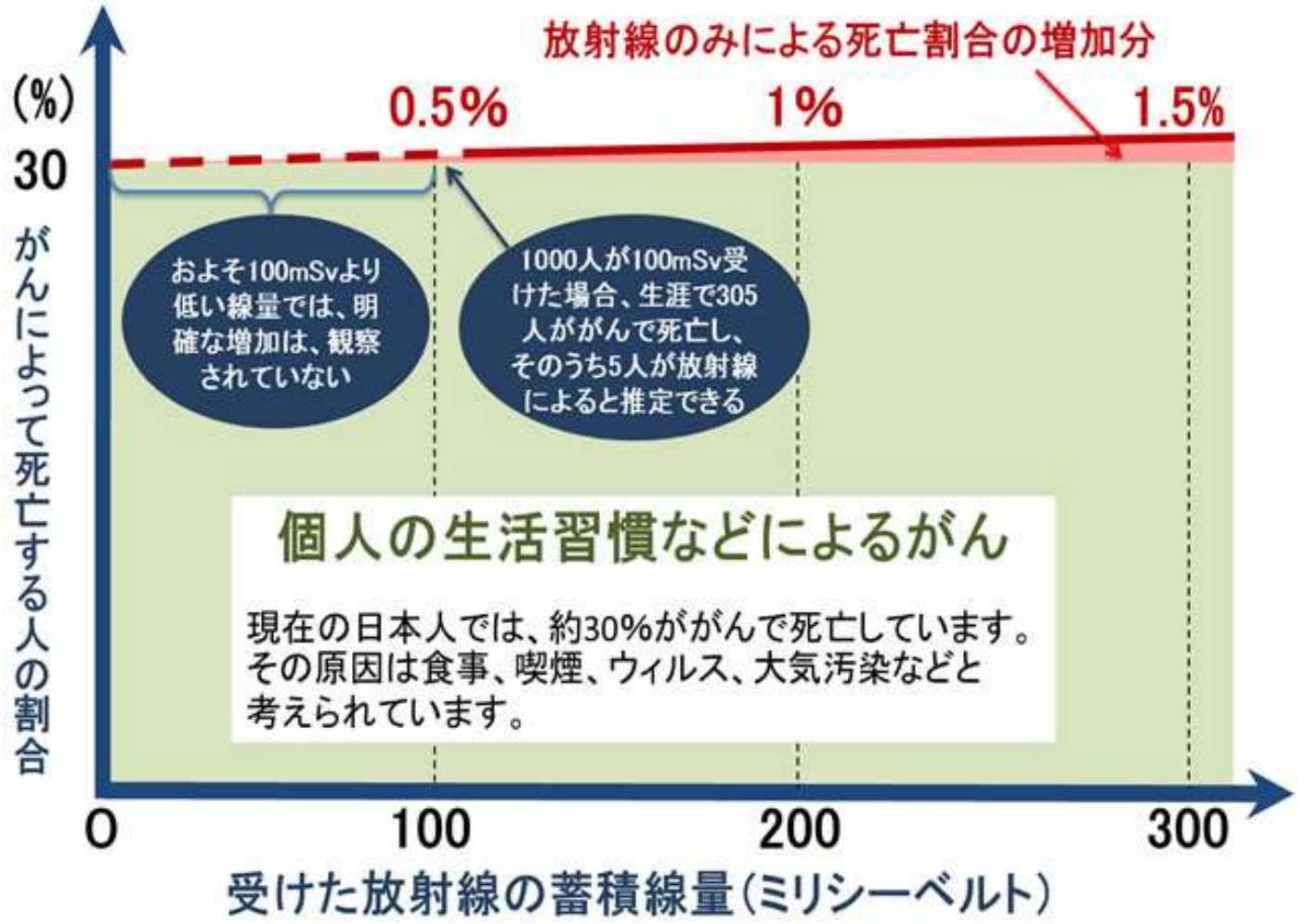
なぜ話がすれ違う？

引っ越しでも人生は変わるが

確率と個人

がんになったら人生は劇的に変わる（時に家族も）

年間で100ミリシーベルトまでゆっくりと被ばくした場合のがん死亡



誰が「極端」なのか？

- 研究成果を挙げたり、もっとも勉強している人の発言が「極端」と解釈される国
  - どんどん極端な方向に政策が傾き、そして大きな損害が生じる傾向
  - 水俣病問題も同様
    - 研究もせず、論文も書かず、研究費を湯水のように使うだけの人が、国の専門家となり政策決定を後押し
- 直接の意見交換や討論をしないから
  - この点、メディアの人たちも注意していただきたい
  - 噂話（記者クラブや官僚と大臣）で政策が決まる国