



311子ども甲状腺がん 損害賠償請求訴訟

第3回口頭弁論期日
第5、第6準備書面（原因確率について）

2022年11月9日

原告ら訴訟代理人弁護士 西念 京祐



本件における因果関係の判断要素

本件における個別的因果関係の判断要素

① 原告らの放射線被ばくの程度

- i 本件事故により、原告らの居住する地域に放射性物質が**拡散**したこと
- ii 原告らが**被ばく**したと考えられること

② 統計学的、疫学的知見等に基づく、被ばくと疾病等との関連性の有無・程度

- i 統計学的、疫学的知見に基づいて、被ばくと疾病等との**関連性が強い**こと
(ii 原告らも曝露群に属しており、小児甲状腺がんを発症していること)

③ 疾病の具体的な症状、その症状の推移及び病歴（既往歴）

- i 原告らには、小児甲状腺がんの原因となるような病歴（既往歴）がないこと
- ii 原告らの小児甲状腺がんが、**被ばく後に発症**したこと

④ 他の危険因子の有無・程度

- (i 小児甲状腺がんは**自然発生頻度が極めて低く**、他の危険因子は考え難いこと)

※濃い青を中心として、薄い青も考慮する。



本件における因果関係の判断要素

本件における個別的因果関係の判断要素

① 原告らの放射線被ばくの程度

② 統計学的、疫学的知見等に基づく、
被ばくと疾病等との関連性の有無・
程度

③ 疾病の具体的な症状、その症状の推移及び病歴（既往歴）

④ 他の危険因子の有無・程度

※濃い青を中心として、薄い青も考慮する。



疫学による因果関係立証

有害物質によって集団的な健康被害が発生した過去の公害訴訟において、疫学的手法を通じて因果関係が認められてきた歴史がある。

四日市公害訴訟など

津地裁四日市支部

昭和47年7月24日判決





疫学 (epidemiology) とは

定義

疫学とは、人を対象とした医学研究における基本的方法論であり、病気の分布を捉え、曝露（原因）と帰結（病気）の因果関係を人のデータで直接検証する方法論である。

epi; ~の上 demos; 人々の集まり logos; 学問
→ 人々の中で起きている諸事象に関する学問

曝露 (exposure) ⇒ 帰結 (outcome)

例えば、ある井戸の水 と 激しい腸炎
喫煙 と 肺がん



ヒュームの提起した問題

18世紀イギリスの経験論哲学者 デイビッド・ヒュームによる問題提起

現実には、「あれ無ければこれ無し」という事象は検証できない。「あれ」という事象は現実には起こってしまっており、「もしあれが無かったら」という事象を、時間を巻き戻して観察することは不可能だから。観察できるのは、「あれ」と「これ」だけであり、その間の因果関係は客観的に認識できない。

このヒュームの問題に答えたのが疫学
曝露され症状を発生した個人を、どれだけ詳細に検討しても、因果関係を知るためには多数回の観察が必要
多数回の観察をするために、曝露集団と非曝露集団を観察して比較する！



曝露集団だけ観察しても分からない

ある物質（ex車の排気ガス）に大量曝露した1000人の集団において20人が発症（例えば喘息）した。



しかしこの20人をどれだけ観察しても、発症の原因がその曝露であるのかは分からない

曝露群（発症20名）



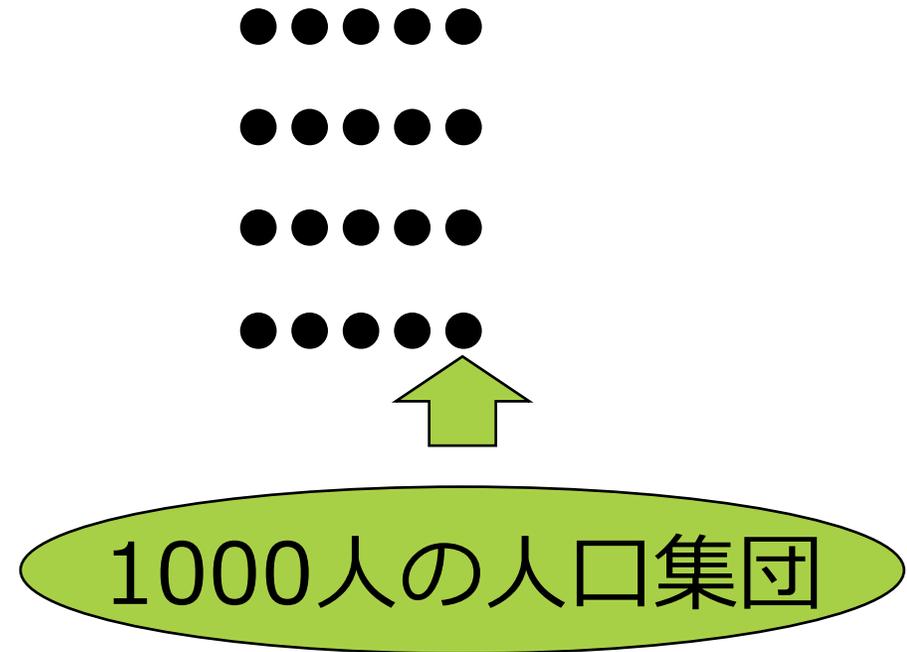
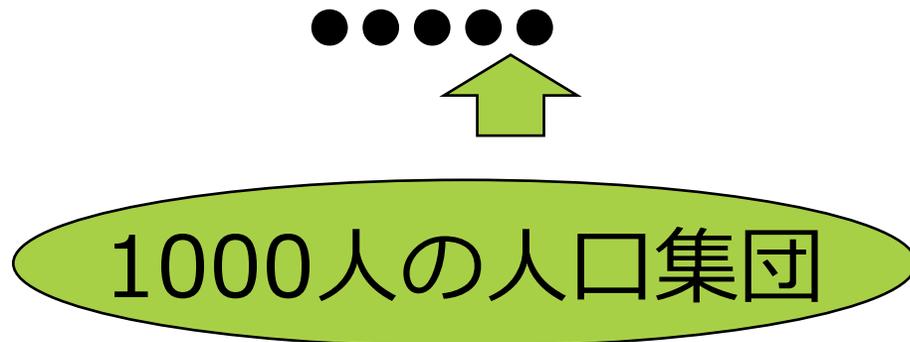
1000人の人口集団



曝露群と非曝露群との比較

非曝露群 (発症5名)

曝露群 (発症20名)



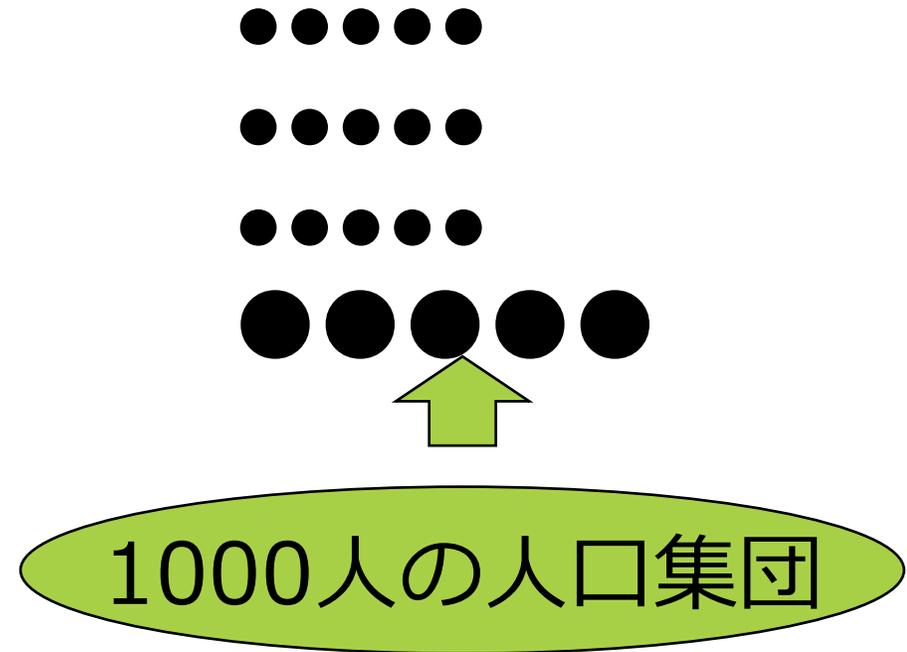
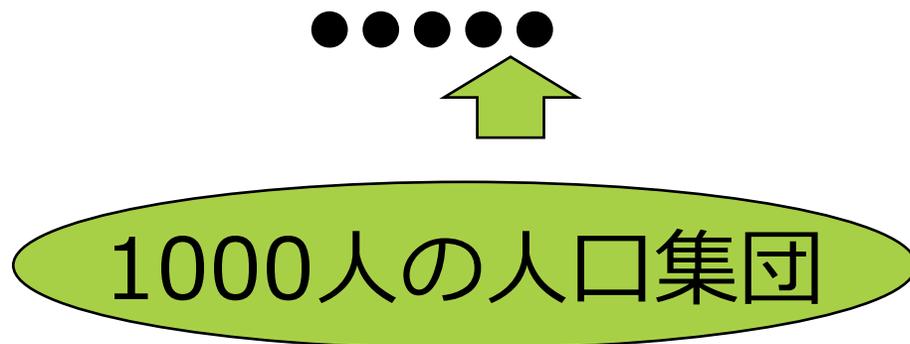
非曝露群と曝露群の発症状況を比較する



曝露群と非曝露群との比較

非曝露群 (発症5名)

曝露群 (発症20名)



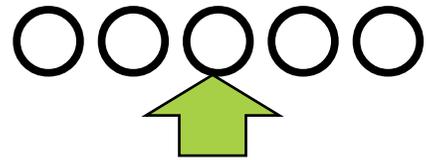
曝露を受けなくても5人は発症していた



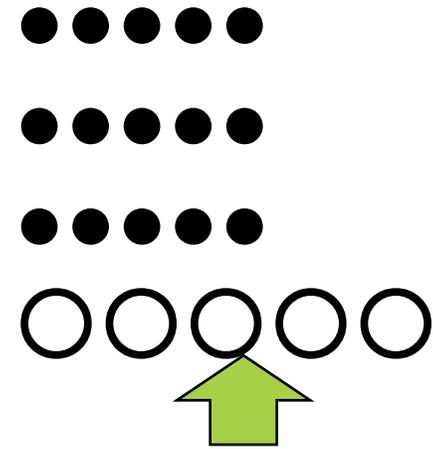
曝露群と非曝露群との比較

非曝露群 (発症5名)

曝露群 (発症20名)



15名の過剰発症



1000人の人口集団

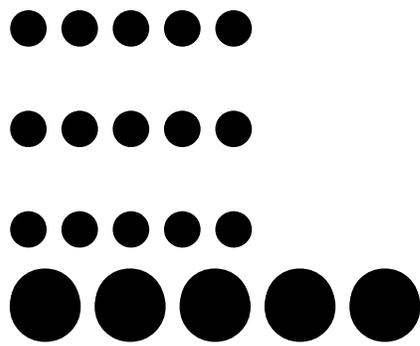
1000人の人口集団

曝露が無ければ15人は発症していなかった



曝露群と非曝露群との比較

曝露群（発症20名）



1000人の人口集団

20個の●のうち、どの●が15人に属し、どの●が他の5人に属するのか●を眺めていても分かり得ない。

そこで、これを蓋然性（確率）で定量的に把握するのが疫学の発想

$$(20 - 5) \div 20 = 75\%$$



疫学の代表的な研究デザイン

各種の研究デザイン

- ① 症例対照研究(case-control study)
- ② 前向きコホート研究(prospective cohort study)
- ③ 後ろ向きコホート研究 (retrospective cohort study)
- ④ コホート内症例対照研究(nested case-control study)
- ⑤ 横断研究(cross-sectional study)
- ⑥ 地域相関研究(ecological study)

疫学においては、**各種の研究デザイン**とそこから**各種の因果関係の指標を得る方法**や観察された指標が因果関係とは関係のない偶然誤差やバイアスによるものではないかを検討する**解釈の方法等**が**体系的に確立している**。



疫学指標 リスク比（コホート研究）

リスク比の2×2表

	曝露群 (大量喫煙)	非曝露群 (非喫煙)
発症あり (肺がん)	a (18人)	b (2人)
発症なし	c (182人)	d (198人)

$$R_1 \text{ (曝露群のリスク)} = a \div (a + c) = 0.09$$

$$R_0 \text{ (非曝露群のリスク)} = b \div (b + d) = 0.01$$

$$RR \text{ (リスク比)} = R_1 \div R_0 = 9 \quad \text{9倍の多発}$$



疫学指標 発生率比（コホート研究）

発生率比の2×2表

	曝露群 (大量喫煙)	非曝露群 (非喫煙)
発症あり (肺がん)	a人 (18人)	b人 (2人)
延べ観察時間	PY1人年 (200人年)	PY0人年 (200人年)

R1 (曝露群の発生率) = $a/PY1$

R0 (非曝露群の発生率) = $b/PY0$

IRR (発生率比) = $(a/PY1) / (b/PY0) = 9$ 9倍の多発



相対危険度と原因確率

相対危険度

曝露群で非曝露群に比べて何倍症状が多発するかの指標を
「相対危険度 (relative risk ; RR)」という。

コホート研究のリスク比や発生率比は相対危険度の一つである。

相対危険度	= 1 なら	曝露は発症に影響を与えない
相対危険度	> 1 なら	曝露が発症を増やす方向で影響している
相対危険度	< 1 なら	曝露が発症を減らす方向で影響している



相対危険度と原因確率

原因確率

原因確率とは？

曝露され疾病に罹患している集団の中で、曝露によるものと推認できる増加分がどれ位の割合を占めているかを示す指標

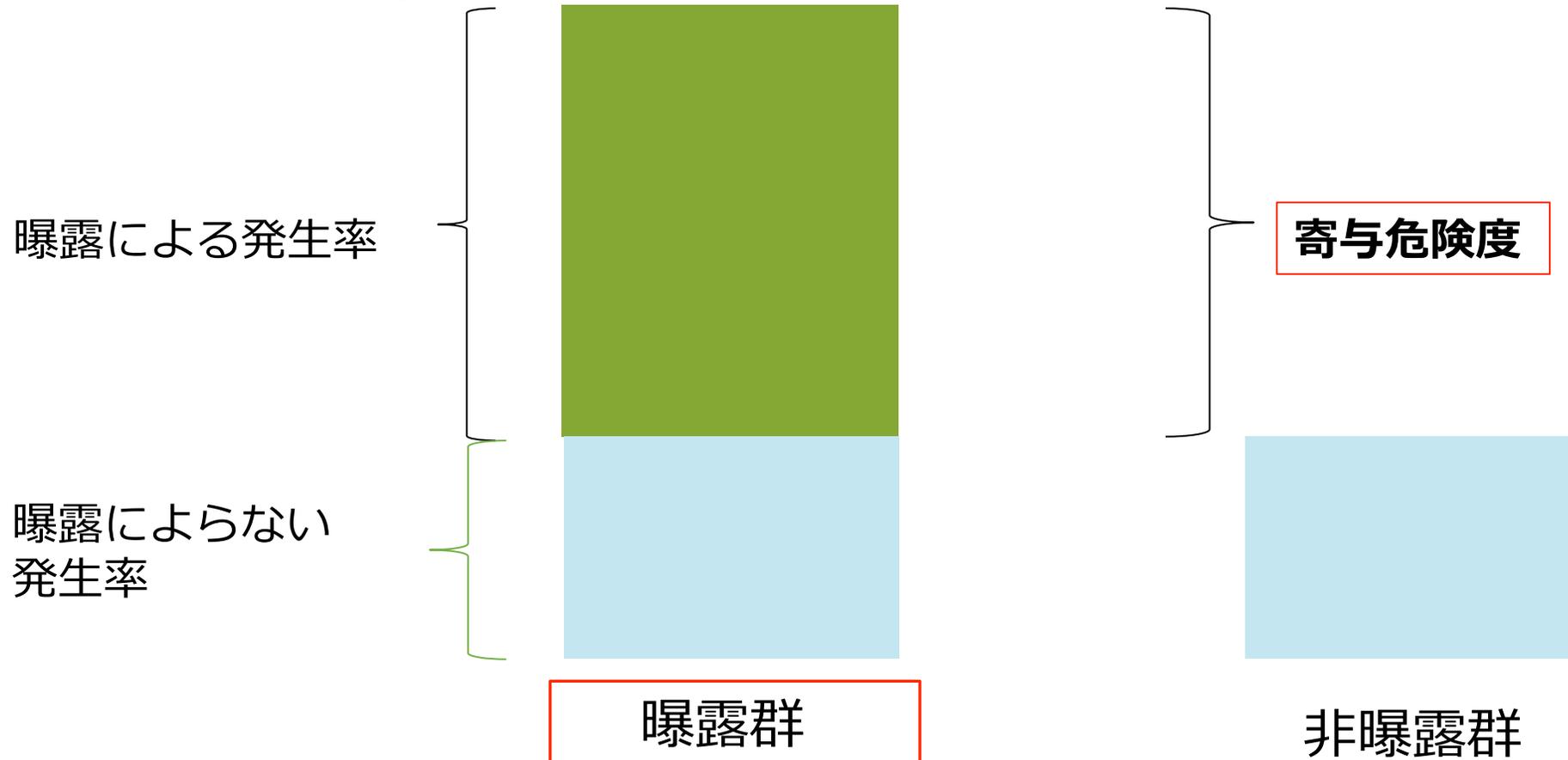
「曝露群寄与危険度割合」や「寄与分画」等とも言



相対危険度と原因確率

原因確率

曝露群寄与危険度割合 (= 原因確率の下界値)

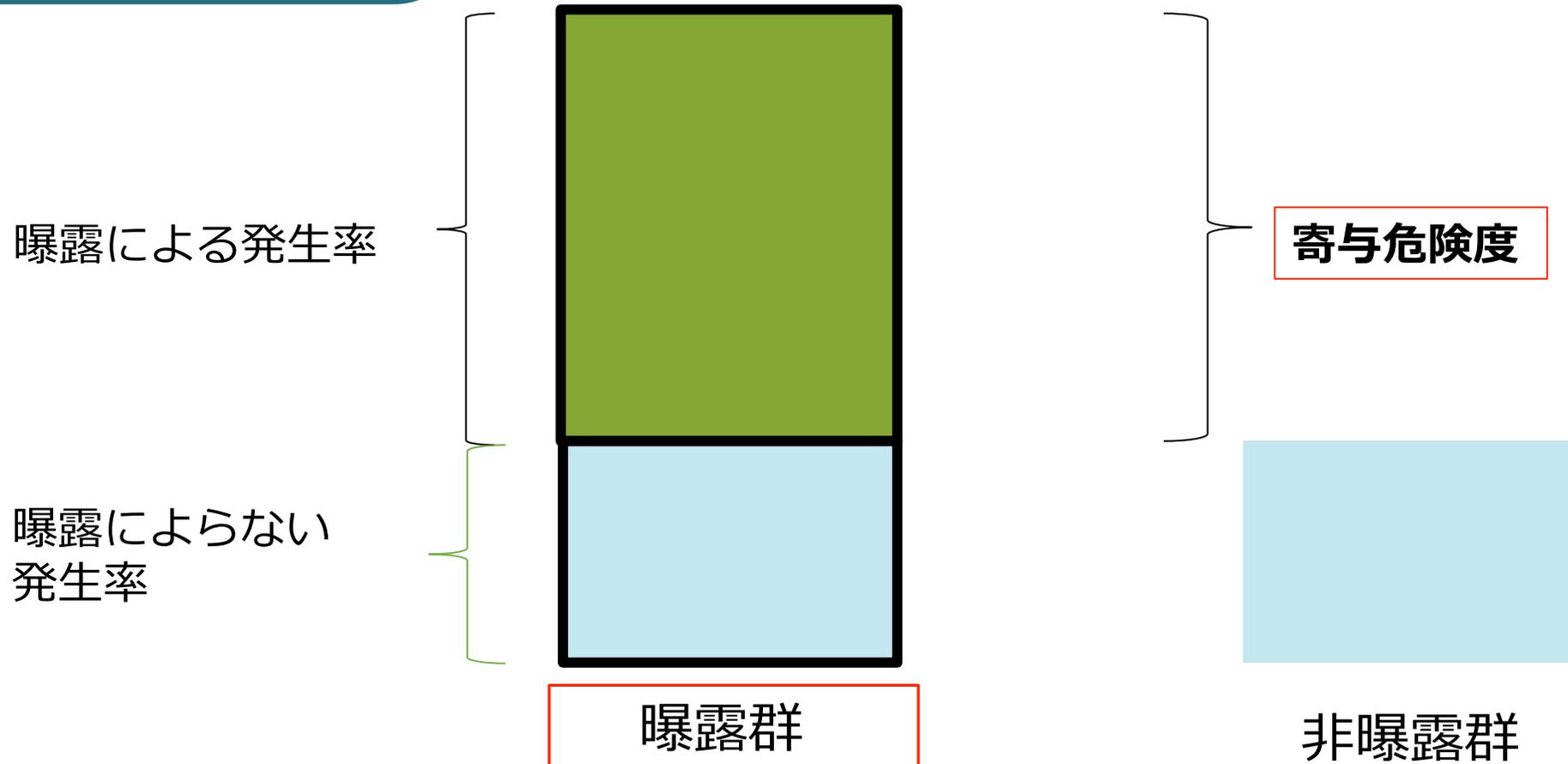




相対危険度と原因確率

原因確率

曝露群寄与危険度割合 (= 原因確率の下界値)





相対危険度と原因確率

原因確率

原因確率は、下記の式で計算できる。

$$\text{原因確率} = (\text{相対危険度} - 1) / \text{相対危険度}$$

相対危険度と原因確率は、一方が決まると他方が決まる関係にある。

ex 相対危険度が 2 以上 = 原因確率が 50% 以上 $(2-1) / 2 = 0.5$
相対危険度が 5 以上 = 原因確率が 80% 以上 $(5-1) / 5 = 0.8$



原因確率は因果関係判断の指標

アメリカのリスク倍増論

相対危険度2, 原因確率50%のルール化

米国の民事訴訟；連邦最高裁ドーバート判決

作用因子が個人の疾患の原因となる確率又は可能性を疫学的知見の相対危険度をもとに算出し、**相対危険度が2を超えるならば、個人の疾患罹患がその作用因子を原因とする確率も50%を超えることとなり、優越的蓋然性が認められ、個別的因果関係も肯定できるとする。**

現役裁判官向け；Reference Manual on Scientific Evidence

甲全120号証

いくつかの米国の裁判法廷では、**曝露群における疾病の頻度が、非曝露群における疾病の発生頻度の2倍を超えることを基礎づける疫学的研究論文がある場合には**（いわゆる2を超える相対危険度の場合）、その曝露が同じ状況にある個人の疾患の原因である確率も50%を超えると判断してきた。したがって、これらの法廷では、**曝露群における発生頻度が非曝露群における発生頻度の2倍を超えるという疫学的証拠がある場合には、その証拠は陪審に、具体的な因果関係に関する証拠であるとして原告の提出の責任を十分に満たすと判断することになる。**



原因確率は因果関係判断の指標

国内の公害裁判例 大気汚染公害訴訟 (甲全122号証)

2000年以前の大気汚染公害訴訟

「疫学的因果関係の判定基準を満たしているような場合には訴訟上の因果関係を証明する極めて重要な資料の一つである」 (川崎第2～4次・横浜地川崎支判平10・8・15)

2000年以降の大気汚染公害訴訟

千葉大調査を科学的信頼性の高いものと評価し、疫学によって、因果関係を認定している。気管支喘息の発症または増悪について、非汚染地域に居住する住民に対する、自動車排ガスへの曝露の相対危険度が4倍を上回る、すなわち、原因確率が75%を上回る汚染地域に居住する原告について、東京訴訟判決(東京地判平14・10・29)は、自動車排ガスへの曝露との因果関係が存在する高度の蓋然性を事実上推定し、尼崎訴訟判決及び名古屋南部訴訟判決(名古屋地判平12・11・27)は、自動車排ガスへの曝露との因果関係が存在する高度の蓋然性があるものと判断した。



判例の到達点

判例は、公害を中心に、薬害、労災という、有毒物質による集団的な疾患の発症による健康被害の事案において、当該物質が疾患を発症させるメカニズムが医学的に解明されていない場合でも、疫学を用いて因果関係を認定することを認めてきた。

有毒物質による集団的な健康被害の事案では、疫学を用いて因果関係を認定することが裁判例として定着している。



疫学的因果関係に関する学説

河村浩判事、公害等調整委員会事務局審査官（当時） （甲全119号証）

相対危険度が5倍を超えると、相対危険度による推定の確率が証明度である80パーセントを超えることになる。この場合、被告の行為が原因として寄与している確率が高く、逆に、択一的な他因子が存在しない（あるいは、競合的な他因子の影響が少ない）ことを相対的に証明できているといえるから、被告の行為の原因性につき、高度の蓋然性＝証明度80パーセントを超える心証（事後確率）が形成され、表見証明ないし一応の推定を認めてもよいことになる。

もっとも、その相対危険度は、代表的な交絡因子等を補正した上での推定値であることが望ましいことはいうまでもないが、5倍を超えるような大きな相対危険度が観察された場合には、すべてが交絡因子等の影響によるものとは考えにくく、また、当事者間の立証負担の公平をも併せ考慮すると、交絡因子等の補正がなされていないからといって、信頼に値しない疫学的データであるとすべきではなく、粗分析の結果、得られた疫学的データをもとに算出された相対危険度をもって、表見証明ないし一応の推定を認めるべきである。



疫学的因果関係に関する学説

瀬川信久教授、北海道大学・早稲田大学名誉教授 (甲全121号証)

相対危険度による推認が70～80パーセントの証明度を超えるときは、個別的因果関係を推定し（一応の推定）、それ以下でも50パーセントを超えるときには事実上の推定を認めるべきである、ただし、個別的因果関係は事実上推定されるに過ぎないから、反証の可能性が残るとする。

吉村良一教授、立命館大学 (甲全122号証)

疫学は人体の健康に影響を及ぼす原因を定量的に明らかにするものであり、その基本は、曝露のあった集団となかった集団の患者の発生率の比較から導かれる相対危険度であって、因果関係は原因確率において量的に表現される。

疫学によって原因確率が80ないし90%を超える（相対危険度5ないし10以上）の場合、当該知見が当該原告にはあてはまらないという特段の事情がなければ、因果関係は高度の蓋然性をもって証明されたもの（少なくとも推定されたもの）と扱って良い。



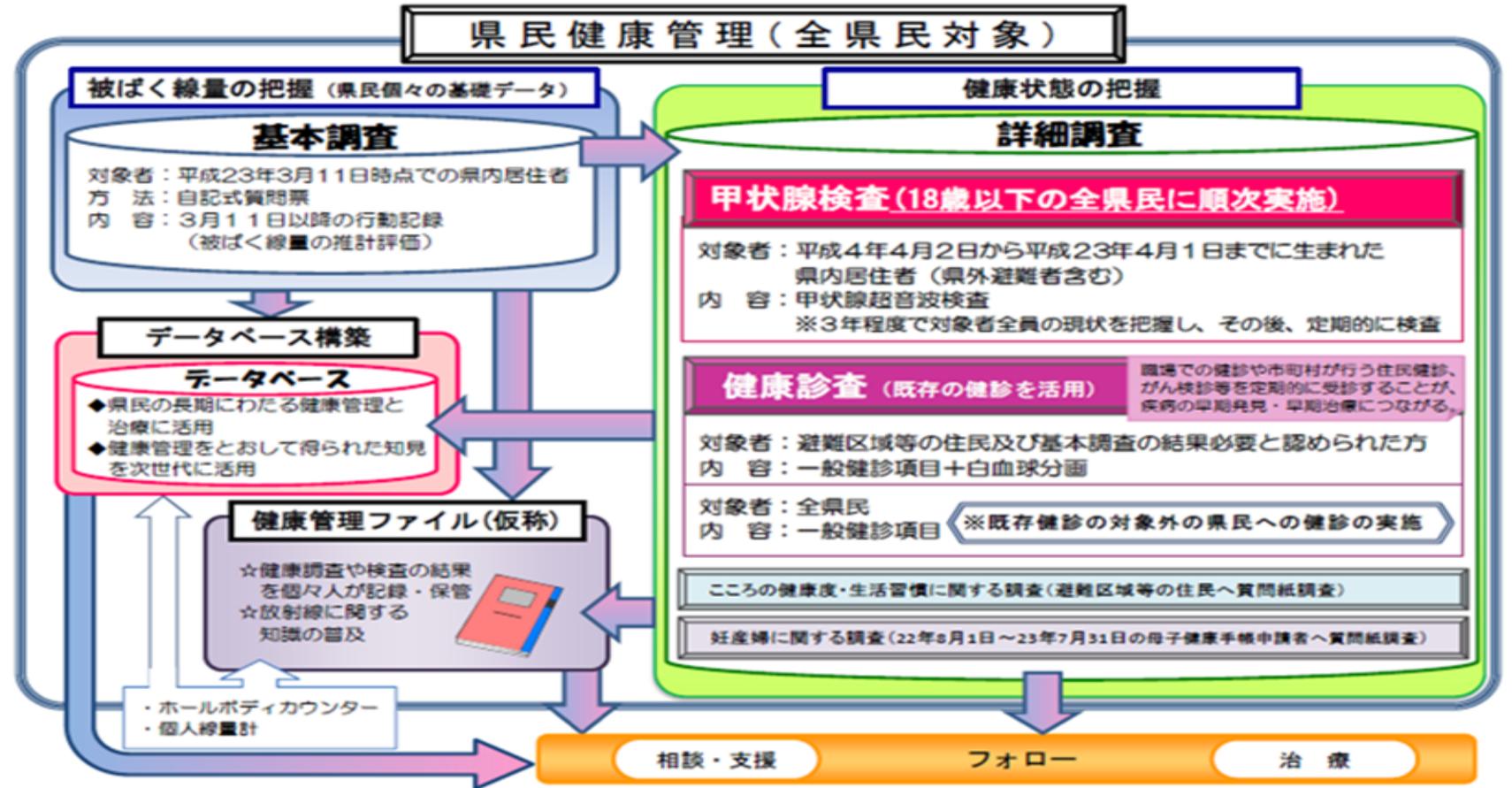
本件に関する疫学調査

～福島県県民健康調査～

福島第一原発事故による健康影響を調べるための唯一の網羅的健康調査（甲全124号証）

調査主体：福島県
調査は、福島県立医大に委託

助言や評価のため専門家による「検討委員会」を設置





甲状腺検査

「**基礎知識**として、放射線の影響がない場合・・・**小児甲状腺がん**は年間**100万人**あたり**1, 2名**程度と**極めて少なく**、**結節の大半は良性**のものです。」

「現時点での子どもたちの健康管理の基本として、**甲状腺の状態**をご理解していただくことが、**安心につながる**ものと考えております。」

(甲全124号証)

【目的と概要】

東京電力福島第一原発事故による放射線の健康影響については、現時点での予想される外部及び内部被ばく線量を考慮すると極めて少ないと考えられます。しかしながら、チェルノブイリで唯一明らかにされたのが、放射性ヨウ素の内部被ばくによる小児の甲状腺がんの増加であったことから、甲状腺の長期健康管理に関しては多くの保護者の関心の一つとなっています。原発事故後の県民の健康管理にあたり、安心していただくことが重要となります。また、チェルノブイリでは事故後4～5年後に甲状腺がんの増加を認めたことから、安全域を入れ3～4年後からの18歳以下の全県民調査を予定しております。

基礎知識として、放射線の影響がない場合でも、通常小児では触診で約0.1から1%前後、超音波検査で数%の甲状腺結節（しこり）を認めることが予想されます。しかし、小児甲状腺がんは年間100万人あたり1、2名程度と極めて少なく、結節の大半は良性のものです。

このように、現時点での子どもたちの健康管理の基本として、甲状腺の状態をご理解していただくことが、安心につながるものと考えております。そのため、本年度から甲状腺超音波診断の先行調査を開始することとします。ロードマップに従い、全県下の医療機関と協力し、実効性と持続性のある甲状腺健診体制を整備する予定です。



県民健康調査 甲状腺検査の結果

1巡目検査 (先行検査)

「結果判定数」 30万0473人

「悪性ないし悪性疑い」 116人

手術実施102人 101人が甲状腺がんと確定診断

100万人あたり386人

※有病割合

2巡目検査 (本格検査1巡目)

「結果判定数」 27万0529人

「悪性ないし悪性疑い」 71人

手術実施52人 52人が甲状腺がんと確定診断

※有病割合

100万人あたり262人



ORIGINAL ARTICLE

OPEN

Thyroid Cancer Detection by Ultrasound Among Residents Ages 18 Years and Younger in Fukushima, Japan: 2011 to 2014

Toshihide Tsuda,^a Akiko Tokinobu,^b Eiji Yamamoto,^c and Etsuji Suzuki^b

Background: After the Great East Japan Earthquake and Tsunami in March 2011, radioactive elements were released from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. Based on prior knowledge, concern emerged about whether an increased incidence of thyroid cancer among exposed residents would occur as a result.

Methods: After the release, Fukushima Prefecture performed ultrasound thyroid screening on all residents ages ≤ 18 years. The first round of screening included 298,577 examinees, and a second round began in April 2014. We analyzed the prefecture results from the first and second round up to December 31, 2014, in comparison with the Japanese annual incidence and the incidence within a reference area in Fukushima Prefecture.

Results: The highest incidence rate ratio, using a latency period of 4 years, was observed in the central middle district of the prefecture compared with the Japanese annual incidence (incidence rate ratio = 50; 95% confidence interval [CI] = 25, 90). The prevalence of thyroid cancer was 605 per million examinees (95% CI = 302, 1,082) and the prevalence odds ratio compared with the reference district in Fukushima Prefecture was 2.6 (95% CI = 0.99, 7.0). In the second screening round, even under the assumption that the rest of examinees were disease free, an incidence rate ratio of 12 has already been observed (95% CI = 5.1, 23).

Conclusions: An excess of thyroid cancer has been detected by ultrasound among children and adolescents in Fukushima Prefecture within 4 years of the release, and is unlikely to be explained by a screening surge.

(*Epidemiology* 2015;XX: 00–00)

The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant released radioactive elements after the Great East Japan Earthquake and Tsunami on March 11, 2011. As the wind shifted direction over time, ^{131}I , ^{134}Cs , and ^{137}Cs , in addition to other radionuclides, were released to both the northwest and the south of the plant.¹ The relative amounts of radioactive material released were estimated to be 9.1% ^{131}I , 17.5% ^{137}Cs , and 38.5% ^{134}Cs . Compared with Chernobyl where one reactor melted down, at Fukushima three reactors melted down.² Radiation released into the atmosphere from the Fukushima accident was estimated to be approximately 900 petabecquerel (^{131}I : 500 petabecquerel, ^{137}Cs : 10 petabecquerel). The radiologic equivalence to ^{131}I International Nuclear Event Scale was approximately one-sixth of the 5,200 petabecquerel calculated to have been released by the Chernobyl accident.³

岡山大学の津田敏秀教授らのグループが県民健康調査の結果を分析した研究論文が、国際環境疫学会の発行する査読誌である

「Epidemiology (疫学)」電子版に掲載された(甲全125号証)

※2015年10月



外部比較

福島県における甲状腺がんの発生状況を日本全国の発生率と比較（発生率比：IRRを指標とする）

外部比較で最も高いところで約50倍、全体としても約30倍の多発が生じていると報告

内部比較

福島県内でも被ばく線量の高かったと考えられる地域と、低かったと考えられる地域との間で、小児甲状腺がんの発生率に差があることを示すもの（有病オッズ比を指標とする）

内部比較で最大2.6倍の違いが生じていることが分かると報告



国際環境疫学会 (ISEE) 日本政府宛て書簡



Francine Laden, Sc.D., *President*
Verónica Vieira, D.Sc., *Secretary-Treasurer*
Manolis Kogevinas, M.D., Ph.D., *President-elect*

Secretariat: Infinity Conference Group
(Contact: Doreen Albertson)
1035 Sterling Road, Herndon, VA 20170
703-925-0178 (Voice) 703-925-9453 (Fax)
info@iseepi.org (E-Mail)
www.iseepi.org (website)

The following correspondence was sent on January 22, 2016, to authorities in Japan including

Ms Tomoko Kitajima, Director General, Environmental Health Department, Ministry of the Environment Government of Japan

Mr. Hiroyuki Kobayashi, Chief, Department of Health and Welfare, Section for Fukushima Health Management Survey

Ms Tamayo Marukawa, Minister of the Environment (ascertained), Ministry of the Environment Government of Japan

On behalf of environmental epidemiologist, we at the International Society for Environmental Epidemiology (ISEE), the largest international professional organization for such scientists, are concerned about the recent scientific evidence suggesting an increase in the risk of thyroid cancer among residents of Fukushima that is much higher than previously anticipated.

The recently published study¹ demonstrates a 12-fold higher risk of developing thyroid cancer among residents of Fukushima compared to the rest of the Japanese population. This is an exceptionally high risk, as pointed out in the commentary to the published paper. This study builds on previous concerns about the lack of appropriate data and studies to monitor the long-term impact of the Fukushima nuclear disaster on local residents. Preliminary results of the study were presented at a special Symposium, organized at the ISEE Annual Meeting in Sao Paulo in September

津田論文の発表後、**国際環境疫学会**は、**日本政府に宛てて書間を送った。**

この書間は、「環境疫学者の組織として世界最大の専門家集団である「国際環境疫学会 (ISEE)」は、環境疫学者を代表し、福島県民における甲状腺がんの発症リスクが、想定よりもはるかに大きいと示した最近の科学的証拠について憂慮しています。」とし、

事故によって影響を受けた集団に対し、**甲状腺がんの早期発見・早期治療を可能にするための、継続的かつ体系的なスクリーニングの必要性を指摘し、**日本政府に対し、科学的に記録し追跡するための一連の方策の構築を求めた
(甲令126号証)



原因確率の算出

岡山大学の津田敏秀教授に、県民健康調査の2015年以降に明らかとなった結果も含めた分析による、相対危険度や原因確率の算出をお願いした。

これをまとめたものが、
津田意見書（甲全第127号証、同第128号証）

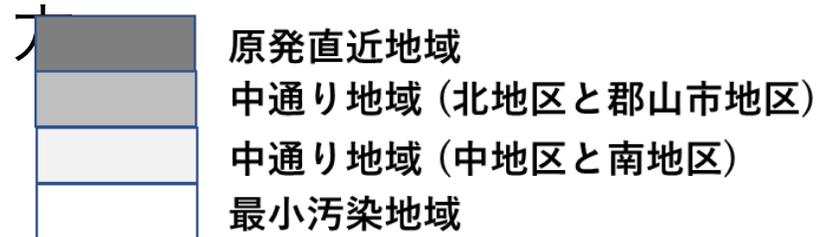


9つの地域分け

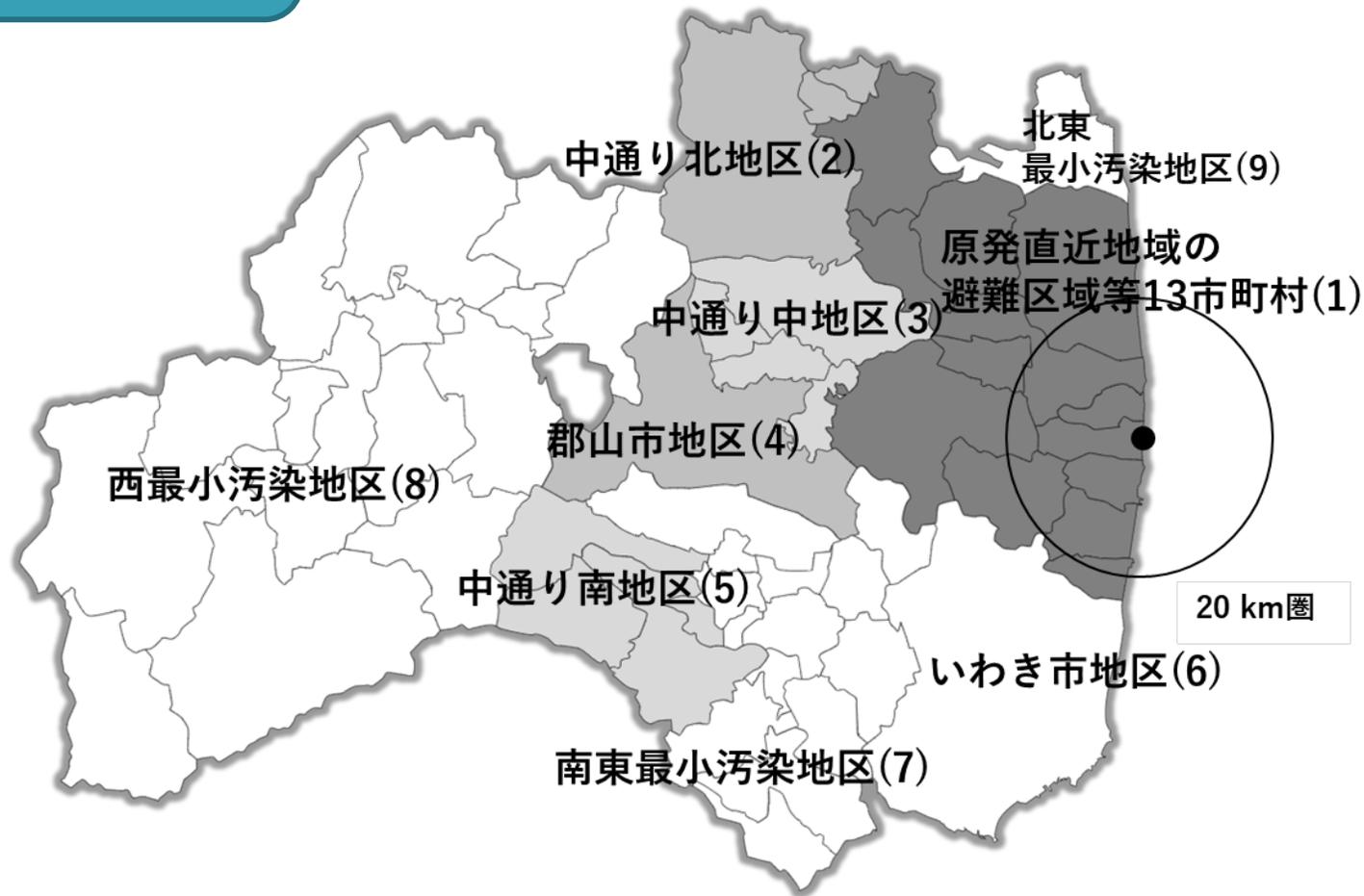
福島県を9つの地位に分けて
分析

想定される汚染の程度差を考
慮、

検出力を確保し、かつ検査時
期による交絡にも対応した分け



● 福島第一原子力発電所

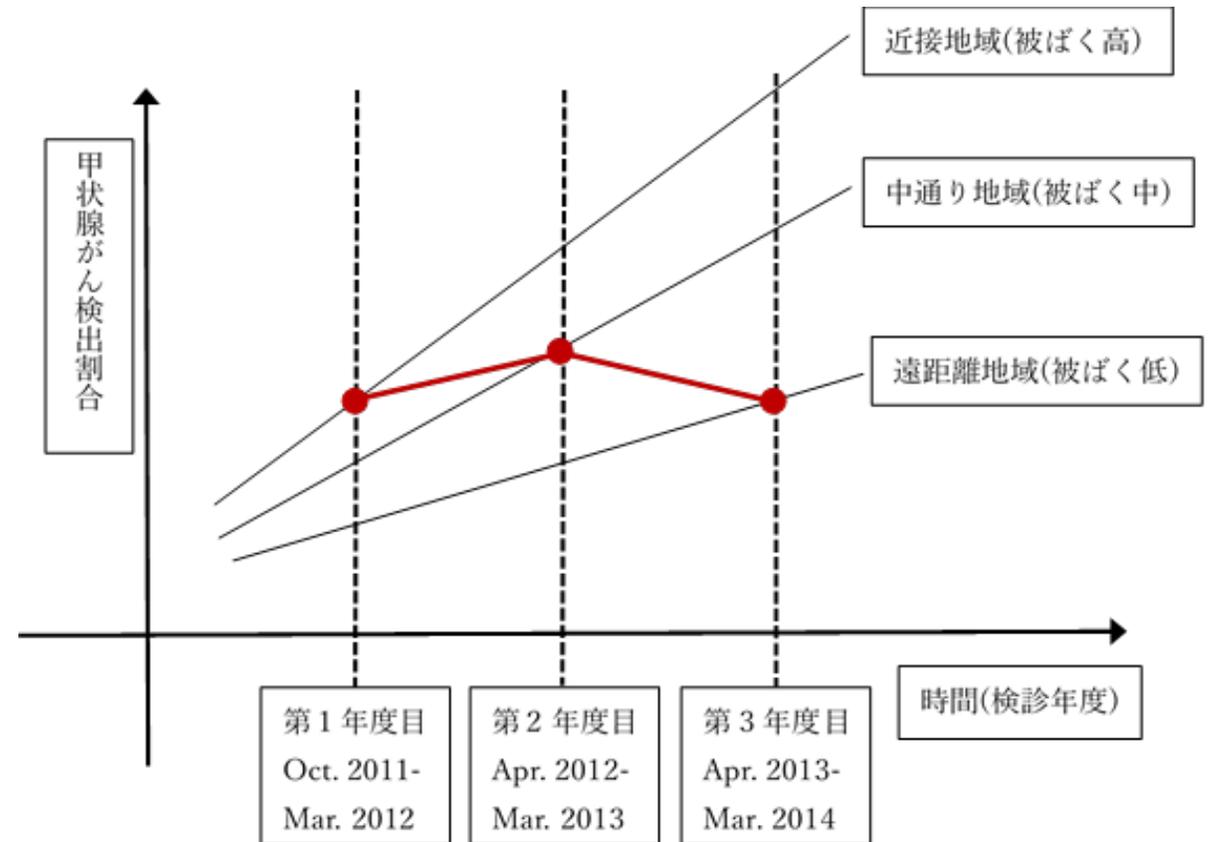




交絡の補正とは

疫学調査において、調査しようとする因子以外で、結果に影響を与える因子が存在するために、見かけ上の関連性がゆがめられてしまうことを**交絡バイアス**という。

検査時期の違いは、影響を過小評価する交絡バイアスとなる。
また、**年齢構成の違い**も、影響をゆがめる危険性がある。そこで、これらの交絡の調整が必要となる。





岡山大学津田敏秀教授による意見書

(甲全第127、128号証)

	1巡目		2巡目	
	受診者数 (がん症例数)	IRR(倍率) (95%C.I.)	受診者数 (がん症例数)	SIR(倍率) (95%C.I.)
原発周辺地域	41,810 (15)	28 (15-47)	34,557 (17)	61 (35-97)
福島市周辺	50,617 (12)	20 (10-35)	45,580 (11)	36 (18-64)
二本松・本宮市周辺	18,193 (11)	50 (25-90)	16,346 (4)	38 (10-98)
郡山市	54,062 (25)	39 (25-57)	48,046 (18)	57 (34-91)
白河市周辺	16,465 (8)	40 (17-80)	14,637 (2)	22 (3-80)
いわき市周辺	49,430 (24)	40 (26-60)	45,265 (9)	26 (8-41)
いわき市西側町村	29,816 (9)	25 (12-48)	28,088 (4)	22 (6-56)
会津地方	33,720 (12)	30 (15-52)	32,208 (5)	23 (7-53)
相馬地方	6,360 (0)	0 (0-48)	5,788 (1)	27 (1-152)
合計	300,473 (115)	32 (26-38)	270,516 (71)	38 (29-47)



津田意見書に示された相対危険度と原因確率

1巡目検査

全国の発生率と比較した、甲状腺がんのIR:発生率比（相対危険度）は、全体で31.9倍

原因確率 96.8%

2巡目検査

全国の発生率と比較した、甲状腺がんのSIR:標準化発生率比（相対危険度）は、全体で38倍

原因確率 97.3%



主な公害事例との比較

主な公害事例や職業病事例等に関する因果関係認定の原因確率

事 例	認められた人々が持つか政府が認める倍率	
	原因確率	相対危険度
大気汚染	50 – 67%以上	2倍～3倍以上
原爆症	10%以上	約1.1倍以上
ヒ素中毒	50%以上	2倍以上
じん肺肺がん	50 – 75%以上	2-4倍以上
環境アスベスト曝露と肺がん	50%以上	2倍以上



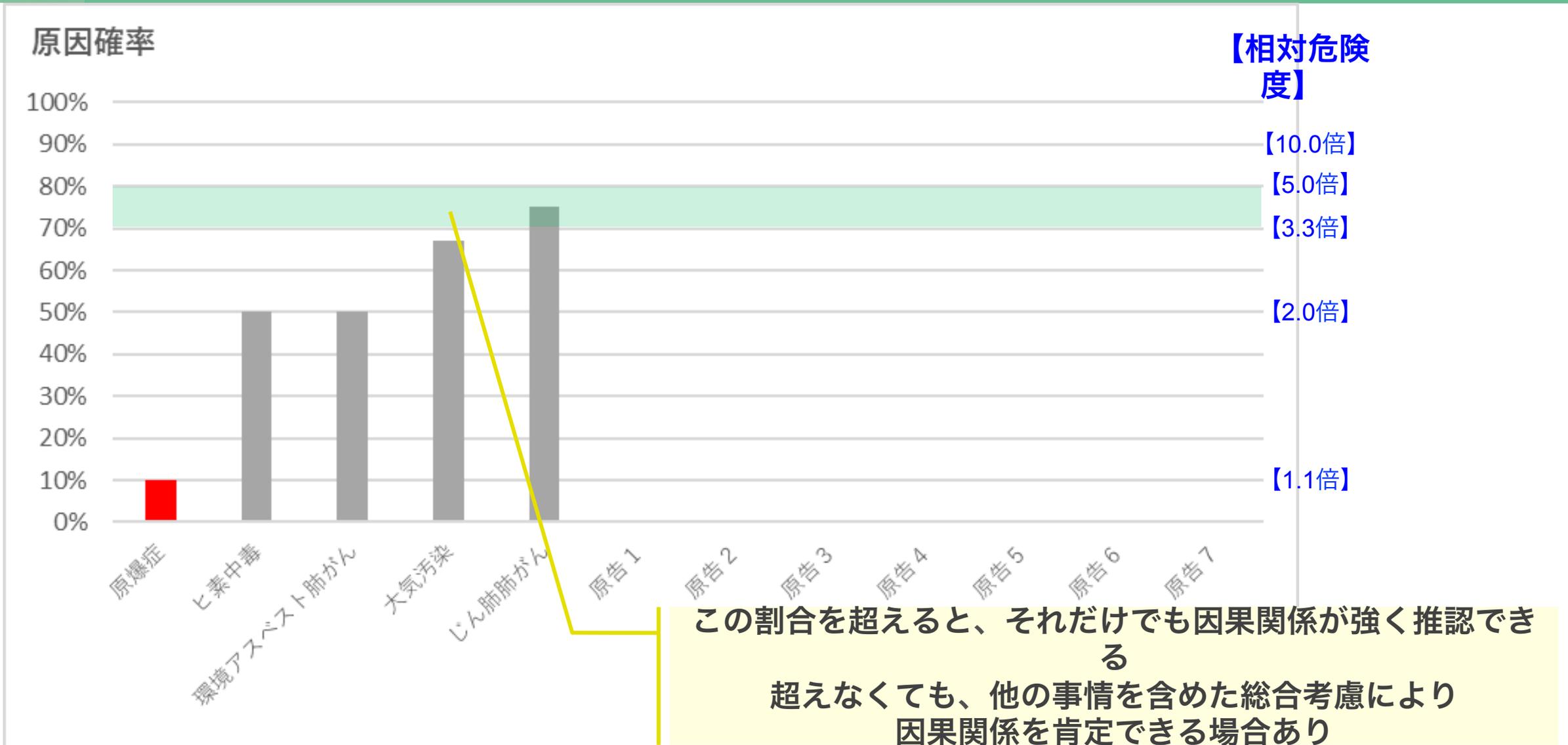
各原告の原因確率について

番号	性別(生年月)	地区・巡目	SIR(年齢標準化 発生率比：倍率) 下段は95%CI	原因確率(寄 与分画)% 下段は95%CI
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				

**原告らの
原因確率は、
94.9%～
99.3%
の間に分布**

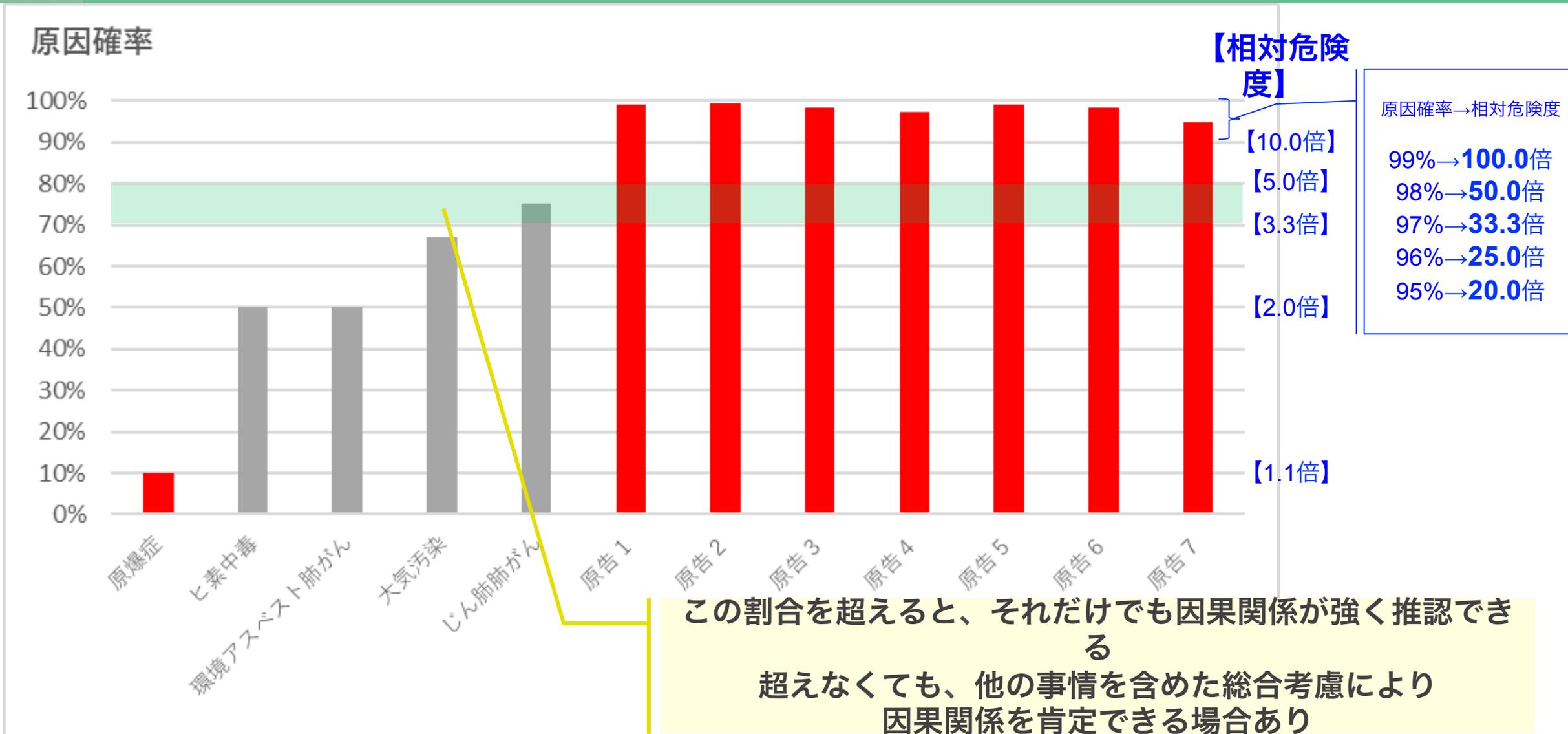


各原告の原因確率の高さ





各原告の原因確率の高さ





各原告の原因確率について

原告らの原因確率は、いずれも90パーセントを大きく超えている。

過去の裁判例や、学説に照らしても、このように高い原因確率が得られている場合には、その知見が当該原告にはあてはまらないという特段の事情がない限り、因果関係は高度の蓋然性をもって証明されたもの（少なくとも推定されたもの）と扱って良い。

したがって、本件事故に由来する放射線に被ばくした各原告が甲状腺がんを発症した原因は、特段の事情がない限り、本件事故による放射線被ばくであることが認められる。