

# 放射線と健康リスク、環境リスク

浦島 充佳

東京慈恵会医科大学 分子疫学研究室 室長、小児科学講座 医長、医学博士、公衆衛生修士、准教授



浦島 充佳

(うらしま みつよし)

東京慈恵会医科大学 分子疫学研究室 室長、小児科学講座 医長、  
医学博士、公衆衛生修士、准教授

## 講師経歴

### ■ 略歴

1986年 東京慈恵会医科大学卒業後、附属病院において骨髄移植を中心とした小児がん医療に献身。

1993年 医学博士。

1994～97年 ダナファーバー癌研究所留学。

2000年 ハーバード大学大学院にて公衆衛生修士取得。

2006年～ 東京慈恵会医科大学准教授。

小児科診療、学生教育に勤しむ傍ら、分子疫学研究室室長として研究にも携わる。9.11米国同時多発テロに強い衝撃を受け、医師として大勢の尊い命を守るべく活動するようになる。専門は小児科、疫学、統計学、がん、感染症。現在はビタミンDの臨床研究にフォーカスしている。またパンデミック、災害医療も含めたグローバル・ヘルスにも注力している。

小児科専門医、日本血液学会代議員、薬剤疫学会評議員。

### ■ 著書

『放射能汚染 ほんとうの影響を考える：フクシマとチェルノブイリから何を学ぶか』(DOJIN 選書)

『How to Make クリニカル・エビデンス』(医学書院)

『How to Use クリニカル・エビデンス』(医学書院)

『エビデンスに基づく小児科 総合診療編』(医学教育出版社)

『エビデンスに基づく小児科 専門診療編』(医学教育出版社)

『病態生理でできた小児科学』(医学教育出版社)

『NBC テロリズム－ハーバード大学の対テロ戦略』(角川 one テーマ21)

## はじめに

黒沢明監督作品の「夢」では、8つのストーリーがオムニバス形式で流れます。その中の1つで、絶対安全と言われていた原子力発電所が爆発するシーンがありました。そこでは子どもを背中におぶっている女性が「原子力は絶対安全だって言っていたじゃない」とその職員に言いはなちます。その女性も含め住民たちが崖から海に飛び降りていってしまいます。最後の夢のシーンは、主人公の寺尾聰が、あるきれいな村に行き、水車小屋の脇で作業をしている老人のそばにやってきて「この村は非常によい村だが、電気が来ていないようだ。どうしているのか?」といったことを尋ねます。するとその老人は「ランプがあるから大丈夫だ」と。「でもランプだけでは暗いのでは?」とまた尋ねると、「夜は暗いから夜なのだ」といってそのシーンが終わっていきます。これは1991年に放映された『夢』という映画ですが、最初観たときは、映画に出てくる8つの夢のシーンは映画の主題と無関係なように思いました。しかし、今回の福島原発事故を受けてもう一度この映画を観ると、自然に対する畏敬の念を改めて感じました。僕は黒沢明監督の作品が好きでよく観ています。『夢』の前が『乱』、その前は『影武者』でした。すなわち、『夢』の前までは時代劇が中心でした。それが、この『夢』から突然現代劇に変わりました。黒沢監督は5年ごとに映画を世に送り出しており、『夢』が上映された1991年の前は1986年です。1986年はまさにチェルノブイリの原発事故があった年です。今は亡き黒沢監督が、どういう思いで映画を撮っていたかわかりませんが、チェルノブイリのシーンを見て衝撃を受けて、『夢』という作品を撮ったのではないかと僕は思っています。というわけで、今日はチェルノブイリでどういうことがあったかを適宜引きながら、現状がどのようになっているのか、そしてどうしていけばよいのかを皆さんと一緒に考えていきたいと思えます。

## 放射線とはどういうものか

知識は困難を克服するための最大の武器である

そもそも僕は小児科医で、原発事故のリスクをあえて研究する必要もないのかもしれないとは思っています。また、最近では原発推進派などと言われたりして、情報を伝えるのは難しいと思っています。僕がこうしたことを始めたきっかけは、ハーバード大学に留学中、「グローバル・エンバイアメンタル・チェンジ・エンド・ヒューマン・ヘルス」という授業を受けたことにあります。その授業は、地球環境が変化することで、人々の健康にどのような影響を与えるかを、医学部や公衆衛生学部だけでなく、政治学科など、いろんな学部が協同して問題解決にあたるという授業でした。その授業を企画したのが、資料1の写真中央にいる精神科のエリクシリア教授です。精神科の教授がなぜ環境医学をしているのか不思議で経歴を調べてみました。すると、1985年にノーベル平和賞を受賞されていました。資料1の右側はハーバードのドクターで、皆さん有名な方です。右から向かって2番目のゴウ先生は、いわゆるカウンターショックといって、心臓が止まったときに蘇生する機械を初めて開発した循環器内科の先生です。左側にいるのは旧ソビエトのドクターたちです。彼らは「核廃絶を訴える医師の会」を結成し、もし核戦争が起こったら地球環境や健康、我々の子孫にどのような影響を与えるかを科学的見地から多くの人に伝えようとししました。そして、その活動の成果をまとめたラスド・エイドという本は、世界70カ国語に翻訳されました。それが核兵器廃絶のきっかけをつくったということで、1985年ノーベル平和賞の受賞につながったのです。

この授業を受けるまで、僕は医師の最大の職務は目の前の患者さんに対してベストケアを施すことだと思っていました。もちろん、それはもっとも大切な職務の一つですが、自分が持っている知識を多くの人に伝えることもまた重要だと思っています。例えば、僕は小児がんが専門なので、親御さんにつらい診断を告げなければならないときもあります。そういう宣告をされたとき、ご両親は頭の中が真っ白になってしまい

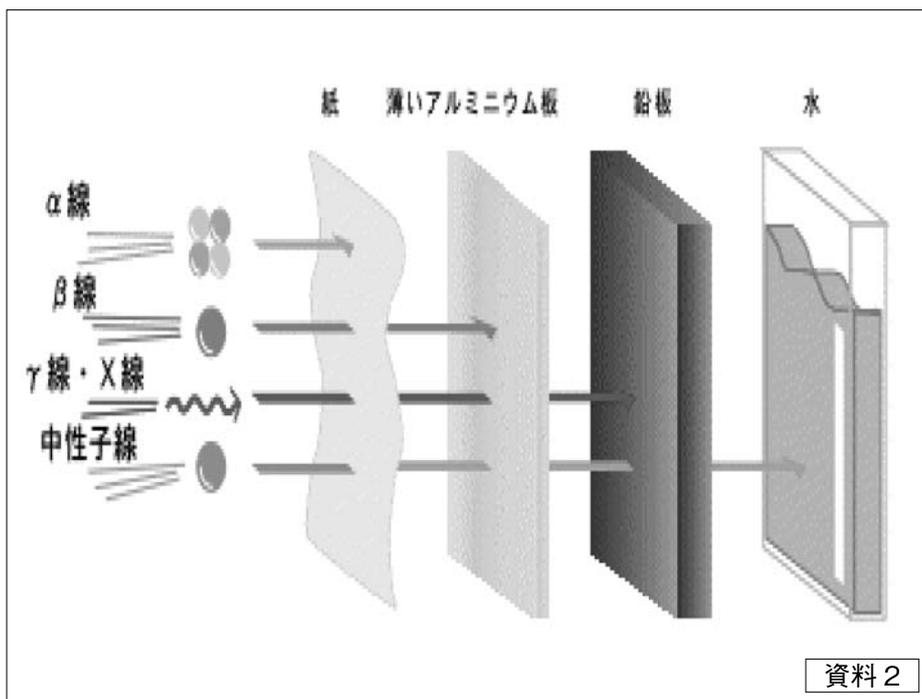
ます。しかし、白血病でもいろんなタイプがあること、このタイプだと何割以上のお子さんが5年以上生きていて、治療をすることでどれくらいの期間どういった副作用が出るといったことを細かく説明していくと、だんだんご両親はその病気と闘っていくという勇気が出てきます。不確実なことも多い中で、現段階でわかっていることを伝えることも、困難に立ち向かっている人に勇気を与えていると思っています。

そういう意味で、自分の経験や知識を多くの人に伝えるということを今行っています。(資料1)

では、まず放射線に関する基本的なことを資料から説明していきたいと思えます。放射線には $\alpha$ 線、 $\beta$ 線、X線、 $\gamma$ 線、中性子線と、いろんな種類があります。 $\alpha$ 線というのは、紙1枚でブロックされてしまいます。最近、プルトニウムが土壌から検知されたというニュースがありますが、洋服を着ていると $\alpha$ 線は簡単にブロックされます。ところが、 $\alpha$ 線を含んだ食品を食べると、体の内部から影響します。 $\alpha$ 線と細胞が接してしまえば大きな問題になるわけです。特に $\beta$ 線、 $\gamma$ 線と同じ線量でも、 $\alpha$ 線は20倍、組織に悪い影響があると言われています。

次に $\beta$ 線は紙を通過しますが、アルミでブロックされます。また、 $\gamma$ 線やX線は鉛や分厚いコンクリートでブロックされます。中性子線はさらに鉛板も貫きますが、水によってブロックできるという性

格があります。今回の福島の事故では、主にヨウ素の半減期が8日で、現在ではあまり検知されていないはずですが、現在ではセシウム137という $\gamma$ 線をもつ放射性物質が、主なターゲットとなっています。しかし、先ほど話したように、プルトニウムや中性子線は、十分調べられていないので表に出てきていないという可能性もあり、不確実な部分が残っているのも事実です。(資料2)



先ほど言ったように、同じ線量でもX線、β線、γ線を1にした場合、同じように体への影響があります。中性子線はその5～20倍、α線は20倍とされています。また、よくメディアではシーベルト(Sv)という単位が出てきます。それと平行して、吸収線量とって、医療の世界ではグレイ(Gy)というものがあります。これらは放射線があたったとき、どれくらい個々の臓器に吸収されるかを示す単位です。全身をみるのであれば、グレイとシーベルトの数値は一致してきますが、臓器ごとに複雑な計算を必要とします。また、ベクレル(Bq)という言葉はよく聞かと思いますが、このほか、キュウリという言葉もあります。

ここではまずシーベルトとベクレルの違いについて解説したいと思います。地震が起こったとき、震源地の地震の深さはマグニチュードという言葉で測ります。それが非常に沖合の遠いところで起きたのであれば、陸地に住む人が感じる震度は弱まったものとなります。ベクレルが、まさにこのマグニチュードに相当します。シーベルトが、人が震度をどう感じるかに相当します。例えば、ここに水があります。この中にかなりの放射線が含まれていると思ってください。そうしたとき、水1リットルあたり何ベクレルというふうに表現します。放射線を出す能力をこの水は持っているわけですから、放射能と呼びます。ところが、放射線をもつ水を飲めば内部被爆するため、影響が大きくなるわけです。では、遮蔽物の裏にこの水を置けば、僕の体に吸収される線量は少なくなります。つまり、同じベクレルでも体に影響するレベルは低くなります。つまり、同じベクレルであっても食べて、体の中にほとんど吸収されなければ人体への影響は少なくなり、反対に吸収効率がよければ人体に影響

が出るということです。放射線といった場合、その物質がどれくらい放射能を出す能力を持っているかで考えていただきたいと思います。(資料3)

### Internal irradiation

今、問題になっているのはセシウムです。最初はヨウ素が問題でした。ヨウ素は自然界にもありますが、放射線を持ったヨウ素は病気に影響するという事です。のど元に、内分泌組織である甲状腺があり、そこから甲状腺ホルモンが分泌されています。これは成長や代謝に関わるホルモンです。この機能が亢進するとバセドウ病となり、動悸がしたり、代謝が亢進して顔が赤かったり、手が震えたりといった症状が出てきます。一方、甲状腺ホルモンが低下すると、代謝が落ちるため、やる気が出なかったり、むくみが出たりしてきます。特に、このホルモンは成長に関係するため、子どもにとって大切です。チェルノブイリのときも、爆発があって2～3週間後に子どもに放射線がどれくらい取り込まれたかを大規模に調査しました。すると、乳幼児は大人の数倍から10倍近く吸収線量がありました。子どもの場合、細胞分裂が大人に比べて非常に活発なので、食べ物からヨウ素が入ってくると、効率的に吸収して甲状腺に集

**Effective dose (実行線量):** 全身影響を表わす量  
組織毎の係数をかける

**Equivalent dose (等価線量):** 放射線の種類によって異なる

X線やベータ線、ガンマ線は1、  
中性子線は5～20、  
アルファ線は20

**Effective dose (実行線量):** Sv, mSv, μSv  
**吸収線量: dose (D):** Gy (= Sv)

$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq} = 37\text{GBq}$



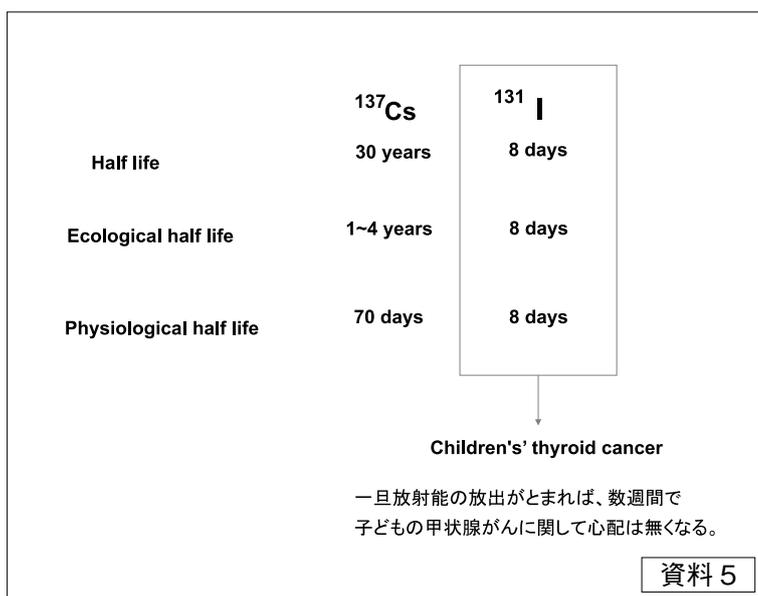
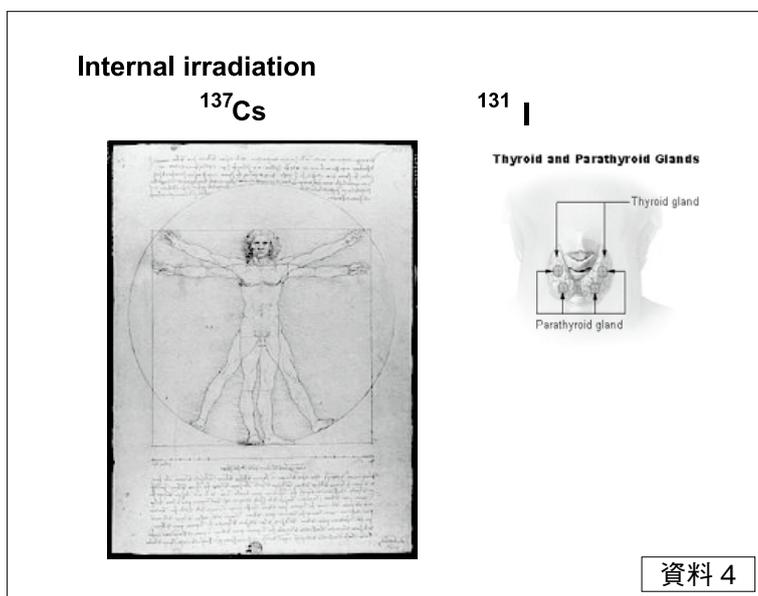
イメージとしては、  
1kgの放射線を放っている物質が  
放射線を出し終わるまでの、放射線の総量

資料3

まってしまう。日本でも、ヨウ素の半減期が8日だということは、爆発があつてから1～2か月は子どもへの吸収を抑えるための非常に重要な期間だったということです。一方、セシウムはカリウムと似た性格を持っています。カリウムは体の全組織に分布しているもので、細胞の中に不可欠なものです。つまり、セシウムは体全体に分布して、それがものによっては便や尿と一緒に排泄されます。

化学的に言うと、ヨウ素(I 131)の半減期は8日です。つまり、100という数字だとすると8日経つと50になり、さらに8日経つと25というふうに、半分ずつ減少していきます。仮に3月15日くらいに大量のヨウ素が放出されて、その後出ていないということなら、半年以上経った今においては、かなりその量が減っているはずで、それが地下水にあらうと、食品中にあらうと同じです。今申し上げたように、ヨウ素は甲状腺ホルモンをつくるのに不可欠なものです。チェルノブイリの際には、子どもの甲状腺がんが問題になりました。ヨウ素をいかに子どもたちに取り込ませないかが、子どもの甲状腺がんを減らすことにつながるわけです。半減期が8日だと考えると、約1週間で2分の1、2週間で4分の1、1か月で16分の1なので、最初の1～2か月が勝負でした。逆にいうと今から対策を立てても、ヨウ素に関しては「時すでに遅し」と言えるかもしれません。今の主な放射線源はセシウム137です。ヨウ素が8日と非常に短いのにに対して、セシウムの半減期は30年といわれています。つまり、ここにセシウムがあるとすると、ここから出る放射線量が半分になるのに30年後となるわけです。しかし、それがブルームと呼ばれる雲に乗って、あるところで雨が降り、地面に落ちたとします。それが雨風に洗われたり、地面にしみこんだりすると、環境中でセシウムが半分になるのはもっと早い可能性があります。これは

あとでご説明しますが、土壌のタイプなどいろんな条件によって左右されます。例えばチェルノブイリでは、森の中では25年経った今でも強い放射線が維持されているのが現状です。また、こうした放射線を体に取り込んでしまった場合どうなるかという、ヨウ素はどれをとっても8日ですが、セシウム137の場合、腎臓などから排泄されることもあって、70日といわれています。これも書物によっては60日と書かれていたりしますが、だいたい2～3か月というところでは、(資料4, 5)



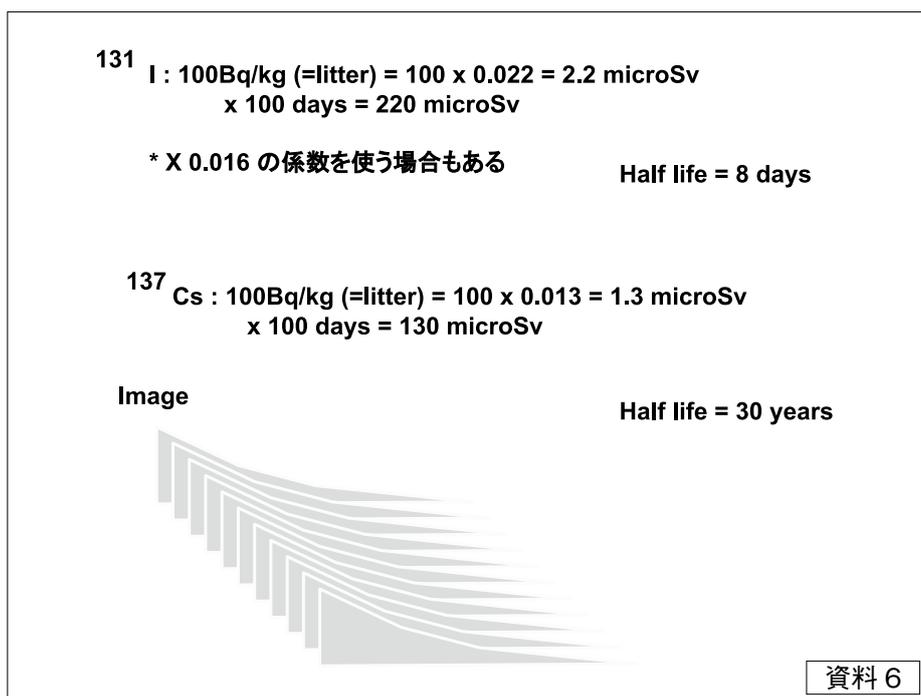
もう一つ基本的な話ですが、先ほど放射線を示すのに、シーベルトという単位を使うとお話しました。また、物質の中にどれくらい放射線を出す力があるかを示すのに、ベクレルという単位を使うという話をしました。よく暫定基準値として1キロあたり500ベクレルなどという単位が使われています。年間被曝は1ミリシーベルト以下が望ましいなどというように、健康リスクを考える上では、シーベルトという単位がよく使われます。そうすると、ややこしいわけです。

係数を紹介します。これはインターネットから取ってきたものです。今、特に問題となっているセシウムに関していうと、仮に1キロあたり100ベクレル含まれている水を1リットル飲むと、 $100 \times 0.013$ という数値になります。それで出た数値が1.3マイクロシーベルトとなります。シーベルトの1000分の1がミリシーベルト、そのさらに1000分の1がマイクロシーベルトです。この水を100日間飲み続ければ、単純計算すると130マイクロシーベルト、内部被曝をするというわけです。つまり、水1杯飲むと、セシウム137の半減期は物質として30年なので、体の中にしばらく残ります。それが蓄積するというイメージとなります。(資料6)

## 放射線が体に及ぼす影響とがん発生のメカニズム

### 確率モデル

では、今度はどういうメカニズムで体に影響を及ぼすかという話をしたいと思います。放射能がどのように体に影響し、健康リスクを脅かすのかというと、一番重要なのが、がんです。そして胎児などへの奇形などの影響、場合によっては子孫に影響する可能性もあると思います。それ以外にも、大量に被曝すると骨髄抑制といって血液をつくる能力がなくなってしまうです。さらに肝臓などの臓器に影響したり、白内障などが出たりすることも考えられます。しかし、後半に話したことは「決定モデル」といって非常に高い線量を被曝しないと発生しないといわれています。僕たちは医療現場で子どもに対して骨髄移植をする場合が多々あります。そういうときは全身に放射線を当てます。1回2シーベルトという容量を当てて、それを1日2回3日間行くと、合計12シーベルトという量になります。だいたい10シーベルトを超えると致死量といわれていますが、それを当てます。そのまま行くと、子どもは死んでしまいますから、骨髄という生きた血液を作る細胞を輸血の形で入れます。すると体内で造血幹細胞という血液

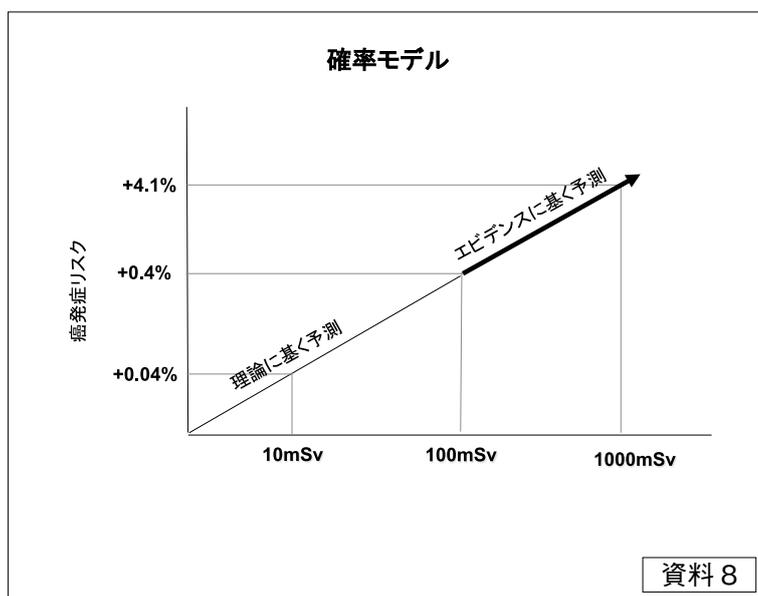


をつくる細胞が、あたかも鮭が体の中をぐるぐる回って自分の昔の住処に帰るように、骨髓という骨の中の空洞のような場所に帰って定着し、再び血液を作り出します。治療現場では、ある意味、非常に危険な状態、つまり白血病の細胞を全部やっつけるのと同時に自分の血液細胞が攻撃される状況を作り、その後で正常な血液細胞を入れるということをしています。放射線をあてる時、特に副作用が出やすい場所があります。一つが造血機能といって血液を作る場所です。そこがやられると、貧血になったり、白血球がやられて感染を受けやすく、重症化しやすくなります。また、血小板といって血液を止める成分が少なくなるため、出血もしやすくなります。しかし、それは6シーベルトくらいの大量の被爆をしないとそうはなりません。なぜかという、放射線で細胞が死滅しても再生するからです。例えば、肝臓の3分の2がやられても、3分の1が残っていれば再生するといわれています。それは、これから話す確率モデルとはかなり違うメカニズムです。今日は、確定モデルについてはあまり詳しく触れません。なぜなら、それだけ大量に被爆した人は日本にはいないと思うからです。もう一つ、大量に放射線被爆をすると、胃腸障害や髪が抜けるといった症状が出やすくなります。しかし、必ずしも体のすべての臓器において、均等に副作用が出るわけではありません。なぜかという、放射線は活発に分裂を繰り返す細胞や組織に強い傷害を及ぼす性質があるからです。ですから、我々はがん細胞に対して放射線治療を用います。仮に僕の肺にがんの転移巣があり、手術ではとれないとすると、肺に放射線を局所照射します。すると、がん細胞はまわりの肺組織に比べて活発に分裂しているため、正常な肺組織ではあまり副作用が出ない量の放射線でも、がん細胞には効果が出やすいのです。このような性質を利用して、放射

線照射が、がんの治療に使われているわけです。

これから話す国際放射線防護委員会では、被爆を何ミリシーベルトに抑えましょうという目標値を決めています。そこには、放射線に対する感受性、つまり分裂しやすい細胞のほうが放射線の影響を強く受けるという要素が入っていません。もう一つ、どれくらいの期間で被爆したのかということも入っていません。そこがさらに問題を複雑にしているのではと思います。

では、確率モデルについて説明します。これは主にがんの発生に関係するといわれています。不妊症を心配する方も多いと思いますが、それは決定モデルで説明されています。つまり、



かなり大量に被爆しないと不妊症にはならないといわれていて、実際そういうデータも出ています。ただ、チェルノブイリのとき、ヨーロッパのほうで自然流産が増えました。自然流産の発生率は国によって多少違ったのですが、爆発によって風に乗ってヨーロッパのほうまで広がりました。それは汚染された線量が地域によってかなり違っていたのですが、線量が高いから流産が増えたというわけではありませんでした。線量とは無関係にヨーロッパ全体に流産が増えました。今ではその理由は、ストレスや心配だったと言われていています。とにかくチェルノブイリの原発事故は世界がはじめて経験した大きな出来事だったので、どういったことが起こるかわからないという妊婦の不安な気持ちが流産を増やしてしまったということが、科学者たちの結論となっています。理論上、流産が増える容量ではなかったし、少なくともヨーロッパでは奇形が増える量でもありませんでした。(資料7, 8)

## リスクの2つの側面

これから、がんの発生についてメカニズムを説明したいと思います。ここに組織を構成する細胞があると思ってください。その中には核があり、その中にDNAが入っています。このDNAは体の組織をすべて作る遺伝情報です。そこに放射線が当たると、遺伝子に傷がつきます。少々のダメージなら細胞が遺伝子の傷を修復します。例えば、夏の暑い中、強い日光をあびると、皮膚の上でDNAが壊されます。しかし、壊れたDNAを修復する機構があるのです。しかし、なかには修復機構に使われる酵素が欠損しているお子さんがいます。そういう方が日光にあたると皮膚がんになる確率が非常に高まります。そのため、かわいそうですが、外に出るときは宇宙服のようなものを着ることになります。

さて、この修復機構ですが、修復がままならない場合も出てきます。傷を負ったまま細胞が生きながらえると、やがてその細胞ががん化する可能性があります。そうならないように、傷ついた細胞は自爆するメカニズムが備わっています。遺伝子の中には、このように傷ついた

遺伝子を修復する遺伝子や、自爆するための遺伝子があります。たまたま3万ある遺伝子のうち、修復する遺伝子に傷がつくと、機能しなくなります。あるいは、自爆する遺伝子に傷がつくと、機能しなくなります。そうすると、傷を負ったまま、自己修復できずに細胞が生きながらえる、あるいは自爆できずに遺伝子に異常をもったまま細胞分裂しつづけるわけです。車であれば、ブレーキが壊れたような状態です。そういったものが長く生きながらえることで、がん化する可能性が出てきます。これが確率モデルといわれる発がんのメカニズムです。先ほど、3万の遺伝子があると言いました。ここに3万の数字が書かれたルーレットがあると思ってください。そのルーレットに1つの玉を入れると、確率的には修復する遺伝子に玉が入ることは滅多にありません。遺伝子も同じで、遺伝子を修復するための遺伝子が3万分の1の割合であるとすると、そこに傷がつく可能性はかなり低くなります。しかし、ゼロではありません。玉をたくさん入れると、修復する遺伝子に傷がつく確率が高くなるわけです。

この確率モデルのもう一つの特長として、玉を20個入れたらどうだろうか。しかし、それだけ入れても、遺伝子を修復するための遺伝子に玉が入るとは限りません。すなわち、確率モデルというのは、ほんの少しでも放射線が細胞に当たるとリスクはゼロからほんの少しあがります。しかし、大量に被爆したからといっても、必ずしもそれで細胞ががんになるとは限らないという特徴があります。先ほどまで説明していた、一定以上被爆すると、ほとんどの人が傷害を持ちます。例えば、12シーベルトという大量の放射線を全身にあてると、非常に体格のよい大人でも造血機能が失われて、白血球がゼロとなり、貧血が進んで出血します。つまり、確定モデルというのは、一定以下であればほとんど問題ありませんが、一定以上になると、多くの人が病気やなんらかの病態を発生します。一方、確率モデルにはこうした閾値がありません。それが今の事態を難しくしている理由です。

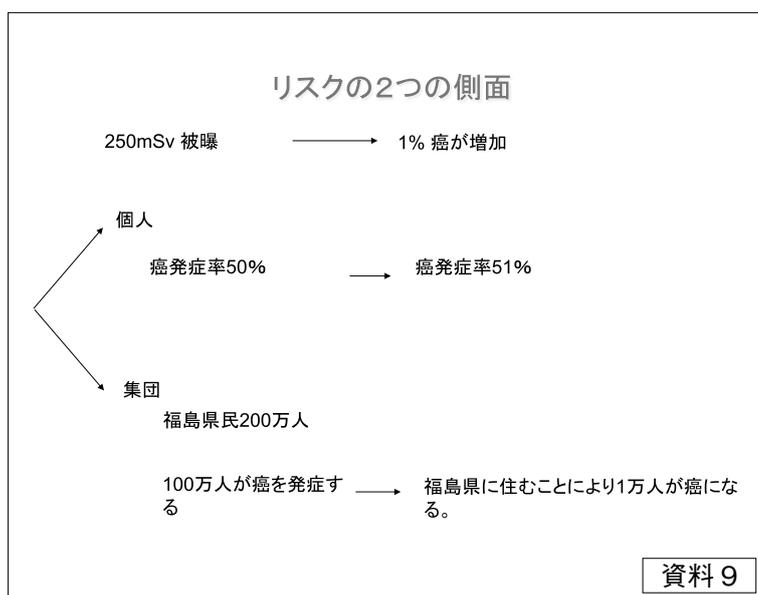
国際放射線防護委員会が加えていない2つの要素があると先ほどお話ししました。そのうち

の1つは、先ほど話した分裂が活発な細胞とそうでない細胞とでは、放射線の影響が全然違うということです。もう一つは、同じ線量でも一瞬で被爆した場合と、長い時間をかけて被爆した場合では理論上影響が違うということです。例えば、我々が子どもに骨髄移植をするとき、12シーベルトという大量の放射線を一度に浴びせることはありません。なぜかという、一度に被爆すると体がもたないからです。しかし、時間をかけて被爆させると遺伝子や臓器がダメージを受けても修復機構が働く時間的な余裕ができます。広島・長崎の原爆では、一瞬で大量の被爆をしました。現地には中性子線など、放射性の高い物質が残ったといわれていますが、基本的には短い期間で被爆したわけです。ところが、チェルノブイリでは、非常に長い時間をかけて被爆しました。すると、同じ100という被爆をしたとしても、一瞬で被爆したほうが、数年かけて100を被爆するよりも遺伝子の修復機構が働く余裕がないということで、がんの発生が高くなると思います。ところが、今いわれている危ない被爆量のエビデンスは、広島・長崎の原爆や、その後に行われた水爆などの原爆実験のデータがもとになっています。これらはいずれも一瞬のうちに大量の被爆をした例に基づいているため、これを今の日本の状況に当てはめることができるかどうかということも、念頭においておく必要があると思います。

がんの発生をみていくと、横軸に被曝線量。ゼロから始まって10ミリシーベルト、100ミリシーベルト…と続きます。縦軸はがんの発症リスクを示しています。これは2007年に国際放射線防護委員会がまとめたものです。このデータは、100ミリシーベルト以上で明らかにがんの死亡リスクがあがるというものです。それは、普通の人々が30%の確率でがんになるとすると、将来100ミリシーベルト被曝することによって、そのリスクが30.4%にあがるということです。それが1000ミリシーベルトの被曝になると、リスクは34%にまであがるというふうに比例関係になっ

ています。今、何が問題かという、チェルノブイリのようなもっと低い線量での被曝エビデンスがないことです。あくまで先ほど説明した確率モデルという理論と比例関係にあるだろうと。なぜなら少しでも被曝すると、少しがんの可能性があがるため、一定以下なら絶対安心という閾値がないからだと考えられています。それが問題を非常に複雑にしていると思います。そのため、放射能の問題は健康リスクが高いのだという意見と、大きな危険はないのだという意見の両極に分かれていると感じます。ただ、見方によっては両方とも正しいと思います。仮説を立ててみましょう。日本人の約50%が将来がんになると仮定します。そして、その日本で250ミリシーベルト被曝すると、ちょうど1%がんのリスクがあがり、日本で将来がんになる人が50%から51%にあがります。この1%を高いと見るか低いと見るかは個人の主観です。考え方によっては、喫煙で肺がんリスクは10倍にあがります。10倍は0.1% (1000人に1人) に対して1% (100人に1人) ということです。ですから、1%と比較すれば、すでに知られているがんのリスクの中にもっと高いものがあることを強調したいと思います。僕個人では、50%が51%になるのは気にしません。それは本人の主観です。

一方、福島県民が200万人いるとすると、この人たちが全員250ミリシーベルト被曝したとすると、本来だと100万人ががんになるところを



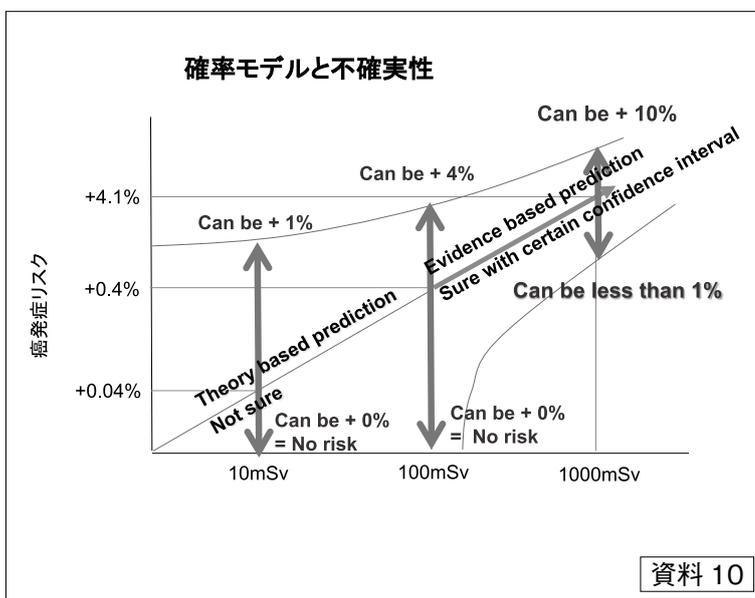
原発事故によって1万人多くがんになるということ。プラス1万人ががんになるということは、この人たちがどんな名医にかかっても、そのがんを治すことはできません。そう考えるとこれは大きな問題だと思えます。見方によって、両方の取り方ができると考えています。  
(資料9)

### 確率モデルと不確実性

もう一つ、不確実性の問題です。国際放射線防護委員会が100ミリシーベルト以降は比例計算するという見解を示していますが、実際にはそれほど簡単ではないと思えます。物理や科学の世界ならこうしたきれいなグラフが描けるのですが、医療の世界ではきれいなグラフが描けることが珍しいのです。そこには不確実性が伴います。例えば、現代科学ではまだ解明されていませんが、体質的に少しでも被爆するとがんになりやすい人もいるかもしれませんし、放射線に強い体質の人もいるかもしれません。このように、不確実性には幅があります。国際放射線防護委員会は1000ミリシーベルト以上被爆すると、がんの死亡リスクが4.1%あがると言っていますが、ひょっとすると1%未満かもしれませんし、10%以上かもしれません。そもそも、このグラフは先ほどから言っているように、広島・長崎のケースに基づいています。1000ミリシーベルトを生涯かけて被爆したときと、同じパーセントではないと思えます。そういった意味では、このグラフが決定ではなく、もっと幅があるのだらうと。まだ不確実な部分があると言えると思えます。(資料10)

チェルノブイリの原発事故があったとき、国は断定基準値を設けました。その後、25年経ってから急遽それを引き出して、暫定基準値を設けました。ただそれはあくまでも一時的なものなので、厚労省は食品安全委員会にもう一度、暫定基準値を見直してほしいと

依頼しました。すると、食品安全委員会は、発がん影響が明らかになるのは100ミリシーベルト以上だという見解を返したと7月22日の朝日新聞は報じています。それも内部被爆・外部被爆を含めた数値です。厚労省はこれを受けて、今後きちんとした基準値をつくっていくこととなりますが、解釈が非常に難しいと思えます。やはり過去のエビデンスが乏しいのと、ゼロにならないと安心できない中、どんなにがんばってもリスクをゼロにできない状況が、今の問題をいっそう複雑にしていると思えます。チェルノブイリでは事故から25年経っているの、あと5年10年も経つと、エビデンスが出るのでは



資料 10

### 「生涯被曝100ミリ基準」 食品安全委の事務局案

朝日新聞 7月22日

食品安全委員会の作業部会



発がん影響が明らかになるのは、生涯の累積線量で100ミリシーベルト以上

基準づくりは難航しそうだ



厚生労働省

資料 11

ないかと思われるかもしれませんが。しかし、これくらい複雑なデータを解析したとき、がんの発症リスクが1%程度あがるといったことは、どんなに計画された研究でも、その差を統計学的にきれいに検知するのは難しいと思います。なので、過去のデータをどれだけ読みあさっても、将来どれほど立派な研究をしようとも、数%程度の発症リスク上昇について証明するのは至難の業だと僕は思います。(資料11)

基準は厳しいものとなっています。もしも食品に使用される農薬が子どもを危険に曝す可能性があるのであれば、これを使用するべきではありません。よって、信頼できるデータがない場合には、基準値の10分の1以下にします」(資料12)

### クリントン大統領の食品品質保護法の法改正の際の声明 (1997年4月)

となると、その先は政治決断しかありません。その一つの例を示します。資料12は、1997年4月にクリントン大統領が食品品質保護法の法改正を行った際の声明です。当時は、食べ物の中に農薬が入っていることで子育て中の母親が心配の声を上げたという時期です。そのとき、クリントン大統領はこのような声明を出しました。

「私は子どもたちに安心して食事をあげられるようにしたい。今度の法律では、子どもの安全を第一に考えています。子どもは単に大人を小さくした

ただけではありません。子どもは日々成長し、体重あたりで見ると大人より多く呼吸し、多く食べ、多く水を飲み、皮膚からの吸収もよく、とくに乳幼児は手にとって口に入れて確かめる習性があります。各臓器は未熟で毒による影響は大人よりもはるかに大きいと考えるべきです。子どもは自ら考え行動したり、自らを守る術を知りません。ですから化学物質の子どもへの影響は従来の体重あたりの計算ではとても正確に評価できません。そのために、新しい

### クリントン大統領の食品品質保護法の法改正の際の声明(1997年4月)

- 私は子どもたちに安心して食事をあげられるようにしたい。今度の法律では子どもの安全を第一に考えています。子どもは単に大人を小さくしたただけではありません。子どもは日々成長し、体重あたりで見ると大人より多く呼吸し、多く食べ、多く水を飲み、皮膚からの吸収もよく、とくに乳幼児は手にとって口に入れて確かめる習性があります。各臓器は未熟で毒による影響は大人よりもはるかに大きいと考えるべきです。子どもは自ら考え行動したり、自らを守る術を知りません。ですから化学物質の子どもへの影響は従来の体重あたりの計算ではとても正確に評価できません。そのために、新しい基準は厳しいものとなっています。もしも食品に使用される農薬が子どもを危険に曝す可能性があるのであれば、これを使用するべきではありません。よって信頼できるデータがない場合には基準値の10分の1以下にします。

資料 12

100mSv未満の正確なデータはない

だから100mSv未満は問題なしとする

子どもの特性にも配慮して10分の1にまで下げる

分裂盛んな細胞ほど放射線被曝により傷を負いやすい。放射能汚染から守るべきは子どもであり、妊婦である。

資料 13

エビデンスがないものに関しては、とにかく厳しい基準にしようと言ったわけです。僕は小児科医として子どもの特性もまさにそのとおりだと思うので、賛同できます。子どもは細胞の分裂が盛んです。なかでも胎児は40週の間たった1個の細胞から3キログラムの体重になるわけですから、子どもよりさらに細胞分裂のスピードが速いということになります。(資料13)

## 想定される日本の将来への影響

### 放射能の寿命に対する影響

今の日本の現状をみて将来どうなるかを、チェルノブイリのデータから考えてみたいと思います。チェルノブイリでも日本でもそうですが、爆発があってから風や雨などの気象条件で、飛び石状に汚染が広がりました。ちょうどチェルノブイリから数十キロのところにゴメルという都市があります。ここでは汚染が強く出たところと、たいして出なかったところの両方がありました。非常に弱い土壌汚染のレベルは、外部被曝が年間0.72ミリシーベルトくらいになると予測されます。おそらくこれは東京近辺に匹敵するだろうと思います。一方、高いところは現在の福島市と同様かあるいは少し低い1マイクロシーベルト/時くらいの外部被曝量ではないかと思います。1986年に対応する内部被曝量をみると、0.72に対して0.15なので、5分の1くらいです。トータルすると東京だと、年間1ミリシーベルト未満になります。一方、非常に高いところだと、年間20ミリシーベルトくらいまでいってしまう可能性があります。ところが1986年からの20年間の外部被曝をトータルすると、年間平均3ミリシーベルトまで抑えることができます。なので、2年目以降はかなり放射線被曝量が下がった

ことを意味しています。ただ、これは自然に待っていれば下がるものではありません。旧ソビエトは軍隊やボランティアなどの協力によって原発内や周辺にも人を入れて、小学校や中学、公園、公民館などを中心に除染していきました。その際に国連がまとめたデータをみると、やはり日本と同じように、表土をはいで余所に土を持って行こうとしたらその土地から大反対を受けたなどがあります。しかたないので、その土をまぜたりして何とか線量を下げたということです。あるいは、今福島でよくやっている高圧洗浄を行い、放射線量を下げたといわれています。2年目以降すぐ下がった裏には彼らの努力があったということも忘れるわけにはいきません。(資料14)

ただ、これもわずか20年の話です。資料15は、放射能の寿命に対する影響として去年発表されました。広島・長崎への原爆投下から65年後の長期生存者、その年に亡くなった方はのぞいた生存者12万人に対する寿命の研究です。被曝量が少ないから高くなるに従って、40歳から100歳までの生存率を見ています。そこで、原爆が落ちたときの距離によって、どれくらいで被曝したかを追求したところ、平均2か月、寿命が短縮したという結果が出ています。広島・長崎のような非常に高濃度な被曝でさえも、寿命に

Tokyo		外部被曝(mSv)		内部被曝(mSv)		全被曝(mSv)		人口
セシウム137	kBq/m <sup>2</sup>	1986	1986-2005	1986	1986-2005	1986	1986-2005	
ゴメル	<37	0.72	1.56	0.15	0.51	0.87	2.07	251000
	37-185	1.90	4.13	0.32	1.04	2.22	5.17	12020000
	185-555	8.68	21.62	2.48	8.50	11.16	30.12	139000
	555-1,480	14.87	40.75	5.20	17.82	20.08	58.57	66400
	>1480	31.54	49.00	3.66	12.54	35.20	61.53	8730
キエフ	<37	0.45	1.2	0.14	0.45	0.59	1.7	1411000
	37-185	1.9	5.1	0.5	1.4	2.4	6.5	405000
	185-555	8.2	22	2.1	4.2	10	26	21000
	555-1,480	26	71	3	4	29	75	12000
	>1480	92	252	13	58	106	309	1500

Fukushima-city

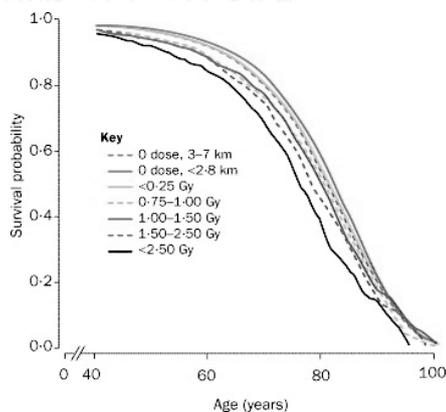
資料 14

はそれほど大きく影響しなかったわけ  
です。ただ、先ほども触れたように、今  
回のようなじわじわとくるものに関し  
ては、チェルノブイリのデータはまだ  
25年しかありませんから、この先寿命  
が短くならないと言い切れるのかと言  
われると、まだそうは言えません。

(資料15)

もう一つ、違いを指摘しておきたい  
のは、かつての原爆では白血病が増え  
ました。一方、チェルノブイリでは甲  
状腺がんが増えました。そして、原爆  
の場合、固形がんは10年目以降くらい  
から増え始めています。しかし、チェ  
ルノブイリではトータルで見て明らか  
に甲状腺がん以外の固形がんが増えた  
という、はっきりしたエビデンスがあ  
りません。(資料16, 17)

### 放射能の寿命に対する影響



広島・長崎原爆の生存者12万人の寿命に関する研究である。  
1Gy未満の被曝では寿命が2カ月短縮したにすぎないが、  
1Gy被曝が増えるごとに1.3年短くなっていった。

資料 15

Other important aspects of radiation injury, not pointed out by ICRP

急性被曝 原爆	≠	慢性被曝 チェルノブイリ原発事故
10年以内に白血病増加		10年以内に甲状腺がん増加
固形がんの増加は10年以降		現時点で他の癌の明らかな増加はみられていない。

資料 16

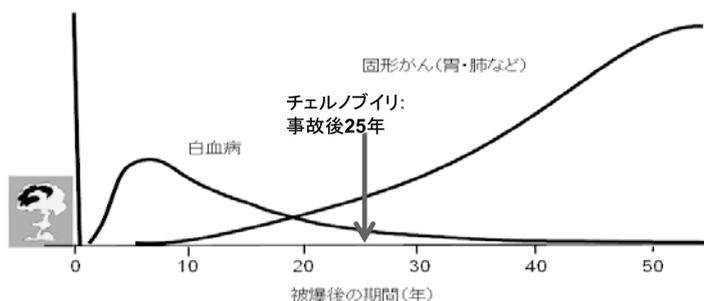


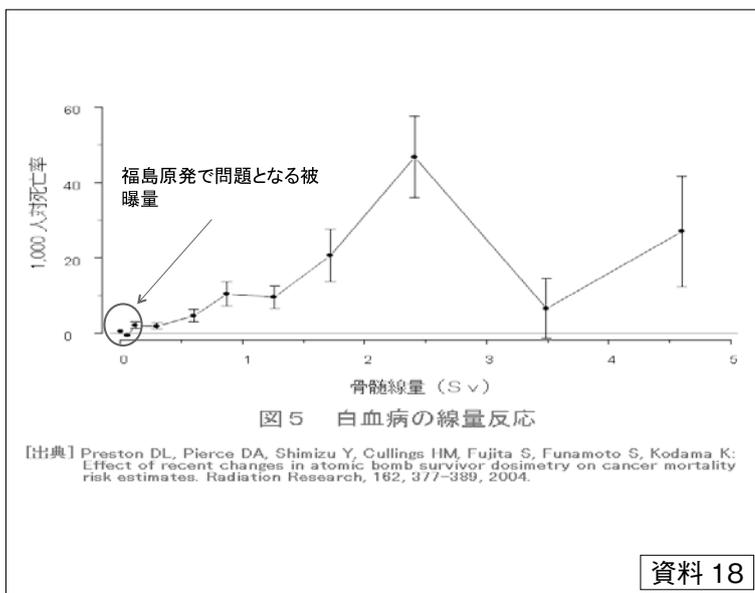
図3 原爆放射線誘発がん発生の時間的経過(模式図)

資料 17

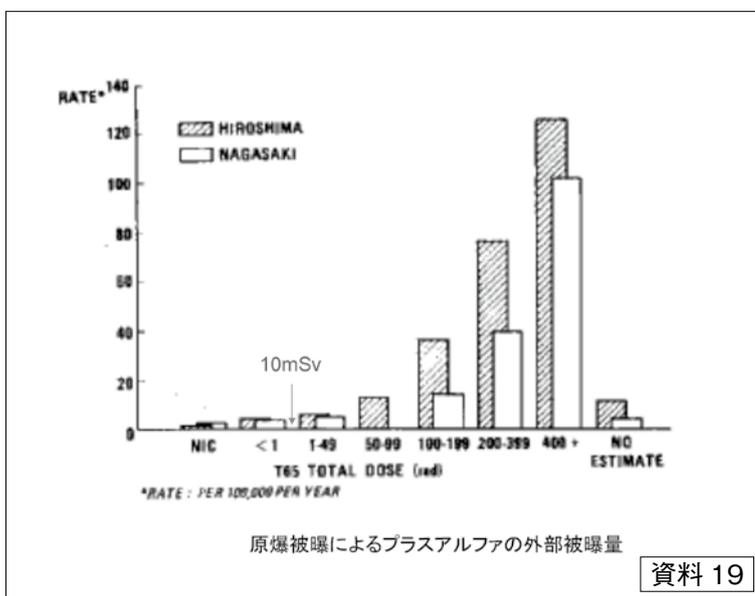
広島・長崎では、どういうパターンでがんが増えたかを見ていきます。白血病は数年以内に増え、固形がんは10年前後から増え始めました。もともと大人の白血病というのは必ずしも多くありません。絶対人数からすると固形がんのほうが多くなっています。今、チェルノブイリでは事故後25年経っているので、原爆と同じような状況をたどるなら、そろそろ固形がんの発症増加が検知できると思いますが、おそらく微妙なところではないかと思えます。資料18は白血病がどれくらい増えて亡くなったかを縦軸に、骨髄にどれくらい放射線があたったかを横軸にしたグラフです。2～4シーベルトという大量の被爆をして、リスクがあがってくるのがわかります。今は1シーベルトも被爆した人がおらず、100ミリシーベルトいくかどうかというレベルなので、ゼロに近い状況です。(資料18)

### 原爆被爆によるプラスアルファの外部被曝量

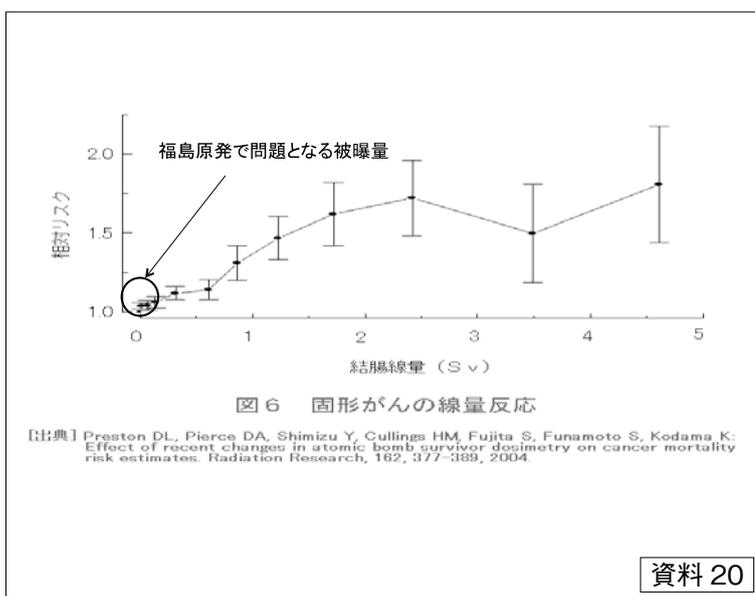
次は、固形がんの一種である大腸がんについて見ていきます。大腸がんが増えているリスクは先ほど言ったように、1.25倍くらいまでくると増えていると感じますが、被曝量が増えれば増えるほど大腸がんの発症リスクが増えています。あったとしても、数%だと思えます。(資料19, 20)



資料18



資料19



資料20

発症時期も被曝した年齢によって大きく違います。原爆に10歳以下で被曝した子どもたちは、原爆投下後10年後くらいにピークを迎えます。一方、10～15歳の青年層は少し遅く10数年後で、山も低くなっています。このように、被曝時の年齢が高くなるほど発症時期が遅くなり、ピークも低くなる傾向にあります。チェルノブイリの際に見られた甲状腺がんでも似たような傾向が見られました。(資料21)

資料22は、原爆が落ちたとき妊娠中だった女性から生まれた子どもはどうなったか、あるいは原爆投下時に5歳未満の子どもはその後がんになりやすかったかという論文からの引用です。そこには「被曝後数年で白血病、その後、固形腫瘍(白血病やリンパ腫などの血液系がん以外で塊を形成する腫瘍。胃がんなど)が増えることはよく知られています。はたして被曝時胎児だった(2452人)、あるいは6歳未満の乳幼児(1万5388人)が大人(12～55歳)になったときの固形がんリスクはどうだろうか?」とあります。その結果、胎児では94人、3.8%ががんになっています。また乳幼児では649人、4.2%が大人になるまでにがんになっています。この数値が高いか低いかに賛否両論ありますが、私は思ったより高くはないと感じました。日本人の場合、低く見積もっても4人に1人、高く見積もると2～3人に1人は将来がんになると考えられるので、そう考えると、極端にがんの発症が高いとは考えにくいと思います。この論文によると200ミリシーベルト以上被曝すると明らかにその後のがん発症率は上がるだろうと。ただ、そのリスクは何倍にも増えるというわけではなく、たばこのリスクよりももっと低い数%という範囲でした。(資料22)

では、何歳くらいでリスクがあがるのかですが、小さいほうが高く、内部

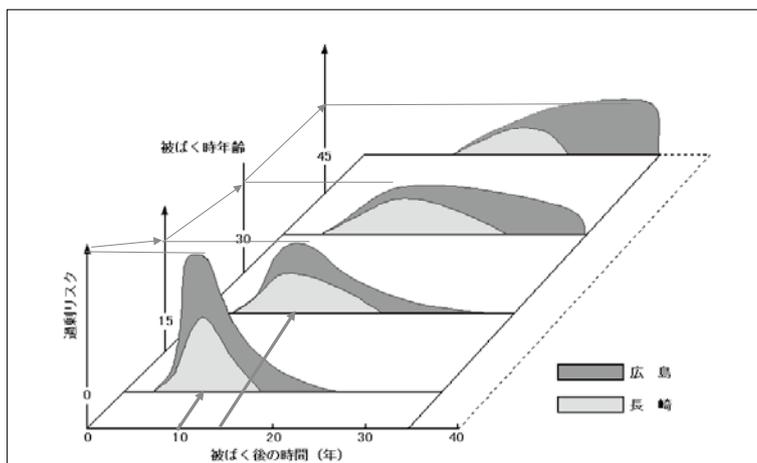


図4 原爆被曝時年齢および被曝後年数での放射線誘発白血病パターン(模式図)

[出典] 放射線被曝者医療国際協力推進協議会(編):原爆放射線の人体影響1992、文光堂(1992年3月)、p.37

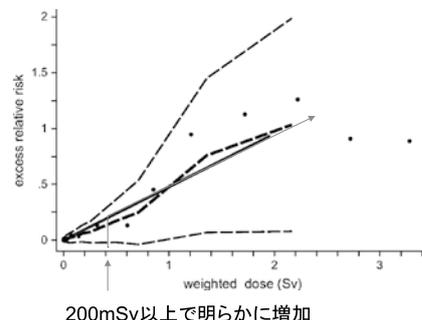
資料 21

胎児あるいは子どものときに広島・長崎原爆に被曝した場合

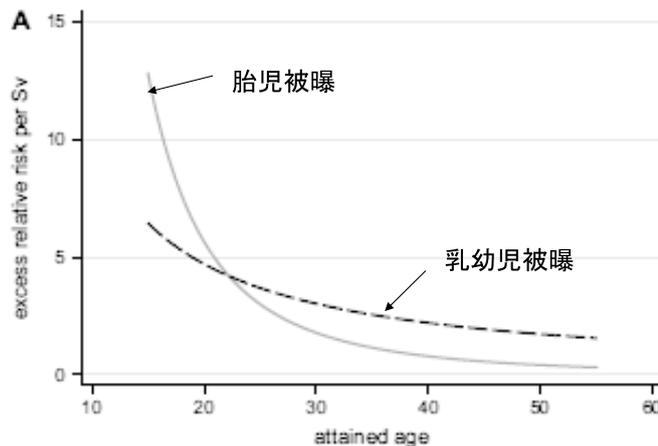
被曝後数年で白血病、その後固形腫瘍(白血病やリンパ腫などの血液系がん以外で塊を形成する腫瘍。胃がんなど)が増えることはよく知られている。はたして被曝時胎児だった(2452人)、あるいは6歳未満の乳幼児(1万5388人)が大人(12～55歳)になったときの固形がんリスクはどうだろうか?

胎児では94人(3.8%)

乳幼児では649人(4.2%)



資料 22



資料 23

被爆をしても年齢が高くなるほど過去に被爆したことは相殺されます。乳幼児に関しては、しばらくリスクは引きずるものの、さほど高くはありません。(資料23)

チェルノブイリるとき、甲状腺がんがどれくらいのタイミングで増えるかを示したグラフです。爆発時に15歳以下だった子どもたちは7年後に発症のピークを迎えています。特に、小さい子どもの甲状腺がんの発症は本来100万人の子どもに対して2～3人。甲状腺がんは本来、非常にまれながんだけに、それが増えると検知しやすいのです。しかし、大人の甲状腺がんは肺がんや大腸がんに比べると少ないものの、まれというほどではありません。すると、もともと被爆しなくても一定の数値は甲状腺がんになるため、検知が難しくなります。また、被爆時年齢が低いほど、甲状腺がんの発生頻度のピークが早い時期に来ます。一方、10代後半以降の思春期の場合、10年後にピークが、さらに上の20歳以上の若年世代になると17年後くらいにピークが来ます。先ほどの原爆投下時の白血病の発症パターンと似ていると思います。

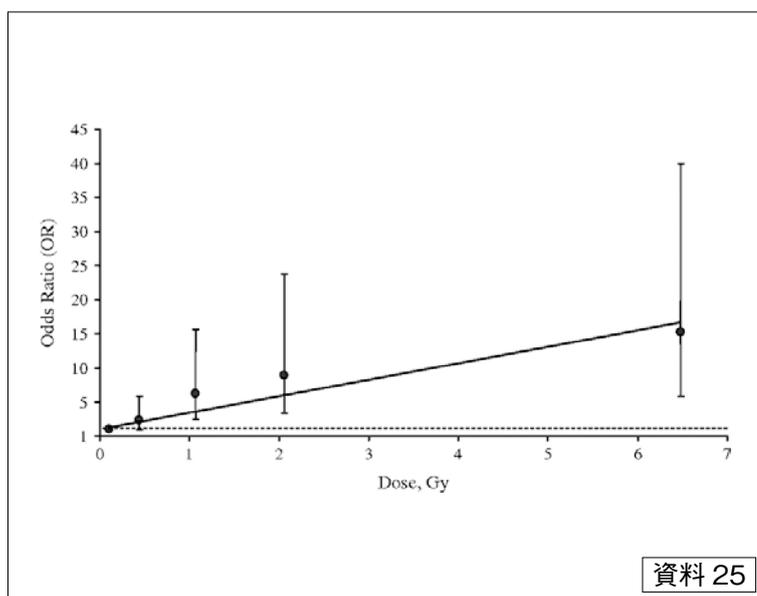
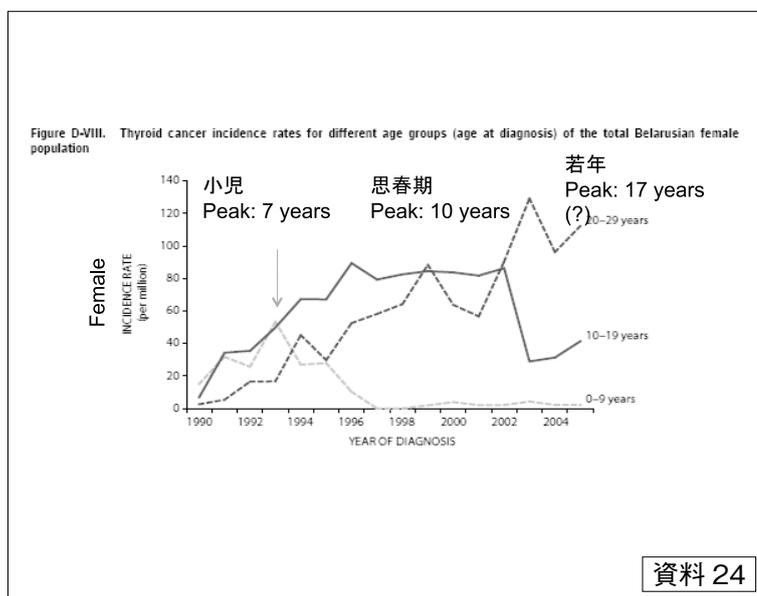
(資料24)

資料25は今年出た論文からの引用です。チェルノブイリるときには、爆発から2～3週間のタイミングで、大人も子どもも、近くにいた人たちを甲状腺にどれくらい放射能が吸い込まれたかをチェックして記録しています。それがなぜ大事かというと、ヨウ素は半減期が8日なので、後から測っても甲状腺にどれくらい放射能が取り込まれたかわかりません。彼らは、そのデータをとっていたので、その後の研究に役立ちました。資料25は、その爆発があった当時、どれくらい被爆したかを横軸で、縦軸ではオッズ(Odds)というリスク計算式でみたグラフです。これは、いふなれば喫煙者の肺がんリスクが非喫煙者の10～20倍というのと似ているとご理解ください。それでいくと、5

倍、10倍、25倍とあり、放射線線量は高くなればなるほど、甲状腺がんリスクも高まることがわかります。点線に下のバーがかかっていると統計学的には優位ではない、要するに明らかに増えたとは言えないということです。その次からバーが点線から上に浮いてきています。つまり、2マイクロシーベルトあたりから甲状腺がん発症リスクがあがると考えられます。

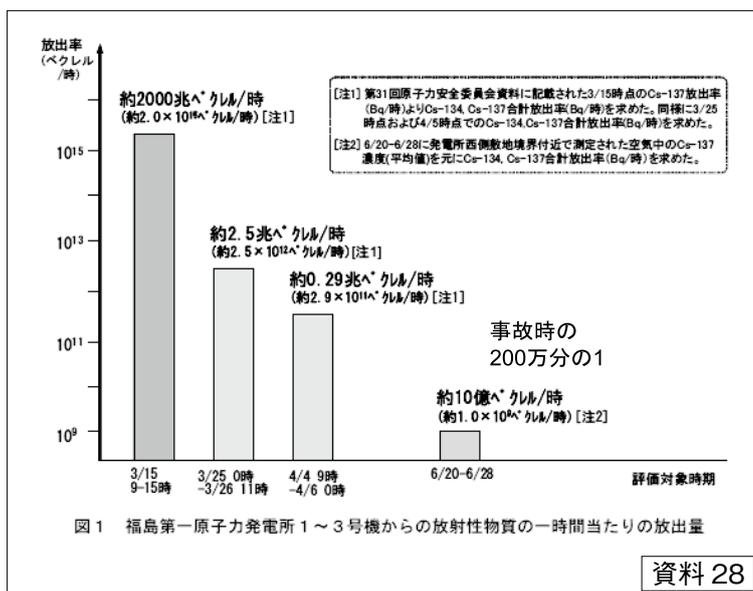
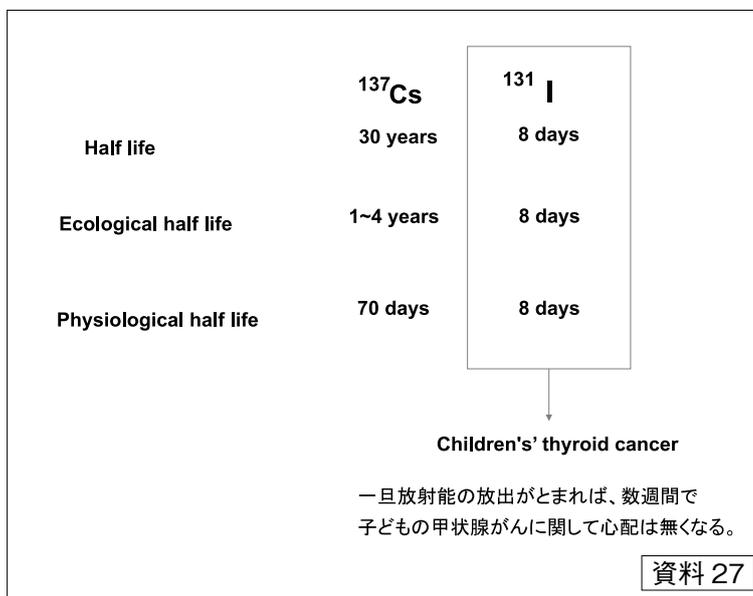
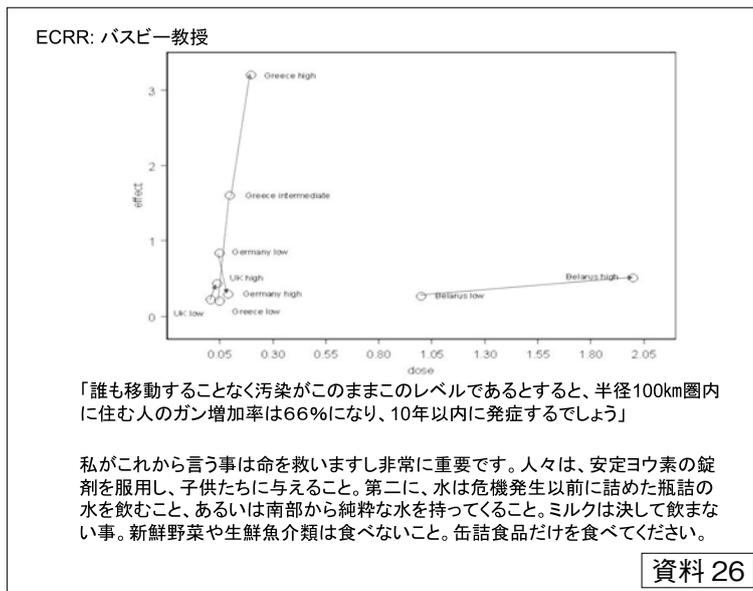
(資料25)

こうしたデータに対して、いろんな評価をする研究者がいます。ギリシャのグループは、爆発があったとき妊娠中だった女性から生まれた赤ちゃんが1歳未満で白血病になるリスク



があがるのではないかとということをして「NATURE」に論文を発表しました。それは被爆が低いところから高いところに行くに従って、発症リスクがあがっているというデータでした。当時は将来がんが増えるのではないかと、皆がびくびくしているところでの論文発表だったので、多くの人々がショックを受けたと思います。そこで、周辺諸国も調べました。その中でドイツはまったくそんな傾向はないとして、その論文はおかしいのではないかと「NATURE」に反論の手紙を出しています。イギリスでもはっきりしたデータはとれませんでした。ベラルーシはかなり高い線量でも今ひとつリスクは高くはないとしています。ECRRのグループの主張する説というのは、大量に放射線があたると細胞はすべて死滅するためがんにならず、弱すぎてもがんにはならないと。その中間的な傷ついた細胞が生き残れるくらいの狭い範囲で、がんが増えるのではないかとこのものです。ただ、同じ線量でも国によってはまったくがんが増えていません。しかも、この線量をがんに対する放射線治療としてあてたところで細胞は死にません。なので、この説はいかなものかと僕自身は思います。(資料26)

もう一つ、難しいのは当時乳児の白血病というのは、診断が非常に難しかったと思います。今のように、遺伝子を検査する技術がまだ発達していませんでしたから。しかも、乳児の白血病は特に診断が難しいのです。我々でも正常か異常かで診断を迷います。基になるデータを見て1例が誤診だったら、統計学的な正しさはなくなってしまいます。ということは、正常なのに白血病だという診断を間違っさせていた人が、このデータの中に入っていたら、結論はくつがえされてしまいます。(資料27)



資料28は6月末に発表されたデータです。事故当時、一番高かったときに比べると、200万分の1になっているということです。しかし、まだまだゼロではありません。しかも、地下水など、ほかのところに漏れている可能性もあるので、完全に安心することはできません。(資料28)

### チェルノブイリで甲状腺がんが増えた理由

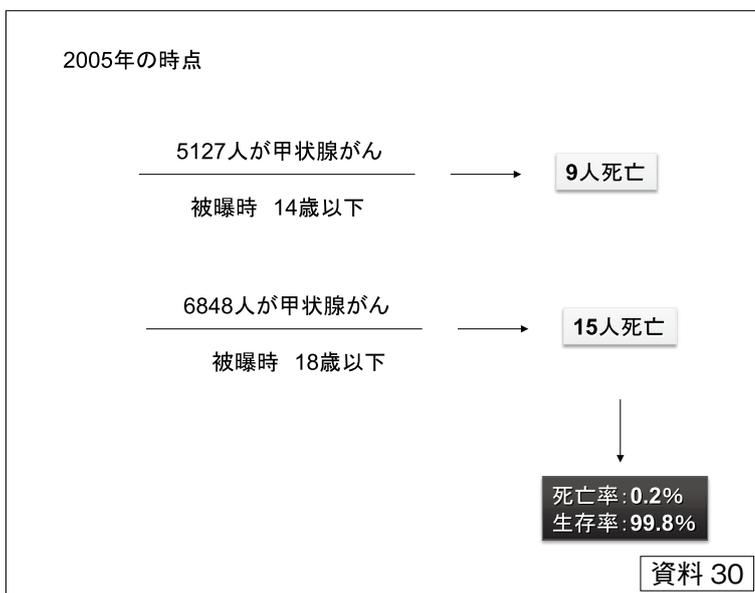
では、ここでもう一度、チェルノブイリで甲状腺がんがなぜ増えたのかという話に戻りたいと思います。理由を断定することはできませんが、可能性の高い原因がありました。福島ときは暫定基準値で牛乳は300ベクレル/L以下にして、それ以上のものは破棄しなさいということになりました。粉ミルクはさらに厳しく、100ベクレル/Lでした。ところが、チェルノブイリでは牛乳は3700ベクレル/Lが基準でした。その差は10倍以上です。しかも、それを超えたものは乳製品にまわりました。ということは、子どもの粉ミルクに3700ベクレル/L以上のものがまわった可能性もあるわけです。もう一つ、日本で基準が決まったのが、3月15日の2号機爆発から1日後です。チェルノブイリの場合は、1～2週間後でした。また、どれくらい徹底的に行われたかも重要ですが、チェルノブイリの場合は大きな農場には伝達がいきましたが、小さな農場には十分ではなかった可能性もあります。もう一つのポイントは、チェルノブイリ周辺の汚染マップが出ました。それが作られたのは爆発から3年後です。しかも、爆発から100キロ離れたところに高濃度のエリアがありました。チェルノブイリが人類初の原発事故なので、おそらく100キロ離れたところにいる人たちは、まさか自分たちの土地が汚染されているなど思いもしなかったのではないかと思います。また、その汚染マップが出た後、旧ソビエトでは住民大移動が始まったと聞きます。つまり、ヨウ素は初期の段階で除去しきれ

なかったのではないかと推測します。では、日本はどうだったのでしょうか。最初、僕は日本の政府だからなんとかやってくれると楽観的に思っていたのですが、静岡あたりの牛肉からセシウムが検知されたと聞き、十分な検査を受けずにすり抜けることもあることがわかりました。その後、福島から離れたところで草が汚染されたために牛に汚染が広がったという話などが出て、どこまで徹底的にされたのか懐疑的に思うところもあります。とはいえ、ヨウ素の半減期を考えると最初の1～2か月が勝負だったわけですから、今はあまり流通していなかったことを祈るばかりです。(資料29)

多くの人は、がんが出るともうダメだと思い

	Chernobyl	Fukushima
threshold		
牛乳	< 3,700Bq/L	< 300Bq/L
粉ミルク	3,700Bq/L <	< 100Bq/L
Start	1~2 weeks	1 day or 5 days
Thoroughness	?	Better ?

資料 29



がちですが、実際には非常に幅があります。子どものがんは大人に比べると治りやすいと思います。白血病でも5～7割は治ります。子どもの甲状腺がんというのは、特に治りやすい傾向にあります。

資料30は国連の発表データです。チェルノブイリの原発事故があったとき、14歳以下だった子どもたちのうち、5127人がその後20年間にがんを発症し、9人が亡くなったということです。逆に言うと、99.8%にあたる5118人の子どもは2008年の段階で生きているわけです。つまり、甲状腺がんになったけれど、ほとんどの人が生きているということです。これは一つのグッドニュースだろうと思います。(資料30)

資料31は2007年に出た国際放射線防護委員会の資料にあったものです。確率モデルでよく言われるのは、がんと次世代に及ぼす遺伝的影響です。この遺伝的影響に関しては、がんよりかなり確率が低いとされているため、今日は省略します。しかし、IQに与える影響としては、確率モデルの可能性も高いのではないかと。だとすると、先ほどお見せした比例グラフで考えることができます。今わかっているのは、1シーベルト被曝すると、IQが25点下がるといわれています。とすると、100ミリシーベルト被曝すると、IQが2.5下がる可能性も否定できません。(資料31, 32)

## リスクの2つの側面 (IQ)

このIQが2下がるということを、どうとらえるか。先ほどのように、個人リスクでとらえるのか、集団リスクとしてとらえるのかで変わってきます。例えば、自分の子どもを妊娠中に被曝して、生まれてきた子のIQが98だったというとき、もともとなのか、被曝によるものなのかわかりません。個人の問題だとすると、その後の努力でも十分にリカバーできると思います。し

### From ICRP report

- The associated data on IQ losses estimated at around 25 points per Gy are more difficult to interpret and their significance is unclear. Although a non-threshold dose response cannot be excluded, even in the absence of a true dose threshold, any effects on IQ following in-utero doses of a few tens of mGy would be of no practical significance for the vast majority of individuals. Annex A 84, pp169.
- 1Gy被曝量が増えるごとにIQが25点ずつ低下するというデータについては、解釈が難しく、統計学的有意差も不確実である。閾値なしの反応(確率モデル)も否定できないが、仮に閾値が本当になかったとしても、数十mGyの子宮内被曝によるIQ低下は、大多数の人にとって実質的な意味をもたないであろう。

資料 31

- dose responses for in-utero radiation-induced tissue reactions, malformations and neurological effects are also judged to show dose thresholds above around 100 mGy; uncertainty remains on the induction of IQ deficits but at low dose the risk is judged to be of no practical significance. (Principal conclusions and recommendations)
- 子宮被曝により組織反応を起こす量として、(とくに)先天奇形と神経学的影響の引き起こす閾値は100mGy 前後以上と判断される。(ただし)、(放射線胎児暴露が)IQを低下させるか否かについては一定の結論には達していない。しかし、線量が低い場合にはそのリスクは実際上有意ではないと判断される。

資料 32

しかし、集団で考えたとき、日本の子どもの仮に1万人のIQが100から98に落ちたことが認められれば、もしかすると将来ノーベル賞を取るような子どもが減るかもしれません。このように、集団でみると、無視できないことだと思います。(資料33, 34)

次は環境の問題に入ります。胎児の問題ともリンクしますが、爆発があると雲のようなものに乗って放射能が周辺に飛散します。そのとき、雨が降るなどして牧草などに付着すると、それを食べた牛にヨウ素がつきます。あるいはセシウムだと、地中にしみこんで地下水などに漏れ出ます。特に、セシウムというのはカリウムと似た性質があります。カリウムを多く含んだ土の中にセシウムは残りにくいそうです。一方、粘土質の土にはセシウムがこびりつきやすい性質があるようです。森の中の土はべたっとしていたり、粘土質なものが多いようで、最後までセシウムが残ってしまいます。コンクリートなどでは雨風はわりと早く洗われやすいのですが。森の中では、土の中にしみこみ、すぐに樹木の根から吸われてというサイクルを繰り返してしまいます。なので、落ち葉を拾うなどの除去をするだけでも、サイクルを早く減らすことができるかもしれません。

(資料35)

こうした環境の問題を理解していただいた上で、奇形は本当に大丈夫なのかというところを検証していきたいと思います。

これは去年「Pediatrics」という権威のある雑誌に出たデータです。チェリノブイリの周辺には非常に豊かな森が広がり、そこで暮らす人たちは森の住人と呼ばれています。なぜ森の住人と言われているかというと、森の中の恵みである木の実やキノコ類を採る、鹿を獲る、湖や沼で魚を獲る、あるいは

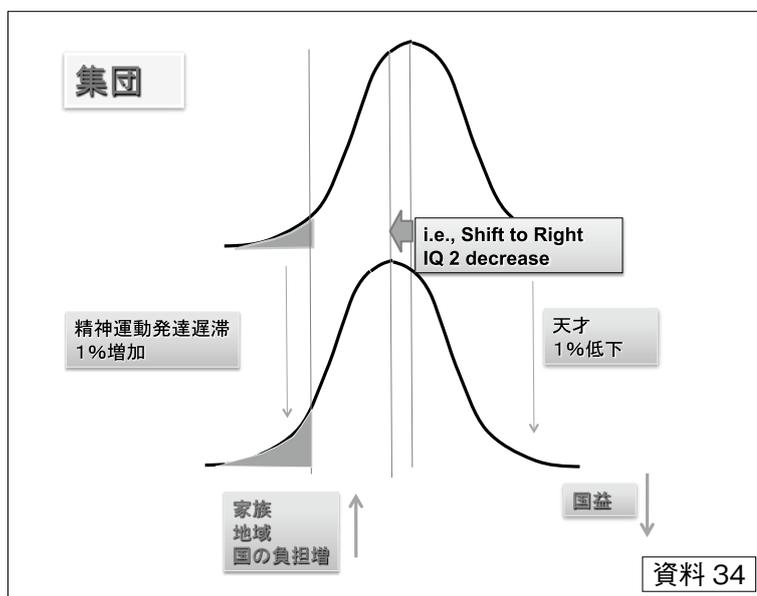
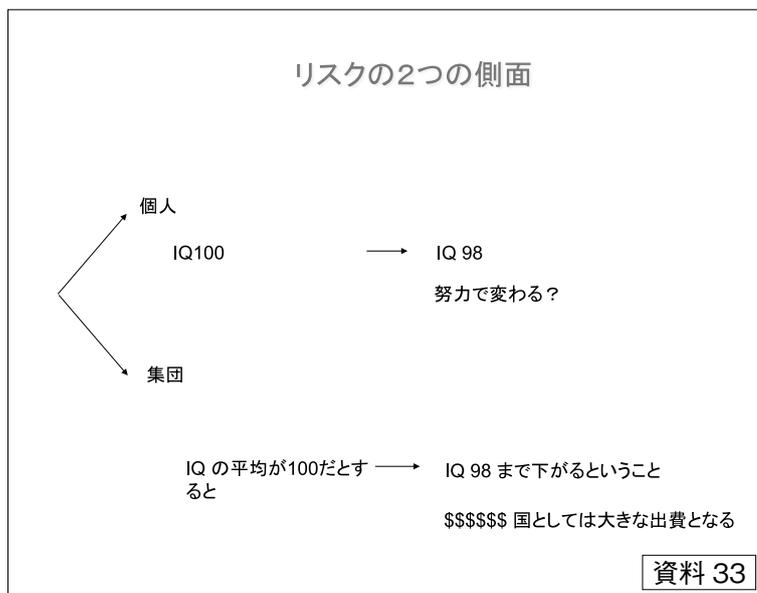
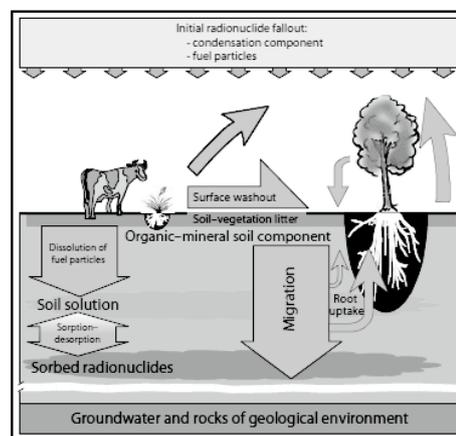


Figure A-VIII. The main transfer pathways of radionuclides in the terrestrial environment [S13]



資料 35

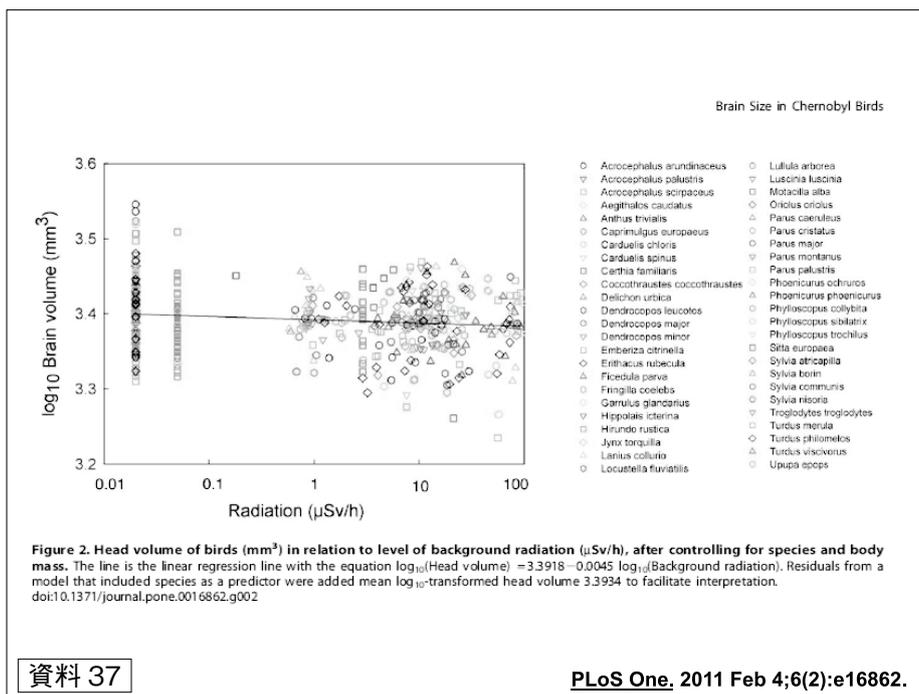
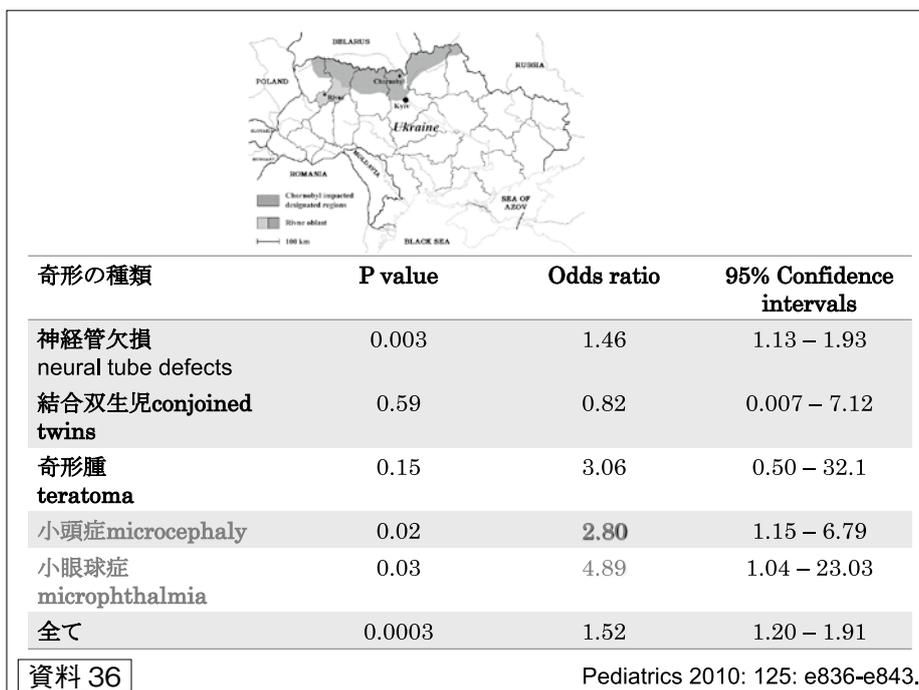
自分のところで野菜などを栽培して自給自足の生活をしています。そういう人たちは、恐らく食品中の放射能など調べていません。

被爆したものを食べ続け、妊娠中期の8～15週の時点で放射線500ミリシーベルトから1シーベルトという大きい値を短期間で被曝すると、精神運動発達遅滞を起こす可能性があります。8～15週は、脳の細胞が活発に作られる時期です。脳の神経細胞というのは一旦分裂が止まると、増えません。つまり、その時期に被曝すると、神経細胞の数が通常より減ってしまいます。そして、脳が小さくなることによって、小頭症、あるいは小眼球症が起こります。そして、当然IQの精神発達遅滞も引き起こします。この森に住んでいる人たちは、小頭症、小眼球症が、ほかの地域に比べて2.8倍から4.9倍くらい、そういう子どもが生まれるリスクが高いということが統計学上も出ています。セシウムの30年という半減期を考えると、きちんとした基準値を決めて守っていけば、

こういうリスクをかなり減らせることはできると思います。しかし、大丈夫だろうという安易な考えでは、リスクの上昇も起こりえます。今後、数十年という単位で見なければいけない一つの例だと思います。(資料36)

こういうことをサポートする例が、今年出たばかりの資料37です。横軸は外部被曝線量です。例えば1の単位は、1時間当たり1マイクロシーベルトという

ことです。縦軸は鳥の脳の大きさです。このグラフが何を意味しているかという、横軸が右に行けばいくほど外部被曝量が多くなるということです。恐らくその森の木の実を食べた時の放射能の量が多くなればなるほど、鳥の脳は小さくなります。先ほどの胎児の脳が小さくなるのと同じことを示していると思います。だから、チェルノブイリ原発事故があつて25年経った今でも、こういう汚染地域、特に森の中では注



意が必要です。私は恐らく福島森の中のシイタケやキノコ類は、かなり長い間、家庭には入れられないのではないかと思います。

(資料37)

### 妊娠8～15週は注意が必要

妊娠8～15週は注意が必要です。ただ、逆に妊娠の分かる時期はもっと早い時期ですから、分かってからこの時期に食べるものを注意して、なるべく放射線が含まれていないものを選びたいのではないかと思います。(資料38)

住んでいる地域の内部被爆が高くて心配であれば、関西や九州などに一時的に避難するのもありかと思います。妊娠後期からお産のときは、既に神経細胞の分裂は終わっていますから、また戻ってきてもいいわけです。

我々が生活をする時に、放射線量が低ければ低いほどいいというのは事実ですが、現実問題を考えたときに、ゼロにすることはできません。実際、今回の原発事故がある前から、私たちは自然界から放射線を受けていたわけです。資料39は文科省のホームページから出してきたものです。世界的には年間2,400マイクロシーベルト被爆していると言われていています。世界の高いところでは、ラドンの影響だと思いますが、10ミリシーベルト被爆しています。あるいは、宇宙から来ている放射線によって、パイロットやキャビンアテンダントは、ニューヨークを1回往復するだけで、200マイクロシーベルト被爆しています。では、こういった人たちががんが多いかということ、必ずしもそうではありません。(資料39)

妊娠8～15週は注意が必要



資料 38

### 比較の問題 << 日常生活と放射線 >>

引き上げ後の上限  
[250,000マイクロシーベルト/年]

[10,000マイクロシーベルト/年] アラカシ/カサハリの放射線(宇宙線、光線などから)

[2,400マイクロシーベルト/年] 宇宙から0.29、大気から0.48、宇宙線のラドンから2.6

[400マイクロシーベルト/年] 国内自然放射線の年間(世界) (世界平均値の1.5倍)

[200マイクロシーベルト/年] 東京・ニューヨーク航空機飛行(1往復) (国際線による宇宙線の増量)

[10マイクロシーベルト/年] クリアランスシートの使用(1年間の検査回数)

放射線の量  
(マイクロシーベルト)

250,000

100,000

50,000

10,000

1,000

100

10

緊急時事故時の場合に認められている上限  
[100,000マイクロシーベルト/年]

放射線作業従事者及び放射線に曝露する労働者に認められている上限  
[50,000マイクロシーベルト/年]

放射線作業従事者の年間の検査回数(CTスキャン)1回  
[6,900マイクロシーベルト/回]

一般市民の年間限度(年間) (放射線は低く)

[1,000マイクロシーベルト/年] 宇宙線(地上)1日

[800マイクロシーベルト/回] 飛行機(1往復)

[50マイクロシーベルト/回] 飛行機(1往復)

[50マイクロシーベルト/年] 原子力発電所(軽水炉)周辺(200m以内)の年間放射線量(年間)

※ Sv【シーベルト】=放射線の種類による生物効果の定数(※) × Gy【グレイ】

※ ×線、γ線では 1

資源エネルギー庁「原子力2002」をもとに文部科学省において作成

資料 39

では医療被曝では、どれくらい被曝しているのでしょうか。資料40は、イギリスの「Lancet」という雑誌では、2004年にこういうことを発表しています。「英国では75歳になるまでにがんの0.6%は医学的X線(CT含む)写真撮影に起因すると推定する。このことから医療被曝によって年間700人のがんを作り出している」と。例えば、放射線被曝で肺がんになったとすれば、もし医療被曝が全くなかったとしたら、700人がんの患者が減ったと計算されます。彼らは十数カ国の医療事情を比較していて、日本はどうかというと、イギリス人の5倍高い3%です。つまり、これを単純に人口を含めて計算すると、日本では7,000人が医療被曝によってがんになっていることとなります。もちろん、医療用のX線検査は必要があってやっているわけですが、もう少し数を減らすことは十分可能だと思います。(資料40)

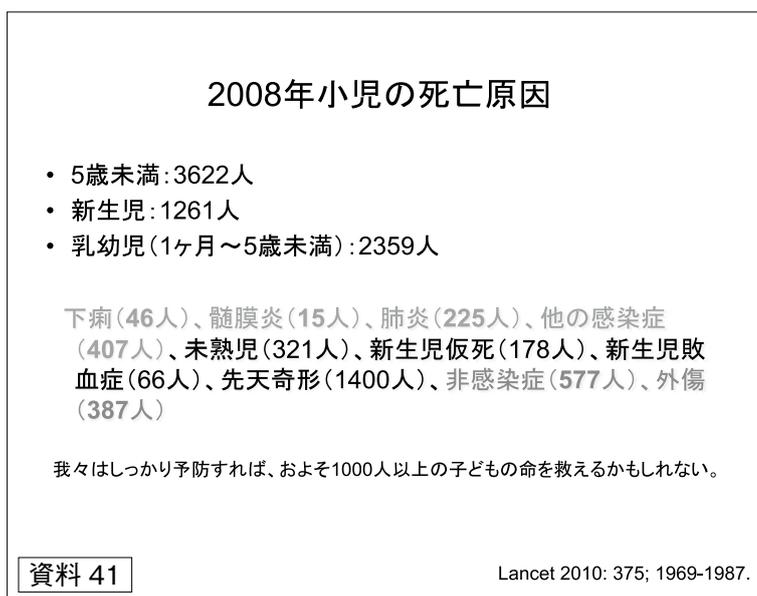
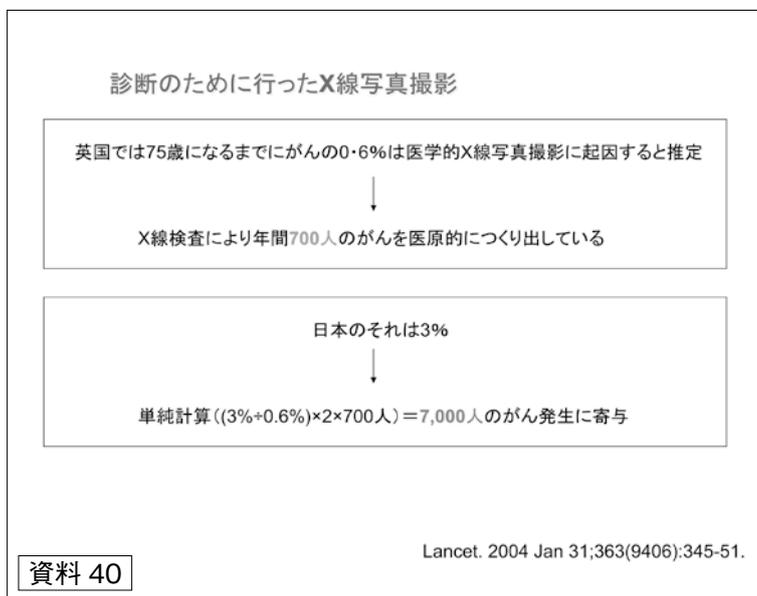
### 2008年小児の死亡原因

そのほかにも、子どもの命を多くのお母様が気にしていると思います。2008年だけを見ても、日本では病原性大腸菌など、まだまだ感染症で数百人の子どもたちが命を落としています。(資料41)

ところが、どうして放射線の問題に多くの人が敏感に反応しているのでしょうか。それは「先生、うちの子どもにはこれ以上放射線被曝を与えたくないの、レントゲン写真を撮るのはやめてください」と言えば、避けることはできます。例えば、タバコによる肺がんを防ぐには、タバコを吸わない、あるいは吸っている人に近付かなければ、防ぐことができます。例えば、O157、病原性大腸菌に関しても、肉をちゃんと焼けば、菌は死ぬので、目に見えないものでもコントロールできます。ところが、まず放射能汚染に関しての情報が錯綜しています。それと、O157の場合は、1週間胃腸炎の症状が出なければ再び出るリスクは少ないの

ですが、放射線の場合は、いつ影響が出るかわからず、母親にとっては不安が大きいものです。また、放射線は目にも見えず、コントロールすることもできません。今日スーパーで買ってきた食品に放射線がどれくらい入っているかも分かりません。また、今までどれくらいの放射線を取り込んだかわからず、どれくらい体に残っているかも分かりません。そういうことが、子どもを持ったお母さんたちを不安にしているのではないかと思います。

それなら放射線を目に見えるようにする、あるいはコントロールするということができればいいのではないかと僕は考えています。内部被曝を見るホールボディカウンターというもの



があります。ただ、高価です。この間福島に行ったら、1億円以上するような話をしていました。国が5台くらい発注したということですが、5台では自分の順番が来るのに時間が掛かるし、福島市や郡山市などお金のあるところはそういうのを買っても小さいところは買えません。ましてや福島県以外では国からの助成が出にくいいため、他の自治体では購入は難しいでしょう。しかし、こういうもので、検知されなかったということであれば、お母さんとしてはかなり安心度が拡がると思います。ただ、大事なのは、数字だけではなくて、その意味を伝えることです。特に子どもの甲状腺がんにしても、ほかのがんにしても、予防法がありません。万が一、高い数字が出ても全ての人ががんになるわけではなく、確率モデルの問題だということ为先ほど申し上げました。その一方で、数値が高くなればなるほど、発症する確率も高くなるというのは事実で、非常に悩むことになります。私が福島に行ったときは、どこのチャンネルを見ても、今日の福島は、1.32マイクロシーベルト/時というように、常に放射線量の情報が流れていました。それを見ていると、それがどういう意味をもっているのかはっきり伝えないと、人の心理としてはすごく不安になると思います。実際は安全な数字であっても、本当に大丈夫かなというふうになると思います。数字を伝えた時にどういうリアクションがあるのか、あるいは検査の数字が出た時にどう説明するかを予め考えておく必要があります。予防法がないので、高い数字が出て一生不安になるのはどうかという意見もあります。実際がんになるのはごくひと握りなので、スクリーニング検査をすれば、がんかどうか分かります。がんが分かれば早期に治療すればよいわけです。例えば内部被曝が認められるということになった場合、しかし検査をしてもがんはみつからない。だがいつかがんになるかもしれないと

いう不安。かなり長い間そういう人たちは悩むということ承知しておく必要があります。(資料42)

もう一つは食品を検査する方法です。ある食品があったら、その一部を採ってきて、ゲルマニウムの入った検査機で調べるということ聞いています。その場合は、切って刻んで測定するため、逆に市場にでているものは直接測定されていないことになります。そうすると、消費者の心理としては、本当に大丈夫かなと。成分の発表、発表の信用度にもよりますが、それが本当に大丈夫なのかと多くの人が思っていると、不安は解消されません。一つの案としては、空港の手荷物検査のように、市場に出る食品が



全身検査: 主に  $^{137}\text{Cs}$ 用

資料 42

食品の放射性物質測定器発売へ 富士電機、12秒で判別



農作物などの食品を段ボールや袋に入れた状態のまま約12秒で放射性物質が暫定基準値以下かを判別できる。

価格は430万円から。

資料 43

検査できて暫定基準値以下だということが分かれば、消費者としても安心して買えるのではないかと思います。もちろん、バックグラウンドで高い数字が出てしまったり、不正確なところがある可能性も否定できず、もう少し吟味する必要はあるでしょう。しかし、そうしたことが消費者を守ることになると思います。福島県産のものであろうが、近隣のものであろうが、測定して放射能がない、あるいは安全なレベルであると分かれば、生産者も守ることになります。風評被害をなるべく小さくすることにも役立つと思います。自治体だけではできない場合もあるので、ぜひ国にも協力してもらいたいと思います。(資料43)

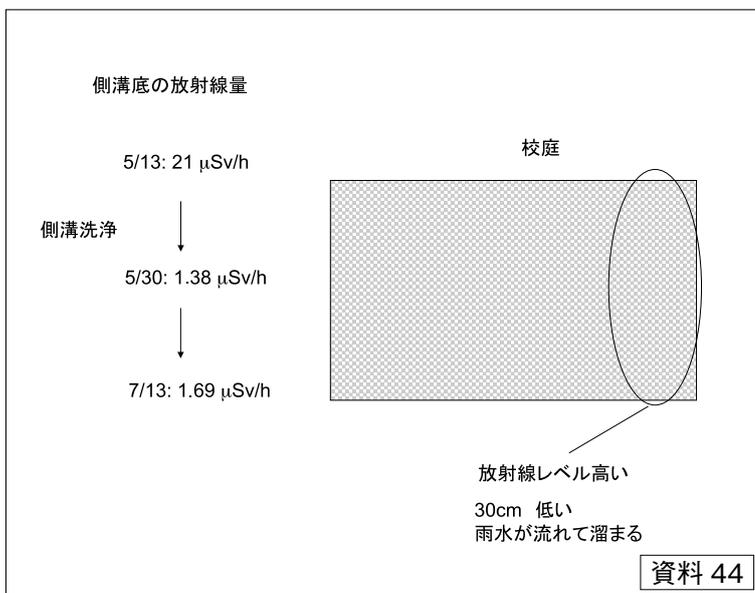
## 子どもへの影響として考えられる要因

### 側溝底の放射線量

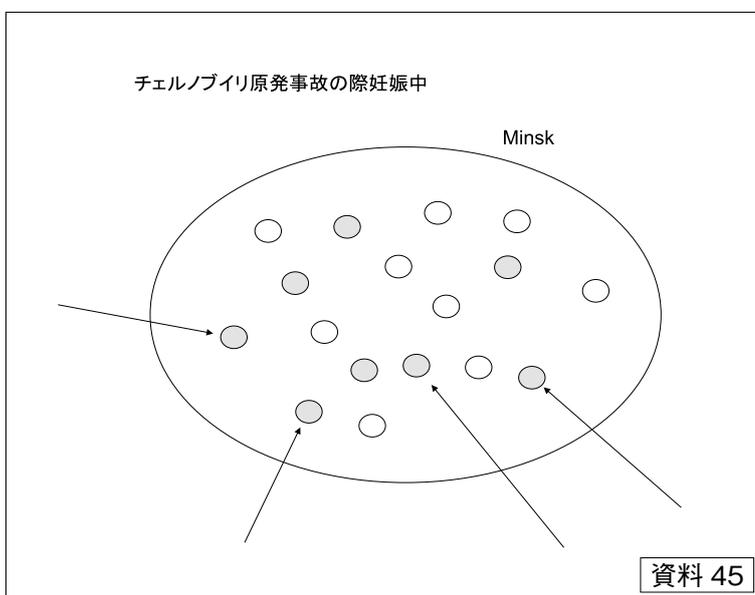
福島での取り組みを少し話したいと思います。福島では、小学校、中学校、高校を中心に除染をやっていました。主に雨どいや屋上から流れる水の道のりなどが高くなりやすいと分かっているので、高圧洗浄機を使って、きれいに洗い流しました。資料44は県立福島高校の例です。側溝洗浄によって21マイクロシーベルト/時あったものが、1.38マイクロシーベルト/時と10分の1以下に下がっています。右側は校庭です。校庭を30cmという非常に小さいメッシュで測定していたら、あるところが高くなっていました。なぜかという、校庭が少し傾斜していて、こちらが30cmほど低かったのです。ということは雨水が溜まりやすいということです。そういったところは、同じ校庭でも高く出るということです。福島のある小学校では、校庭の端に数メートル四方、深さ3メートルくらいの穴を掘って、そこにビニールを入れて、掘った土は脇に積みあげておき、校庭の表土を放射線のレベルがきちっと下がるまで掘っていきましました。ある校庭では5cmくらいのところもあれば、粘土質の土の場合はセシウムがこびりついているようで、12cmくらい掘った校庭もあったそうです。その掘る脇ではどこまで掘れば安心かというのを監視していて、掘る深さを決めます。そして、掘った穴の中に汚れた土を入れて、その上にビニールをかぶせ、深いところから掘ったきれいな土を上にかぶせます。そうすると、校庭の外部線量は10分～12分の1に下がりました。しかも、汚染された土の上で計っ



でも、表土をはいだ場所でも放射線の外部線量は同じだということでした。仮に子どもたちが24時間暮らした場合、自然界からの被曝をさしひきした年間外部被曝量は0.16～0.26ミリシーベルトで、1ミリシーベルトを大きく下回るといえるということです。内部被曝や家にいるときの被曝量がある程度抑えられれば、福島のように高い場所でも、かなり多くの子どもたちを年間1ミリシーベルト以下の被曝に抑えることができるのではないかと思います。やればやったなりの効果があることを、福島の現場で行われている努力が示しているのではないかと思います。(資料44)



最後に触れておきたいのが、メンタルな部分です。福島ときは周辺20キロでしたが、チェルノブイリの原発事故ときは周辺30キロの人たちが遠方に避難しました。資料45にあるのは避難した比較的放射線量が低い場所だと思ってください。そのとき、妊娠中だった女性をうすい色づけで、避難先で妊婦だった人を白丸で示しています。数年後、妊婦さんたちから生まれた子どもを示したのが資料46です。避難してきた人たちから生まれた6～7歳の子どものうち、言葉に障害のある子の割合が約18%、被曝していない人たちは約8%でした。また、情緒障害は、被曝した親から生まれた子どもは約20%、被曝していない親から生まれた子どもは約7%でした。(資料45, 46)



6～7歳

	被曝 人数 (%)	非被曝 人数 (%)	有意 差
軽度精神発達遅滞	2 (1.5)	1 (0.8)	なし
言葉の障害	25 (18.1)	10 (8.2)	あり
運動発達の障害	15 (10.9)	6 (4.9)	なし
注意欠陥多動性傾向	10 (7.3)	3 (2.5)	なし
情緒障害	28 (20.3)	9 (7.4)	あり
社会適応性の障害	6 (4.4)	2 (1.6)	なし
チック	9 (6.5)	4 (3.3)	なし
他	27 (19.6)	12 (9.8)	あり
少なくとも1つ以上の障害	57 (41.3)	26 (21.3)	あり

資料 46

それが10～11歳になると、言葉の障害は絶対数は減っているものの、約10%、情緒障害に関しては2～3倍、社会適応性の障害はもっと高く5倍近く出ています。ではIQはどうかというと、精神発達遅滞はありませんでした。10～11歳でも変わりません。ところが70～79という境界領域では10～11歳だと被爆した親から生まれた子どもで約10%、非被爆の親から生まれた子どもで約3%と、3倍ほど違います。ではIQの結果や情緒障害は放射線の被爆によって生じたのでしょうか。調べてみました。多くの人は原発が爆発してから2～3週間後に甲状腺にプローブを当てて、どれくらい吸収したかを見えています。甲状腺への吸収線量が低い・中ぐらい・高いと三分して比較すると、子どもたちのIQは母親の甲状腺への放射線吸収量によらずに分布しています。放射線の線量が高ければ高いほどIQが落ちたのなら、放射線の被爆によるものだと言えますが、そうではありませんでした。(資料47, 48)

先ほど、妊娠8～15週は脳神経発達の時期で生まれてくる子どもに影響が出やすいという話をしました。妊娠中のいつの時点で被爆をしたかということについても、チェルノブイリの事故では解析しています。8～15週に被爆した人から生まれた子どものIQが特に下がっていればやはり放射線の影響と言えますが、調べてみると、妊娠週数にもよりませんでした。つまり、放射線被曝が原因では必ずしもないのではないかということです。(資料49)

では、何と関係があるのでしょうか。研究者たちはSTAIという国際標準のアンケート用紙を用いて、母親がどれくらいストレスを感じ、不安を持っているかという点を調べました。すると、母親の不安と子どもの情緒障害の相関係数が0.34、父親の不安と子どもの情

10～11歳

	被曝 人数 (%)	非被曝 人数 (%)	有意差
軽度精神発達遅滞	2 (1.5)	1 (0.8)	なし
<b>言葉の障害</b>	<b>14 (10.1)</b>	<b>4 (3.3)</b>	<b>あり</b>
運動発達の障害	10 (7.3)	4 (3.3)	なし
注意欠陥多動性傾向	7 (5.1)	3 (2.5)	なし
<b>情緒障害</b>	<b>25 (18.1)</b>	<b>9 (7.4)</b>	<b>あり</b>
<b>社会適応性の障害</b>	<b>10 (7.3)</b>	<b>2 (1.6)</b>	<b>あり</b>
チック	9 (6.5)	5 (4.1)	なし
他	15 (10.9)	10 (8.2)	なし
<b>少なくとも1つ以上の障害</b>	<b>51 (37.0)</b>	<b>25 (23.7)</b>	<b>あり</b>

資料 47

6～7歳

IQ	被曝 人数 (%)	非被曝 人数 (%)	有意差
≥ 90 (平均～高い)	60 (43.5)	76 (62.3)	あり
89～90 (低い～平均)	54 (39.1)	38 (31.2)	なし
70～79 (境界領域)	22 (15.9)	7 (5.7)	あり
≤ 69 (精神発達遅滞)	2 (1.5)	1 (0.8)	なし

10～11歳

IQ	被曝 人数 (%)	非被曝 人数 (%)	有意差
≥ 90 (平均～高い)	94 (68.1)	94 (77.0)	なし
89～90 (低い～平均)	28 (20.3)	23 (18.9)	なし
70～79 (境界領域)	14 (10.1)	4 (3.3)	あり
≤ 69 (精神発達遅滞)	2 (1.5)	1 (0.8)	なし

資料 48

甲状腺吸収線量 (Gy)	人数	IQ 平均 (標準偏差) 6～7歳	IQ 平均 (標準偏差) 10～11歳
0～0.3	66	89.6 (9.8)	94.4 (10.2)
0.3～1.0	62	88.3 (9.8)	92.7 (10.6)
> 1.0	10	88.9 (8.6)	93.8 (11.1)
合計	138	89.0 (7.6)	93.7 (10.2)

資料 49

緒障害の相関係数は0.52と、かなり高い係数が出ました。医療の世界では、相関係数が0.5というのはなかなか出てきません。ということは、親が不安を強く感じるほど、子どもの情緒に悪い影響が出るということです。(資料50)

### 原発事故の及ぼした影響

このように、健康は病気の有無だけではなく、メンタルな部分でも、社会的にも安寧であることが健康であるとWHOは定義づけています。そういう目で今回の原発事故はどうだったのか考えると、スリーマイルのときはそれほど放射能が外に出ませんでした。周辺の住人たちは非常に大きな精神的ストレスを受けました。そして、チェルノブイリのときは子どもの甲状腺がんが増えました。と同時に、少なくとも地域社会が30キロは崩壊しました。それによって職を失い、中には自殺した人もいたかもしれません。原発事故の影響は短時間で終わるものではなく、何年にも及びます。なので、1日1日の不安やストレスがさほど大きくなくても、それが何年も続くうちにその人やその人の家族が受けるストレスや不安は大きなものといえます。結論としてはあまり疾患だけにとらわれず、全体をしっかりと見ていかなければならないのではないかとことです。

(資料51)

7月末に今回の話の内容を化学同人という出版社から『放射能汚染 ほんとうの影響を考える』という本にまとめました。もし興味がある方がいらっしゃれば、お読みいただければと思います。(資料52)

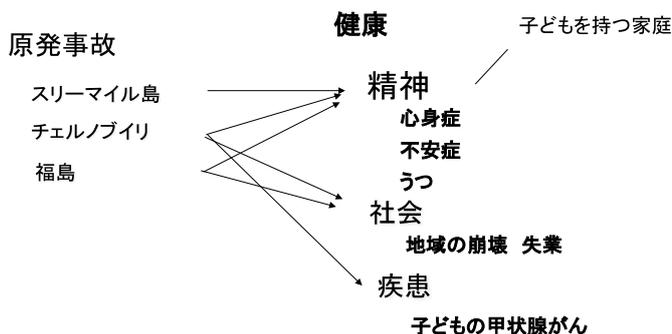
ご静聴ありがとうございました。

STAI	被曝人数 (%)	非被曝人数 (%)	有意差	子どもの情緒障害との関係相関係数
母親の不安症	75 (54.4)	33 (27.1)	あり	0.34
父親の不安症	47 (34.1)	23 (18.8)	あり	0.52

資料 50

Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

(健康とは、完全に、身体、精神、及び社会的によい(安寧な)状態であることを意味し、単に病気でないとか、虚弱でないということではない。)



資料 51

・チェルノブイリ原発事故と福島原発事故との違いとは？

資料 52