

ヒバクと健康 LETTER

No. 4 2017・2・28

低線量被曝と健康プロジェクト

URL <http://hibakutokenkou.net/>

ご寄付や「LETTER」ご購入など日頃のご支援まことにありがとうございます。
低線量被曝と健康プロジェクトの「LETTER No.4」をお届けします。

目次

- ◆ **福島** 旧警戒区域 南相馬市小高区からの報告 小高赤坂病院長 渡辺瑞也 2
- ◆ 周産期死亡の増加を巡って 8~12
- ＝特集＝ 広島市で注目の「ワークショップ」開かれる 12~27
 - ◆ 12月10日 「内部被ばく健康影響の評価を巡って」
ワークショップでの沢田昭二先生の講演PPTと解説 <別刷り>
 - ◆ 9日 「⁵⁶Mn の内部被ばく実験とその結果—微粒子効果の可能性について」

*次号「LETTER.5」は、5月ごろ発行予定です。

内容は、広島「ワークショップ」での、津田敏秀、西尾正道両先生の報告が中心です。

◆ 「LETTER」の内容について、ご意見をお寄せください。

低線量被曝と健康プロジェクト

田代真人

〒325-0302 栃木県那須町高久丙407-997

☎080-1002-4504 Eメール: masa03to@gmail.com

スタッフ 小柴信子

Eメール: hg00102@nifty.com

福島からの報告

◆311から6年、福島県で子どもたちの甲状腺がんは昨年12月末で145人。依然として増え続けています。しかしなお、県・政府側は「放射線の影響とは考えにくい」と言い続け、更にあることか、福島県での放射線事業の財政支援を一手に引き受けている「日本財団(旧笹川財団)」は、昨年12月10日に、子ども甲状腺検診の縮小を福島県に提言しました。日本政府は、放射能「汚染」は年20ミリシーベルトまでは「安全安心」といって、福島県民の「帰還施策」を急いでいます。

今、福島はどうなっているのでしょうか。随時ご報告します。

旧警戒区域～南相馬市小高区～からの報告

小高赤坂病院 院長 渡辺瑞也

◆小高赤坂病院の原発事故被害の概要

1. 当院の避難

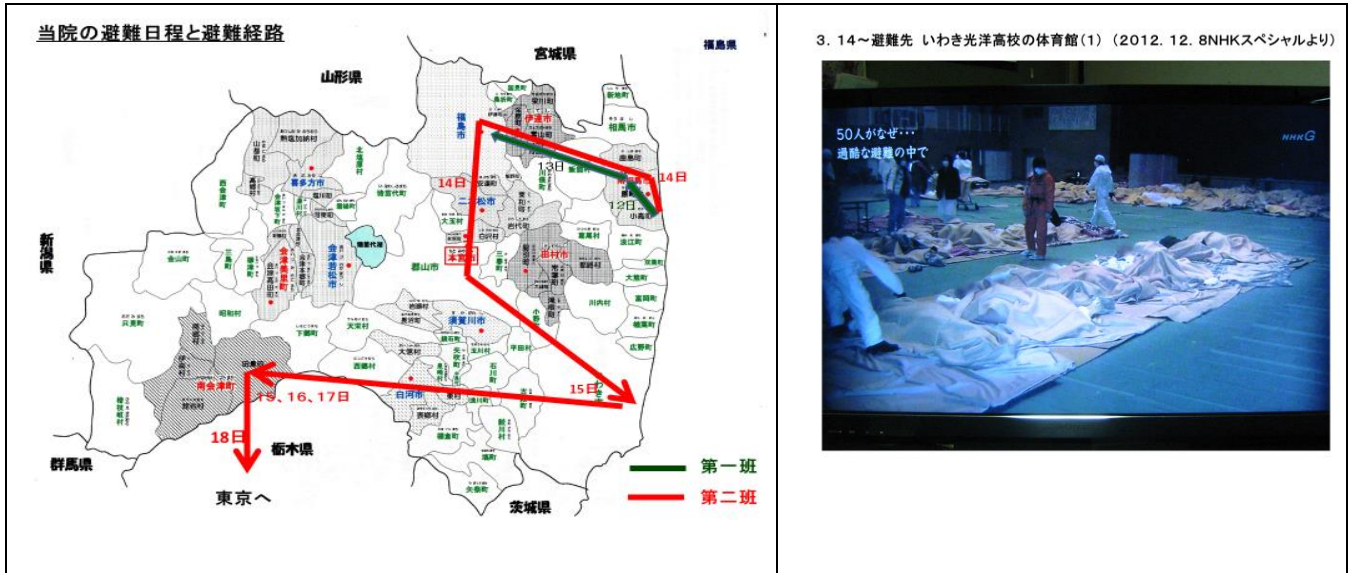
私たちの病院は、福島第一原発から北北西へ約18kmの位置にあって、事故当時、104名の入院患者と80名の職員が在籍しておりました。

3・11午後2時46分に発生した震度6弱の烈震による破壊は比較的軽度で、建物は内陸の丘の斜面にあったことから津波に襲われることもなく、ライフラインもすべて保たれておりましたので、医療活動は継続できるものと思っておりました。

私たちが地震や津波による大惨事に目を奪われている間に、実は東電福島原発では極めて深刻な事態が進展していて、早くも3月11日の宵(19:03)には原子力緊急事態宣言を発する程までの危機的状態に陥っていたのですが、地元の情報をとれない私たちは、翌12日の1号機の水素爆発をテレビで見るとはいたした根拠もなく「多分大したことにはならないだろう」と、甘く考えていました。しかし、実は図表—1に示しましたように、3月12日の1号機のベント前の午後3時には原発周辺では極めて高濃度の空間放射線量が測定されていたことが1年以上も経ってから公表されています。

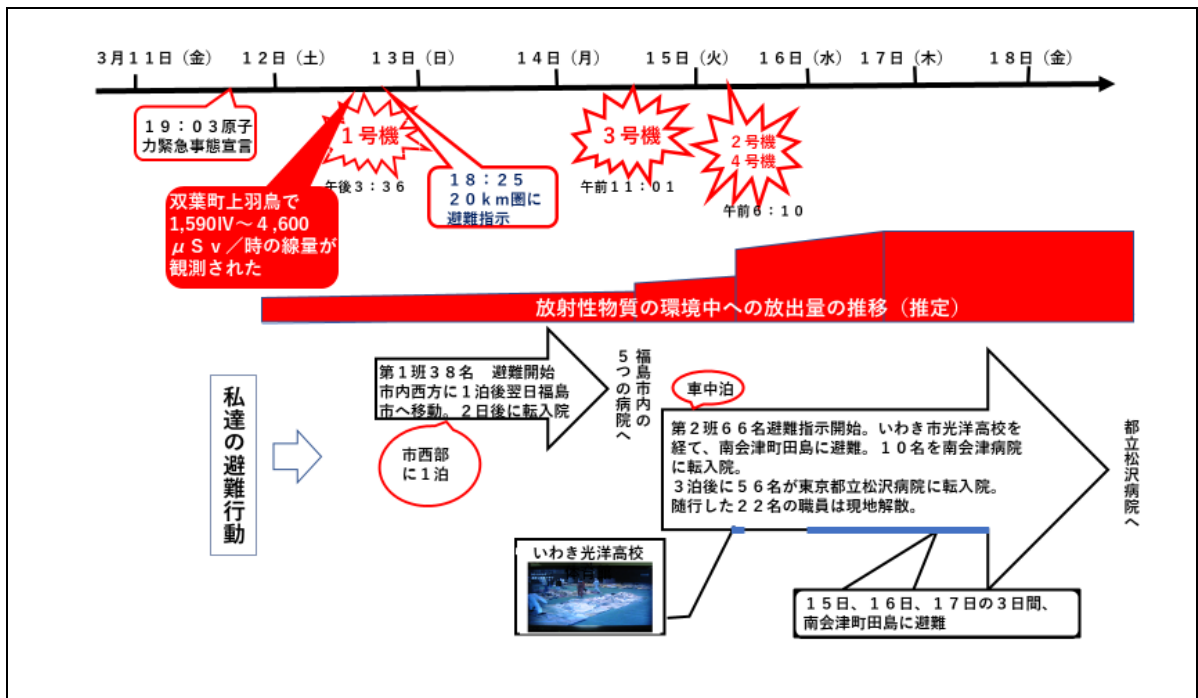
これらのことは、既に3・11の夜から多種大量の放射性物質が、原発周辺地域では極めて濃厚に、福島県を中心とした東日本全域では濃淡様々にばら撒かれはじめていたことを示唆しています。そしてその後、それが何ヶ月も続き、重大な初期被ばくを含めて極めて深刻な核汚染が東日本全域に及んだはずであると推認されます。

このような放射性降下物が降りしきる中で、一週間にわたる私達の病院の患者さんと職員の避難行動は、行く先も分からず、食べる物もなく、着の身着のままの無我夢中の脱出行動でした。これは避難指示区域のすべての住民が体験させられた過酷な状況でした。図表—2は私達の避難



図表—1 当院の避難行動（1）

ルートと途中の避難先だったいわき市の高校の体育館の様子です。道中では多くの方々に助けられ、一人も欠けることなく無事各地の病院に分散して転入院させて頂けたことは何よりの救いであり、本当に有難いことでした。最終的にたどり着いた東京の病院で、患者さんや職員と別れるときは不覚にも落涙を禁じ得ませんでした。



図表—2 当院の避難行動（2）

2. 東電の“補償”と職員の解雇

2011年3月15日以降病院は休診を余儀なくされ、病院への立ち入りも制限され、職員は北海道から沖縄まで全国各地にバラバラに避難して行きました。

この間、東電は休業補償に当たる職員への就労不能損害補償と病院の逸失利益補償を行いましたが、避難指示も解除されず病院も再開できない中で、これらの補償を4年や6年で次々に打ち

切ってきました。このため、病院の移転再開計画も暗礁に乗り上げ、病院再開を待ってれていた45名の職員を2015年3月末で全員解雇するという非情の決断を下さざるを得ませんでした。

3. 地域社会の崩壊と病院再開問題

事故後6年となる今年(2017年)は、帰還困難区域を除くすべての避難指示区域が解除されるとのことです。しかし、これまで避難指示が解除されたすべての地域における帰還率は数%から65%前後に留まっており、特に20km圏内の旧警戒区域の帰還率は1割前後でしかも圧倒的に高齢者に偏っています。

その原因は単一ではないでしょうが、最大の理由は放射能への不安です。若い人達の帰還が少ないという事実はその表れの一つと言えましょう。

このように大きく変質し、あるいは崩壊してしまった原災地が元のように再生する道のりは途方もなく困難です。南相馬市小高区も2016年7月12日に避難指示が解除されましたが、私達の病院再開の見通しは立っておりません。

病院の中はカビが生えたり動物の糞尿に汚染されるなどによって荒らされ、周囲も草木が伸び放題で昔の面影はすっかり失われてしまいました(図表-3)。一人で病院の正面に立って「東電のバカヤロー!!」と大声で叫んだことも何度もありました。

それでも今年の夏には、原発から北へ50kmほどの新地町にクリニックを開設して外来診療だけでも再開することが出来る見通しになりました。

広野町の高野病院の場合でも明らかとなったように、地域住民にとって不可欠な医療・福祉や教育といった地域密着型のソフトインフラ事業を民間の力だけで担い切ることは不可能であり、強力且つ継続的な公的支援が絶対に必要です。このことは、原災地域のコミュニティーの再生問題とも関連する基本的な課題でもあります。

図表-3 当院の外観の変容



◆放射線による健康障害について

国や福島県はSPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム）のデータを隠し、浪江町津島や飯舘村での文科省による線量実測値を隠し、緊急被ばくスクリーニング時の除染基準を1万3,000cpmから約8倍も緩い10万cpmに引き上げるなど、事故当初から徹底して隠蔽工作を行っていました。このため、原発近辺の住民は放射性物質が爆発的に降り注ぐ中を何の防護装置も身に着けずに逃げ惑うこととなり、放射性プルームに襲われた東日本では、百万人から千万人単位にも及ぶ数の人々が正確な情報を伝えられなかったために、避けることが出来た筈の重大な被ばくを蒙る羽目になってしまいました。

特に「初期被ばく問題」として語られるようになっていく事故直後から間もない時期における被ばくの問題に関しては、国や県は事故直後の被ばく実態に関する実地調査を意図的に放棄し、隠蔽、歪曲等の情報管理を行ったために、事後的に当時の状況を検討しようとしてもその正確な資料を得ることが出来ないような事態になってしまっています。

事故後間もなくから福島県を中心に東日本全域で見られるようになった不整脈、心筋梗塞、急性心不全、脳血管性障害等の循環器障害の増加や、白血病、悪性リンパ腫等の悪性の血液疾患などの多発は、この初期被ばくによって引き起こされた可能性があると思います。勿論、「福島県『県民健康調査』検討委員会」が明らかにしている小児甲状腺がんの多発見（2016年12月27日時点で183名）は、この初期被ばくとの関連性が極めて高い、と断ぜざるを得ません。

そして、この初期被ばくに加えて、年間追加被ばく線量1ミリシーベルト以上の高濃度汚染地域で生活し、汚染された飲食物の摂取や飛散する塵埃の吸引等によって蒙る慢性持続的被ばくによって、胎生期・周産期の異常や固形がんの増加、糖尿病の増加等々チェルノブイリ原発事故後に報告された多くの健康障害がみられるとの報告も散見されるようになっていきます。私自身を含めた身近で、3・11後に新たにがんとされた人は既に5人おり、2人は既に60歳代で亡くなっています。他にも、くも膜下出血で急に亡くなった40歳代の女性や、高度不整脈や冠動脈閉塞等が発症して治療中の身近な方がいます。こうした情報が行政から公表されることはなく、国と福島県は福島原発事故による健康被害はない、という虚偽の情報を流して福島原発事故問題を終わらせようとしています。本当は、原災地で全住民に対して個別に聞き取り調査を行えば、間違いなく「福島原発後ににわかに死亡したり重病になったり体調を崩したりした人が多い」ことが明らかになるであろうとっております。そして今後、上述の疾患以外にも免疫不全や中枢神経系疾患など、様々な「放射線関連疾患」とでも称すべき“健康異変事例”が増えて行くことを恐れています。

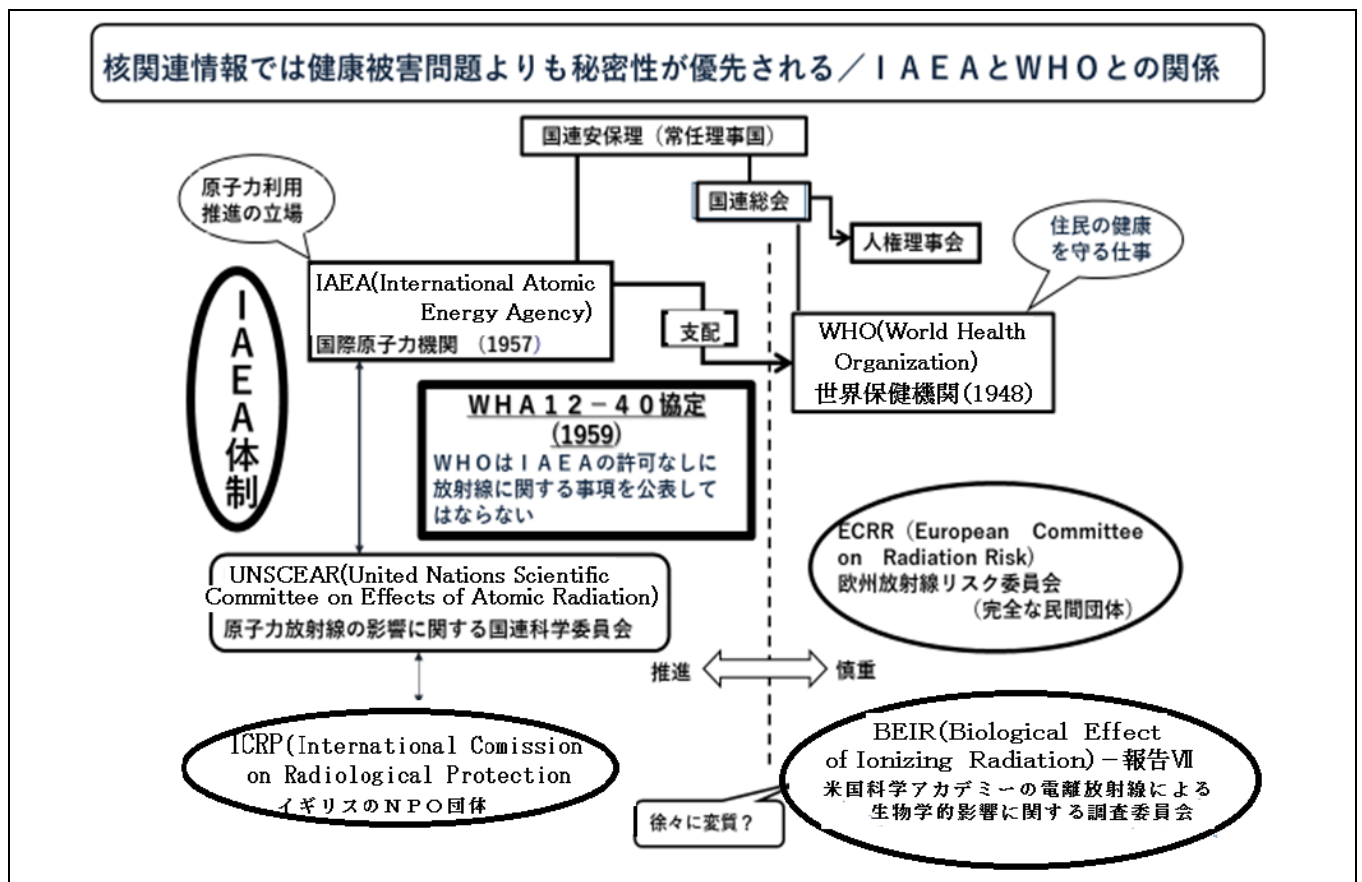
◆IAEA体制について

3基もの原発がメルトダウン・メルトスルーして国際原子力事象評価尺度（INES）7というこれ以上のランクがない最重大事故と位置付けられている福島原発事故が起きたのに、国と福島県は、この6年間ひとりの健康被害者も出していない、と主張しているのです。そんな奇跡など、あり得る筈はない事ぐらいいは誰にでも分かることでしょう。福島原発事故問題に関しては、国と福島県は明らかに嘘をついています。

実は、原子力災害への対応という問題に関してはどこの国でもこのような嘘と誤魔化しで事態を鎮静化させようとして来た、というこれまでの歴史があります。図表—4に示しましたように、私はこれをIAEA体制と勝手に名付けて呼んでいるのですが、世界のあらゆる核関連問題は、

核保有大国である国連常任理事国直轄の IAEA（国際原子力機関）がコントロールしている、という構造です。特に私が重要と考えておりますのは、図の中程にWHA12-40協定（1959年）という記載がありますが、これはIAEAとWHOの間に結ばれた「WHOはIAEAの許可なしに放射線に関する事項を公表してはならない」という主旨の協定です。WHOは国連総会に属する機関であり、国連総会はIAEAを直轄している拒否権を有する国連常任理事国中心の安全保障理事会の下に位置付けられています。つまり、権限上はWHOはIAEAの下に位置付けられていてその支配下にあるというこの協定こそが、原子力事故に基づく健康被害問題を隠蔽している国際的な権力機構の中軸的協定であり、これによってWHO及び世界各国の保健医療機構は、独自の核被害対策を行うことを禁じられている、という構図になっていると思われるのです。誠に残念で理不尽なことです。被ばく問題はIAEA体制によって管理されることになっていて、わが国が独自で福島原発事故問題を処理することを許さない構造になっているようなのです。因みに、わが国の厚生労働省がこの領域において全く機能していないことなども、こうした文脈で捉えることが出来るのかもしれない。

私は、IAEAという国際原子力権力体制が背後で福島原発事故問題を管理しているというこの視点を持ちつつも、福島原発事故による核公害問題は、県とか市町村等の行政区の枠を越えて被災地が抱えている問題と情報を共有しながら、今後何十年にもわたって粘り強い取り組みを続けて行かなければならない国民的課題であると思っています。



図表—4 IAEA体制

◆最後に

平成28年3月に公表された福島県県民健康調査検討委員会がまとめた「県民健康調査における中間取りまとめ」では、甲状腺検査結果について「これまでに発見された甲状腺がんについては、被ばく線量がチェルノブイリ事故と比べて総じて小さいこと、被ばくからがん発見までの期間が概ね1年から4年と短いこと、事故当時5歳以下からの発見はないこと、地域別の発見率に大きな差がないことから、総合的に判断して、放射線の影響とは考えにくいと評価する」という驚くべき結論を掲げています。

ご存じの方もおられると思いますが、この問題に対してロシア研究者の尾松亮氏は『ロシア政府報告書2016年版』（正式名称：チェルノブイリ事故30年—ロシアにおける事故被害克服の総括と展望1986—2016）の解説（『世界』2016年9月号、岩波書店）の中で次のように記述しています。

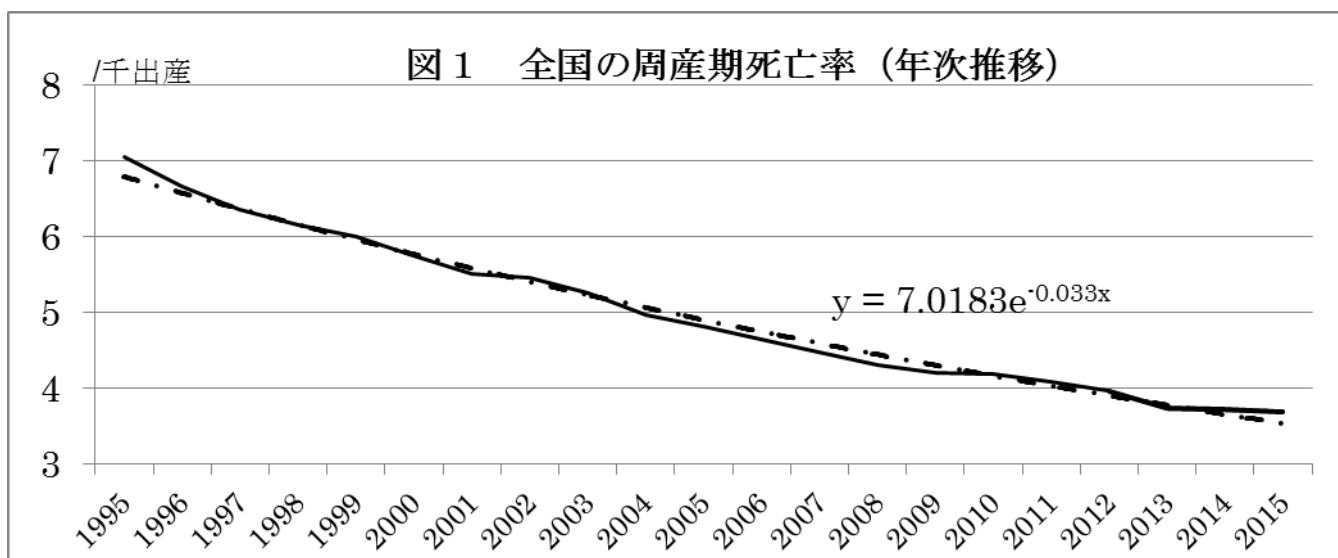
「・・・この報告書では、収束作業員の『血液循環器系疾患』、『甲状腺がん』にセシウムの汚染が影響している可能性、被災二世への遺伝的影響、が認められた・・・」「・・・2011年版『ウクライナ政府報告書』に比べれば、2016年版ロシア政府報告書のスタンスはずっと保守的であり、健康被害に関する記述も乏しい。・・・（中略）・・・それではなぜこの『ロシア政府報告書』を今、取り上げる必要があるのか。理由は、これがロシア政府としての公式見解を示したものだからである。個別の学者チームの意見ではなく、政府機関の見解を示したものとして読むことができる。この報告書に書かれたことを、非主流派の異端学説として退けることは出来ない。日本で福島第一原発事故の健康影響を否定する立場をとる医師たちは、これまで『2011年版ロシア政府報告書』やロシア国立医療機関の専門家の論文を引用してきた。この2016年版だけは認めない、ということ出来ないはずだ・・・」

2011年ウクライナ政府報告書のみならず、この2016年ロシア政府報告が認めているチェルノブイリ原発事故による核被害の実態報告は、現在のわが国の政府が進めている福島原発事故健康被害対策は根本的に間違っていることを示す有力な根拠の一つであると言えるのではないのでしょうか。（了）

◆福島原発事故と関連して周産期死亡が福島とその近隣 5 県と千葉・埼玉・東京で明らかに増加しているとの論文との論文が米医学雑誌『**Medicine**』に掲載されました。

<著者の一人・森國悦氏による解説>

WHO が定めた「疾病及び関連保健問題の国際統計分類第 10 回改訂」(ICD-10) では、周産期を「妊娠満 22 週 (154 日) から出生後満 7 日未満」と定義している。日本では従来「妊娠満 28 週以後、早期新生児期 (出生後満 7 日未満)」としていたが、1995 年から ICD-10 を採用している。これに伴い周産期死亡も「妊娠満 22 週以後の死産に早期新生児死亡を加えたもの」と改められた。



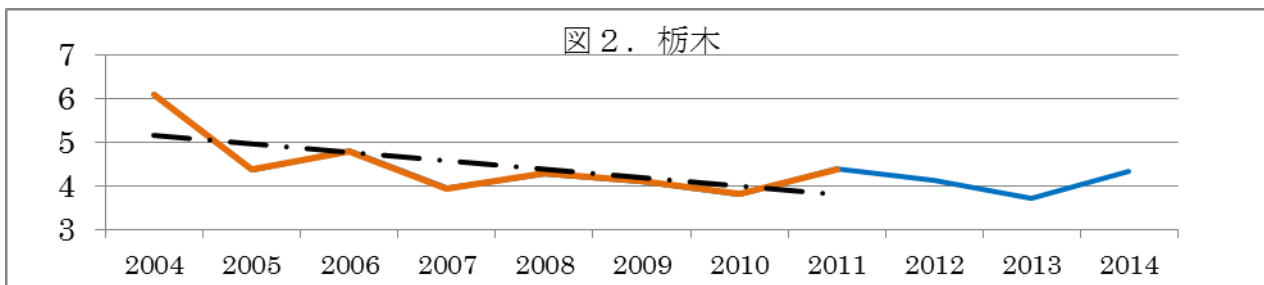
死産には人工死産も含まれるが、妊娠 22 週以後は、母胎外でも生存可能なため、人工妊娠中絶は禁止されている。したがってこの時期の死産は胎児の健康状態悪化 (奇形、遺伝子疾患、感染症、薬剤、放射線、母胎内発育不良) による死産である。周産期死亡率は出産数 (出生数+22 週以後の死産数) 1000 に占める、22 週以後の死産数と早期新生児 (出生後 7 日未満) の死亡数を加えたもので表わされる。早期新生児死亡数を加えるのは、社会によっては早期新生児死亡が死産として処理される傾向があるためと、この時期までの死亡は胎児期の健康状態に影響されるからである。それゆえに、周産期死亡は胎児の健康状態の指標として信頼性が高く世界中でよく利用される。

日本では、1995 年から年間 3.3%程度の割合で減少している (図 1)。減少要因としては、周産期医療の進歩 (胎児診断、胎児手術)、感染症の減少 (風疹等)、妊婦環境の改善が考えられる。

福島原発事故の影響を検討するため、空間放射線量の高い地域を含む岩手、宮城、福島、茨城、栃木、群馬の 6 県の周産期死亡率を人口動態調査の資料(ネットで e-stat 主要な統計 人口動態調査 確定報告 周産期 年 「上巻 8-11 都道府県 (21 大都市再掲) 別にみた妊娠満 22 週以後の死産—早期新生児死亡別周産

期死亡数・率及び周産期死亡中妊娠満 22 週以後の死産の占める割合」と 「中巻 1 周産期死亡数, 妊娠満 22 週以後の死産—早期新生児死亡・性・死亡月・市部—郡部(全国)・都道府県(21 大都市再掲)別」) から検討してきた。

年集計を使って、栃木県の場合を例に説明する。出産数(出生数+死産数)は 1995 年が 18790 で 2010 年が 16527 と減少し、周産期死亡数は 1995 年が 167 で、2010 年が 63 と減少している。周産期死亡率では 1995 年 8.9/1000 から 2010 年 3.8 まで上下に変動しながらも減少傾向を示している。図 2 は 2004 年からの栃木県である。この上下変動の原因は周産期死亡の要因の変動もあるが、出現数が 100 前後と少ないために起こる確率の変動が大きい。確率論では、本来表と裏が出る確率がそれぞれ 2 分の 1 であるコインを実際に 200 回投げたとして表が出る回数は 0~200 までであるが、80 回から 120 回の範囲に 95% の確率で収まる。これを言いかえると、『理論的には 100 回である表が出る回数が、実際に 200 回投げた場合 80 回から 120 回まで』はあるだろう。」ということになる。

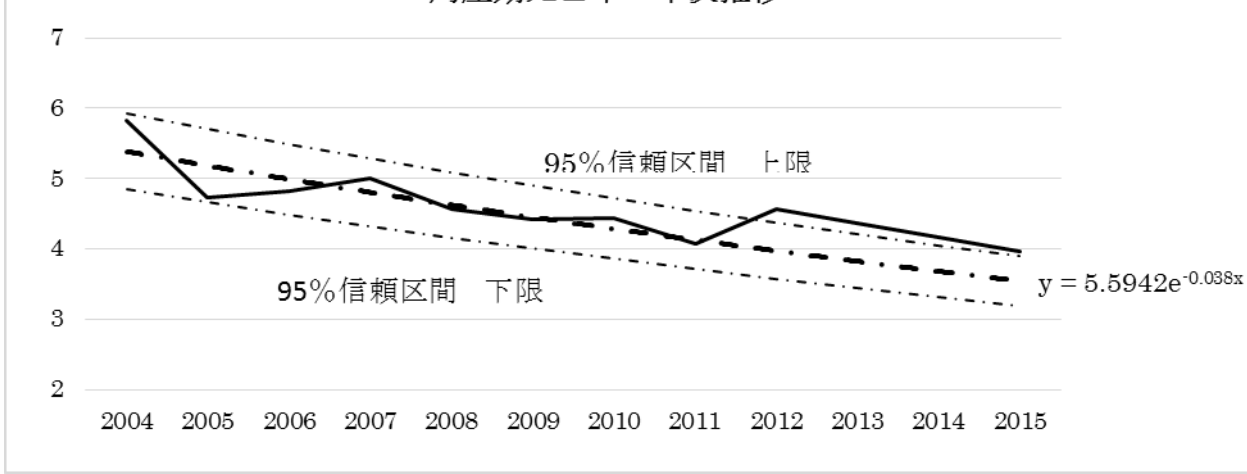


周産期死亡の話に戻るが、今 2 万の出産があって、100 の周産期死亡があったという場合、「真の出現率」は $(100 \pm 20) * 1000 / 2 \text{ 万} = 5 \pm 1$ で周産期死亡率は 5.0 で 20% ぐらいの変動は確率的に発生することになる。(この時の ± 20 という数値は $1.96 \times \sqrt{100} \div 20$ で算出される。)そこで、岩手・宮城・福島・茨城・栃木・群馬の 6 県を合わせると 12 万の出産があって、600 の周産期死亡があった程度の規模になる。その時の「真の出現率」は $(600 \pm 49) * 1000 / 12 \text{ 万} = 5 \pm 0.4$ で 8% ぐらいの変動に抑えられる。これによって 15% 程度の変化を捉えられることになる。最初に 6 県を合算して検討した理由である。これで単年度での増加の有無を比較できることになる。

次に複数年や複数月のデータを使用すると、回帰曲線(近似曲線ともいう)の処理をする(図 2 の一点鎖線)と、ある時の上方変動を他の時の下方変動が相殺することで「真の出現率」の変化が描出される。これが年次や月次での経過を折れ線グラフにする理由である。

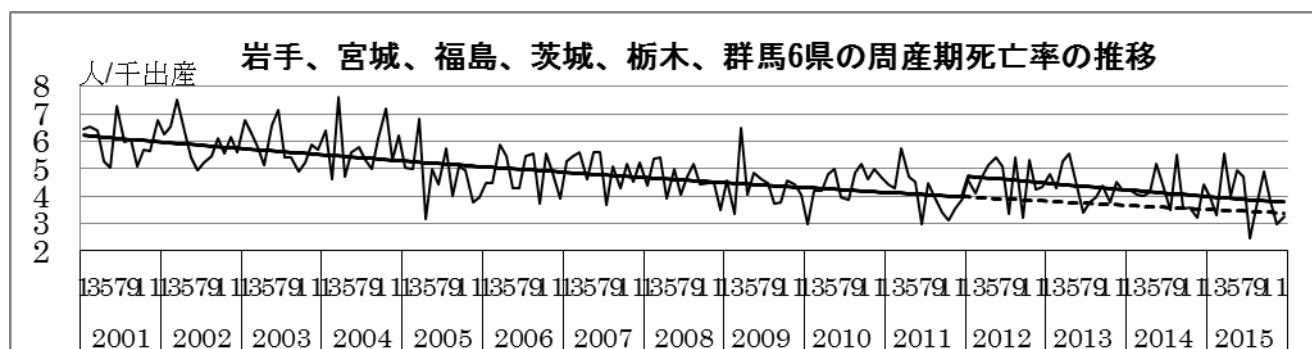
図 3 の太い一点鎖線に示したように、6 県合算では 2011 年までは年 3.8% の減少傾向であった。2012 年以降もその傾向を保って推移するとしたときの値に対して、実際に観測された値が 95% の変動区間(細い一点鎖線)を超えて増加しているかを検定している。

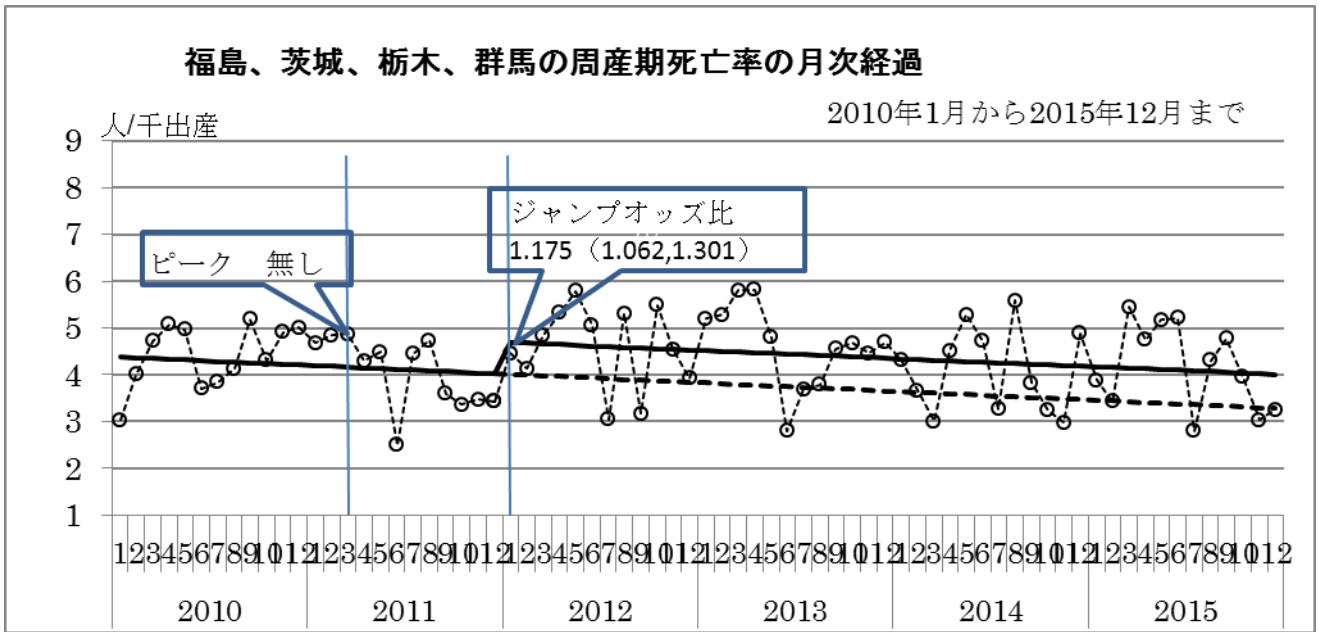
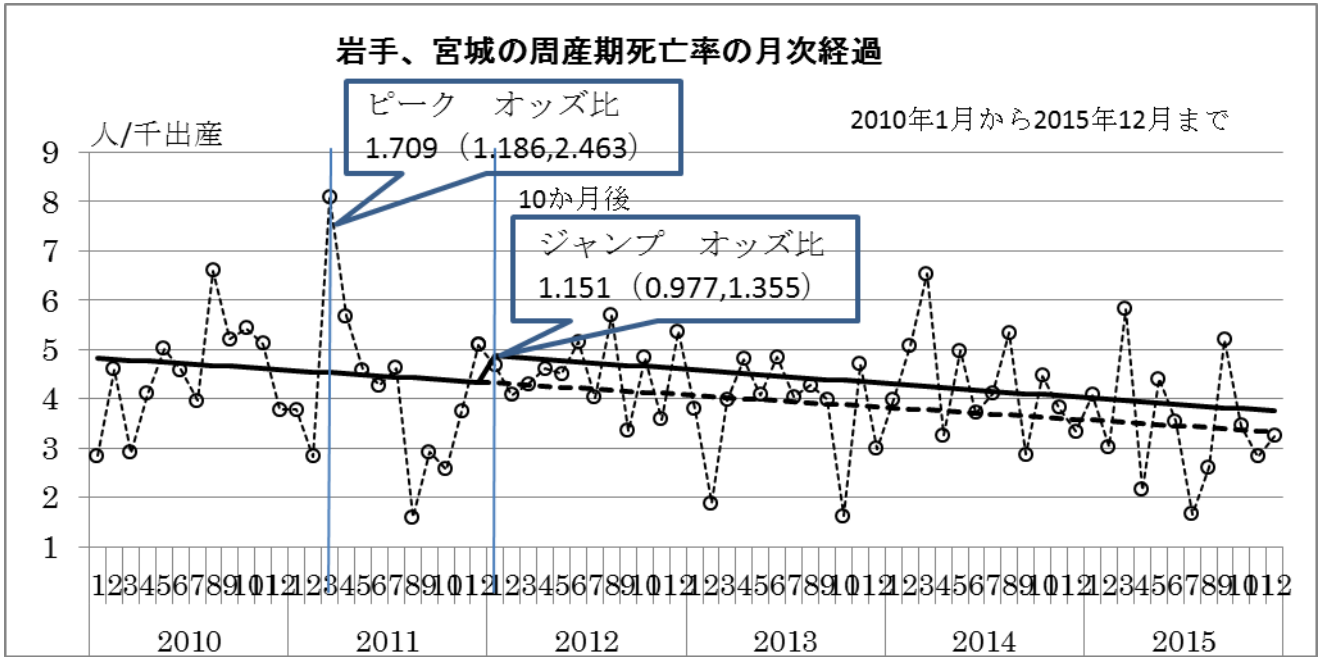
図3 岩手、宮城、福島、茨城、栃木、群馬6県の周産期死亡率の年次推移



6県周産期死亡率は2011年までは変動範囲内で推移していたのが、2012年から2015年まで毎年、変動上限（95%信頼区間上限）を超えていることが確認できる。

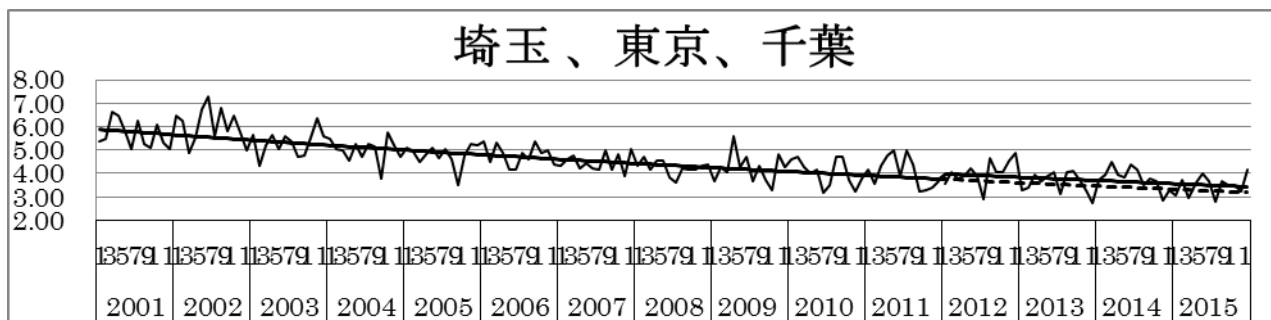
さらに、精度の高い検定をするために、すでに自然死産や乳児死亡の増加を発表していたドイツの生物統計学者のシェルブ氏に6県の毎月の周産期死亡のデータを送り、検討してもらった。その結果、2011年3月から10カ月後の2012年1月からの周産期死亡率の増加が著明であることがわかった。また、岩手・宮城では2011年3月から4月の増加が見られたのに対し、福島・茨城・栃木・群馬では震災直後の増加が無く、10か月後からの増加が著明であることから、10か月後からの増加は震災・津波の影響ではなく、放射線障害の可能性が高いと考えた。





また、中等度汚染地域と考えられる埼玉県、東京都、千葉県 の 3 都県でも 6%程の増加を確認している。そして、シェルブ氏の勧めもあり、国際的な医学誌に投稿することになった。

シェルブ氏の検定は月データを基にプログラムされた方法で行われているが、ここではこれまで説明した大雑把な方法での検定を解説する。Medicie に発表した時点では 2014 年のデータだったので、3 都県の 2012 年から 2014 年の 3 年間で評価する。出産数は 3 年分で 644000 ほどあって周産期死亡が 2460 程、そして周産期死亡率は $(2460 \pm 1.96 \times \sqrt{2460}) \times 1000 / 644000 \approx 3.8 \pm 0.077$ で変動の幅が 3.8 の 2%となる。それで、6%の増加を検出できることになる。2015 年までのデータを使えばさらにその確実性は高くなる。



栃木県単独では周産期死亡の増加は確認できない（データ数が少ないため）が、近県 6 県での 15%増加と 3 都県での 6%増加が確認できたことより、栃木県でも周産期死亡の増加がおこる状況（要因）が存在していると考えられる。



◆**広島で注目のワークショップ『内部被ばくの健康影響の評価を巡って』が開催されました。**

2016年12月10日、「広島大学原爆放射線医科学研究所」の星正治名誉教授、大瀧慈名誉教授、佐藤健一准教授、大谷敬子研究員らが開いたものです。日本の放射線研究において、「放射線影響研究所（放影研）」（旧ABC）と「広島大学原爆放射線医科学研究所」（広大原医研）は、双璧と言える組織。原爆投下以来の放射線研究で、政府や学界、医療界に多大な影響を与え続けてきています。

その中で、内部被ばくの健康影響について、「内部被曝」を軽視しがちなこれまでの研究とは異なる方向性を持った研究が、津田敏秀・岡山大学大学院環境学研究所教授、西尾正道・北海道がんセンター名誉院長、沢田昭二・名古屋大学名誉教授を交えて、「ワークショップ」として、広島大原医研の研究者によって開かれたことは、私見で恐縮ですが、『画期的』なことと言えると思います。

以下に（プログラム）、概要を紹介します。

プログラム

ワークショップ「内部被ばくの健康影響の評価をめぐって」

日時：2016年12月10日 9:30～16:40

場所：南区民文化センター

〒732-0816 広島県広島市南区比治山本町16-27

9:30 — 9:40 開会挨拶 大谷 敬子（広島大学原爆放射線医科学研究所研究員）

午前のセッション

座長：佐藤健一

1. 9:40 — 10:10

演者：佐藤 健一（広島大学原爆放射線医科学研究所准教授）

演題：テキスト解析の紹介

内容：原爆被爆者の高齢化が進む中、被爆体験などをどのように次世代に伝えていくかが問題になってきている。一方で、広島には読み切れないほどの膨大な手記やテキスト情報が当研究所をはじめ、国立広島原爆死没者追悼平和祈念館、広島平和記念資料館など複数の公的機関に保管されている。これらのテキスト情報を統計的な手法によって要約することで、被爆体験の実像解明や、その伝承の手助けになるのではないかと考える。本発表ではテキスト解析の基本的なアプローチ、被爆体験の解析例、および平和宣言の経時変化に着目した動画について紹介する。

2. 10:10 — 10:50

演者：星 正治（広島大学名誉教授）

演題：放射線の基礎知識 — 放射能、放射線、内部被ばくと外部被ばく、被曝線量とその影響 — (Basic knowledges of radiation — radioactivity, radiation, internal and external exposure, radiation doses and its effects —)

内容：放射線について物理的な性質、線量について解析しその影響について説明する。また外部被ばくと内部被ばくの違いも説明する。

コーヒーブレイク

3. 11:00 — 12:00

演者：沢田 昭二（名古屋大学名誉教授）

*別刷りでPPTと解説を紹介しています。

演題：広島・長崎原爆の放射性降下物による被曝

内容：広島・長崎原爆の放射性降下物による被曝影響は主として内部被曝であるため、物理学的な測定では評価できないので、放射線による人体影響である急性症状の発症率と晩発性障害の発症率と死亡率から評価する以外にありません。その両方から広島も長崎も爆心地から1200メートル以遠では放射性降下物による放射性微粒子を体内に摂取したための内部被曝が初期放射線被曝を上回り、ほとんどの被爆者の主要な被曝であることが明らかになっています。とくに長崎では爆心地から十数キロメートルまで深刻な被曝をしています。そのことを事実に基づいて示します。

昼食 (12:00 ~ 13:20)

午後のセッション

座長：大瀧 慈

4. 13:20 — 14:40

演者：津田 敏秀（岡山大学大学院環境学研究科教授）*次回「LETTER」で紹介予定

演題：福島県甲状腺がん多発問題とその背景の100mSv 閾値論

内容：2011年3月に福島第1原発事故の約2年後の2013年2月、2011年10月から始まっていた福島第1原発周辺の市町村の18歳以下の住民全員を対象とした甲状腺検診の結果、約4万人から10例の甲状腺がんの症例が報告されました。現在では、約30万人が受診し115例の甲状腺がんが報告された福島県全体をカバーした第1巡目が終わり、第2巡目の結果が順次発表され約27万人から更に57例の甲状腺がんが報告されました。これは当初の予測を遙かに上回っています。このデータの分析結果と「放射線による健康影響があるとは考えにくい」と表現する福島県の見解の背景にある100mSv 閾値論（「100mSv以下の被ばくでは被ばくによるがんが出ないか出たとしても分からない」という2011年以降日本でのみ出現した言い方）について説明します。

コーヒーブレイク

5. 14:50 — 16:10

演者：西尾 正道（北海道がんセンター名誉院長）＊次回「LETTER」で紹介予定

演題：放射性微粒子の体内取込みによる健康被害

内容：科学技術が生み出した人工放射線の人間を含めた生物生態系への影響に関しては科学的に分析されているとは言えないのが現状である。核分裂反応を利用して利益を得る人達は国際的な「原子カマフィア」を形成し、人類の命と健康よりも多大な利益を優先する対応が続いている。世界的に流布され、国内の諸法律の制定の根拠となっているICRP(国際放射線防護委員会)の理論構築に当たっては気体中の電離量の測定を基にしているが、原発事故による放射性物質の放出は微粒子としての形態で存在していることもあるが、こうした微粒子としての動態を考慮した人体影響はほとんど考慮されていない。

核産業の発展過程で放射線の健康被害に関して深刻なものは隠蔽され、影響を過少評価するために色々な問題が軽視・無視されている。

端的な例は、人体影響を被ばくしている空間的線量分布を無視してシーベルト(Sv)という全身化換算した単位で論じることにより、健康被害を分析しにくいものとしている。

被ばく形態の違いを例えると、「外部被ばくは、まきストーブにあたって暖をとること、内部被ばくはその燃え盛る”まき”を小さく粉砕して口から飲み込むこと」と表現できるが、どちらが危険かは誰でも理解できる。そのため、放射線の裏(影)の世界の研究では内部被ばくに関しては「研究はしない・させない・隠蔽する」姿勢が続き、健康被害の検討においても外部被ばく線量だけで議論しているのが実情である。

また、ICRPは「線量が同じであれば、外部被ばくも内部被ばくも同等の影響と考える」と都合のよい取り決めをしているが、ここでは被ばくしている細胞や組織の線量分布が全く考慮されていない。放射線は基本的に被ばくしている細胞にしか影響は出ない。粒子線である α 線・ β 線では飛程が短く、周囲の細胞にしか影響しない。空間的線量分布を考慮せずに、限局した範囲の細胞の線量を、臓器(等価線量)や全身の細胞数で全身化換算(実効線量)することはできないのである。

この内部被ばくの線量の過小評価の誤魔化しを例えると、「目薬は2、3滴でも眼に注すから効果も副作用もあるが、この2、3滴の量を口から飲ませて、投与量は非常に少ないので

心配ない」と言っているようなものである。

そして福島原発事故後はセシウムホットパーティクルとも言える放射性微粒子の存在が確認されており、健康被害の本態に迫る知見が報告されている。これは「長寿命放射性元素体内取込み症候群」としての健康被害の原因となる。8,000 ベクレル/kg 以下の除染土を全国の公共事業に使用するような不見識な政策で「一億総被ばく国家プロジェクト」が進んでおり、日本人の健康問題が憂慮される。講演では放射線治療を行ってきた立場から放射線の線量(計算)と人体影響について論じる。

6. 16:10 — 16:40 総合討論

座長：星 正治

協賛 統計科学研究拠点, 医療経済研究拠点

組織委員長：大谷敬子

組織委員：大瀧 慈

なお、ワークショップは、前日の9日にも開かれました。そのプログラムを紹介します。講演は、研究途上のものもあり、全体を紹介できないのは残念ですが、英文の概要が出されていますので、ご参考に、プログラムの後に紹介します。



Workshop

Mn-56 experiments and the results -Possibility of the small particle effects-

⁵⁶Mn の内部被ばく実験とその結果 -微粒子効果の可能性について-

Date: 9 December, 2016, 日時:2016年12月9日(金)

Place: 南区民文化センター 〒732-0816 広島県広島市南区比治山本町1 6-2 7

Program

09:30 Greetings 挨拶

Part 1. ⁵⁶Mn experiments. (⁵⁶Mnによる内部被ばく実験)

Chair Stepanenko, Fujimoto

1)09:40-10:10 Masaharu Hoshi (Hiroshima University), Outline of the animal experiments using ⁵⁶Mn.

星正治 (広島大学名誉教授) セメイにおける⁵⁶Mnによる内部被ばく実験の経過とあらまし。

2)10:10-10:40 Valeriy Stepanenko (MRRRC Obninsk), Doses of internal irradiation of experimental animals by neutron activated dust: first results of international multicenter study.

ステパネンコ バレリー (MRRRC オブニンスク) 国際共同研究によるラットを使った⁵⁶Mn 粉末の内部被曝線量測定。

3)10:40-11:10 Keiko Ohtani (Hiroshima University), Effects of ⁶⁰Co gamma ray irradiation and of ⁵⁶Mn powders exposure on locomotor activity of rats.

大谷敬子 (広島大学原医研) ⁵⁶Mn と ⁶⁰Co 照射後のラットの運動量測定と解析。

コーヒーブレイク

Chair Shichijo, Fukumoto

4)11:20-11-50 Kazuko Shichijo (Nagasaki University), Pathological effects of internal exposure by ⁵⁶Mn(tentative).

七條和子(長崎大学原研) ⁵⁶Mn による内部被ばくと病理学的影響(仮題)。

5)11:50-12:20 Nariaki Fujimoto (Hiroshima University), RNA/DNA analysis after the internal exposure of Mn-56(tentative).

藤本成明(広島大学原医研) ⁵⁶Mn による内部被ばくと RNA/DNA 解析(仮題)。

昼食

Part 2. Radiation and its effects related to small size particles. (微粒子からの放射線と関連する影響)

Chair Tonda, Endo

6)13:30-14:00 Tetuji Tonda (Prefectural University of Hiroshima) , Comparison of excess relative risk on solid cancer mortality between Hiroshima and Nagasaki in LSS cohort.

富田哲治(広島市立大学) LSS コホートにおける固形がん超過相対危険度に関する広島・長崎の比較。

7)14:00-14:30 Keiko Otani(Hiroshima University), Tetsuji Tonda, Kenichi Satoh, Masaharu Hoshi, Toshiriro Takihara, Ohtaki Megu, Study of solid cancer mortalities among Hiroshima early entrants, 1970-2010.

大谷敬子(広島大学原医研)他、 早期入市者の影響解析(1979-2010)。

8)14:30-15:00 Megu Ohtaki (Hiroshima University), An analysis of the effects of small particles and distribution of cell level doses.(tentative)

大瀧慈(広島大学名誉教授) 微粒子効果と細胞線量分布(仮題)

Coffee break

Chair Ohtani, Ohtaki

9)15-10-15:40 Satoru Endo (Hiroshima University), Measurement of small particles found in Fukushima. (tentative)

遠藤暁(広島大学工学院) 福島で発見された放射能を含んだ小粒子とその放射能測定(仮題)

10)15:40-16:10 Manabu Fukumoto, The effects of internal radiation due to thorostrast.(tentative)

福本学(東北大学大学院) トロトラストなどによる内部被ばくによる放射線影響(仮題)

11)16:10-17:30 Discussion

Panel: Ohtaki, Ohtani, Fukumoto, Endo, Shichijo, Fujimoto, Stepanenko, Tonda, Hoshi

<参考資料：2016年12月9日 広島 ワークショップ>

ABSTRACTS

OF

the Workshop

**Mn-56 experiments and the results
-Possibility of the small particle effects-**

Date: 9 December, 2016

日時:2016年12月9日(金)

Place: Minami Kumin Culture Center, Hijiyama Honmachi, Minami-ku, Hiroshima

Outline of the animal experiments using ^{56}Mn .

- Internal exposure experiments using rats simulating radioactive soil dust exposure
in Hiroshima and Nagasaki -

Masaharu Hoshi

Professor Emeritus, Hiroshima University, 3-26-24, Mukainada-shin-machi Minami-ku, Hiroshima 734-0055, Japan.

To study the effects of radioactive dust we performed an experiment of the internal and external exposure using rats. In this study we used $^{56}\text{MnO}_2$ powder for internal exposure and a ^{60}Co radioactive source for external exposure, and compared the results each other.

The internal exposure study was performed by spraying 3 micron size (indicated value) $^{56}\text{MnO}_2$ powder into chambers with rats. The MnO_2 powder was irradiated with neutrons from the nuclear reactor in Kurchatov Kazakhstan. The irradiated fluences were from 4×10^{14} to 1.6×10^{15} neutrons/cm². The calculated yield of $^{56}\text{MnO}_2$ from 100mg of MnO_2 by the 9×10^{12} thermal neutrons/cm² irradiation is 6.2×10^6 Bq (0.76 mCi). The thermal neutron fluence of 9×10^{12} corresponds to that at 1m from the ground surface of the Hiroshima atomic bomb hypocenter. The results were compared with 2Gy of ^{60}Co external exposure. In addition we made the experiments using ^{60}Co external doses of 2Gy, 3.5Gy and 5Gy for the locomotor activity to determine the dose response.

After the exposure we performed the experiments and analyzed the data. The studies include 1. dosimetry study of internal dose, 2. locomotor activity measurements and analysis, 3. pathological changes of the rat organs and 4. changes for DNA/RNA expressions. These studies and related topics are presented by the different authors in this workshop and the meanings are discussed.

Doses of internal irradiation of experimental animals by neutron activated dust: first results of international multicenter study

Stepanenko V. F.¹ (reporter), Fujimoto N.², Endo S.², Otani K.², Satoh K.², Kawano N.², Takatsuji T.³, Shichijo K.³, Nakashima M.³, Sakaguchi A.⁴, Toyoda S.⁵, Sato H.⁶, Uzbekov D.E.⁷, Kairkhanova Y.O.⁷, Saimova A.Zh.², Dyussupov A.A.⁷, Chaizhunosova N.Zh.⁷, Sayakenov N.B.⁷, Shabdarbaeva D.M.⁷, Rakhypbekov T.K.⁷, Azimkhanov A.C.⁸, Kolbayenkov A.N.⁸, Zhumadilov K.Sh.⁹, Toikin B.¹⁰, Kanapyanov K.¹⁰, Petukhov A.D.¹, Akhmedova U. A.¹, Bogacheva V.V.¹, Hoshi M.³

¹A. Tsyb Medical Radiological Research Center (MRRC) – National Medical Research Radiological Center Ministry of Health of Russian Federation, Obninsk, Russia

²Hiroshima University, Hiroshima, Japan

³Nagasaki University, Nagasaki, Japan

⁴University of Tsukuba, Ibaraki, Japan

⁵Okayama University of Science, Okayama, Japan

⁶Ibaraki Prefectural University of Health Science, Ibaraki, Japan

⁷Semey State Medical University, Semey, Kazakhstan

⁸ National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, Kurchatov, Kazakhstan

⁹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

¹⁰ Regional Oncology Dispensary of Semey, Kazakhstan.

There are two sources of ionizing radiation after nuclear explosion in atmosphere: a) - initial gamma-neutron irradiation at the moment of detonation and b) - residual radioactivity. Residual radioactivity consists from two components: radioactive fallout containing fission products, including radioactive fissile materials from nuclear device, and neutron-activated radioisotopes from materials on the ground.

The problem of differentiation between initial gamma-neutron irradiation and exposure due to residual radioactivity in a form of dust, dispersed and deposited on skin, inhaled and swallowed, is the subject of interest and discussion in order to understand the health effects following Hiroshima and Nagasaki atomic bombing, especially among people who came to these cities soon after the detonations. The effects of exposure following nuclear explosions are the subject of research of the consequences of nuclear tests as well. Neutron-activated radioisotopes in soil after nuclear detonation include ²⁴Na, ²⁸Al, ³¹Si, ³²P, ³⁸Cl, ⁴²K, ⁴⁵Ca, ⁴⁶Sc, ⁵⁶Mn, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Co, ¹³⁴Cs. The radionuclide ⁵⁶Mn ($T_{1/2} = 2.58$ hours) is known as one of the dominant beta- and gamma- emitters for the first few hours after neutron irradiation of soil and other materials on ground, elevated in form of dust after nuclear explosion in atmosphere. Simulation of irradiation by residual radioactivity in the soil dust can be performed using neutron-activated ⁵⁶Mn in MnO₂ powder sprayed over laboratory animals. This experimental work has not been done before and was performed in frame of Japanese initiative to investigate the biological effects of irradiation by dispersed radioactive dust (Prof. M. Hoshi et al.).

Neutron activation of 100 mg MnO₂ powder was conducted using nuclear reactor IVG.1M (experimental facility "Baikal-1", Kurchatov, Kazakhstan). The obtained powder with ⁵⁶Mn was sprayed by pneumatic system over experimental animals (rats of Wistar line), which were placed in an isolated box. The exposition to radioactive powder was carried out in two options: a) the experimental box was supplied with air filter only (targeted for animal's breathing) and with initial activity of ⁵⁶Mn equal to 2.74×10^8 Bq (exposure "a"); b) the experimental box was additionally supplied with system of forced ventilation with initial activities of ⁵⁶Mn equal to: 2.74×10^8 Bq (exposure "b-1"), 5.48×10^8 Bq (exposure "b-2"), and 1.10×10^9 Bq (exposure "b-3").

After exposition to radioactive powder the experimental rats were sacrificed and measurements of ⁵⁶Mn activity in their organs and tissues were performed. The calculation of absorbed fractions of energy in the organs and tissues of rats was carried out using the Monte-Carlo code (version MCNP-4C) with the corresponding library of nuclear constants for electrons and gammas and using mathematical phantom of experimental rat. Assessment of internal radiation doses was performed on the basis of the results of measuring of ⁵⁶Mn activity in the organs and tissues of experimental animals and on the basis of calculated values of absorbed fractions of internal exposure to photons and electrons.

The first results of this international multicenter study showed that the internal irradiation by sprayed powdered ⁵⁶Mn is highly inhomogeneous. The most irradiated organs and tissues of the experimental animals are: large intestine, small intestine, stomach, lungs, and skin. Accumulated absorbed doses of internal irradiation for the exposure "a" (without forced ventilation) are equal to 1.65 Gy, 1.33 Gy, 0.24 Gy, 0.10 Gy and 0.076 Gy for large intestine, small intestine, stomach, lungs and skin, respectively. For the second option of exposure (with forced ventilation) the accumulated absorbed doses of internal exposure are equal to: in a case of exposure "b-1" - 0.45 Gy, 0.15 Gy, 0.11 Gy, 0.03 Gy and 0.073 Gy for large intestine, small intestine, stomach, lungs and skin, respectively; in a case of exposure "b-2" - 0.69 Gy, 0.58 Gy, 0.22 Gy, 0.051 Gy and 0.086 Gy for large intestine, small intestine, stomach, lungs and skin, respectively; in a case of exposure "b-3" - 1.9 Gy, 1.48 Gy, 0.33 Gy, 0.11 Gy and 0.095

Gy for large intestine, small intestine, stomach, lungs and skin, respectively. Other organs were irradiated at lower doses. The results of assessments of internal absorbed doses from neutron-activated powdered ^{56}Mn , sprayed over experimental animals, can be useful for interpretation of the biological effects of this type of irradiation.

ESR dosimetry with rat teeth.

Mika Murahashi, Shin Toyoda

Department of Applied Physics, Okayama University of Science

1-1 Ridai-cho, Kita-ku, Okayama, 700-0005, Japan

The ESR (electron spin resonance) tooth enamel dosimetry is a useful method in estimating the retrospective external doses given by radiation accidents and by atomic bomb explosion. In the event of internal exposure, part of the doses will also be given to tooth enamel as the radioactive sources are distributed in the body near the teeth. In many of the events, doses are mostly measured as the external doses even when the events involve internal doses. Therefore, when evaluating the effects of internal exposure, it is necessary to obtain the doses measured as “external doses”. As rats are currently used in estimating the health effects by internal exposure, we are developing the method to measure doses using rat teeth by ESR.

Jaws of the rats of 6 and 10 weeks, and 6 and 10 months were obtained. After teeth are physically removed from those jaws, the teeth were treated with 20% KOH at 60°C for 2 hours with the ultrasonic. The treatment was repeated as dentin was found to remain by the microscope observation after the first treatment. The extracted enamel samples were irradiated by ^{60}Co gamma rays at Takasaki Advanced Research Institute of National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology after measuring the samples by the ESR spectrometer. The ESR measurements and irradiations were repeated for the individual samples because of small amount of the obtained tooth enamel. The conditions of ESR measurements were the same as for human tooth enamel, the microwave power of 2 mW and the field modulation amplitude of 0.2 mT.

The observed ESR spectra are similar with those of human teeth as examples shown in Fig. 1. While the detection limit of the ESR tooth enamel dosimetry has been reported for human to be several ten mGy, in the present study, clear contribution of dosimetric signal were observed above 2 Gy where one of the reasons would be small amount of the obtained tooth enamel. A computer program, NEW-ER, was used to extract the component of dosimetric signal due to CO_2^- . The dose response of the dosimetric signal are shown in Fig. 2. Lines were fitted to the obtained dose responses by the least square method. The slopes are plotted in Fig. 3 for comparison.

As shown in Fig. 3, there is no age dependence of the sensitivity (the slope of the dose response) of the dosimetric signal. The variation is obtained to be about 15% indicating that calibration method can be applied to obtain retrospective doses given to rats with this precision. However, it is possible that the doses will be underestimated by around 1 Gy as all the intercepts are negative. It is further necessary to evaluate this underestimation by analyzing the rats exposed to known doses.

Effects of ^{60}Co gamma ray irradiation and of ^{56}Mn powders exposure
on locomotor activity of rats

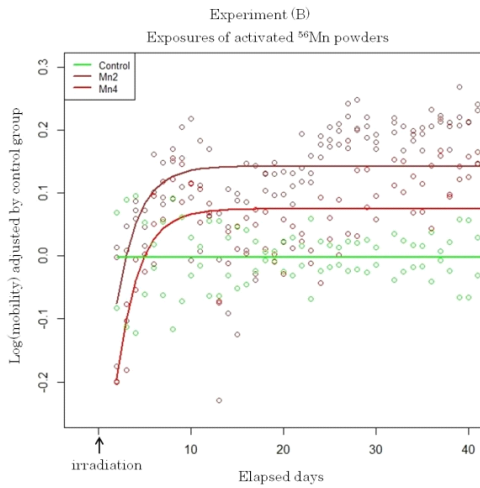
Keiko Otani¹, Megu Ohtaki², Masaharu Hoshi²

¹Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, ²Professor Emeritus of Hiroshima University

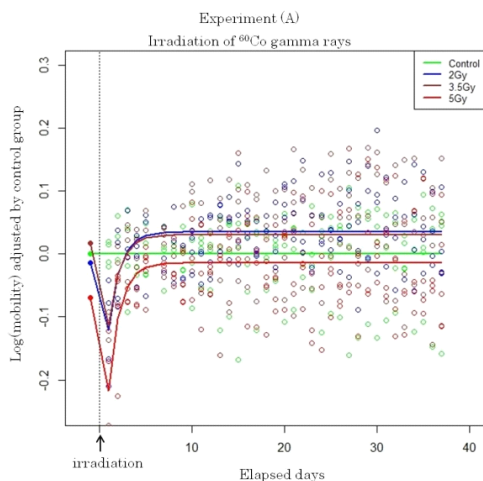
The purpose of this study is to investigate effect of irradiations of ^{60}Co gamma ray (Experiment A) and that of exposure of activated ^{56}Mn powders (Experiment B) on locomotor activities of rats. In Experiment A, rats were grouped 4 groups: control group, 2.0Gy group, 3.5Gy group and 5.0Gy group. The each group consisted of 4 rats. In Experiment B, we set 3 groups: control group, Mn2 group ($^{56}\text{MnO}_2$ activated with 8.0×10^{14} neutrons/cm²) and Mn4 group ($^{56}\text{MnO}_2$ activated with 1.6×10^{15} neutrons/cm²). A cumulative number of movements during a period between 18:00 and 06:00 was defined as a ‘mobility’ expressing a rat’s daily activity.

Let $y_{ij}(t)$ indicate the observed mobility of rat i belonging group j at elapsed time t from irradiation day. Then, we applied the following model to analyze the locomotor activity data:

$$z_{ij}(t) \equiv \log y_{ij}(t) - \log \bar{y}_{\square}(t) = \beta_{0j} + \beta_{1j}e^{-\lambda t} + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}(t),$$



where δ_{ij} and $\varepsilon_{ij}(t)$ indicates between-individual random effect and measurement error, respectively. The notation $j=1$ indicates control group. The estimated chronological trends of locomotor activities after adjustment for the mean trend of control group by irradiation groups were shown as below.



Molecular pathological effects of internal exposure by ^{56}Mn in rats

Kazuko Shichijo¹⁾, Nariaki Fujimoto²⁾, Darkhan Uzbekov²⁾, Aisulu Saimova³⁾, Ynkar Kairkhanova³⁾, Nailya Chaizhunusova³⁾, Tolebay Rakhypbekov³⁾, Toshihiro Takatsuji⁴⁾, Zhanna Mussazhanova¹⁾, Masahiro Nakashima¹⁾, Masaharu Hoshi⁵⁾

¹⁾ Department of Tumor and Diagnostic Pathology, Atomic Bomb Disease Institute, Nagasaki University, Nagasaki 852-8523, Japan, ²⁾ Division of Radiation Biology, Hiroshima University, ³⁾ Semey State Medical University, ⁴⁾ Faculty of Environmental Studies, Nagasaki University, ⁵⁾ Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University

Using a model of irradiation by activated residual radioactivity from dispersed soil following the Hiroshima A-bombing, rats were exposed to ^{56}Mn powder of 2.75×10^8 Bq. Activated powder was sprayed over experimental rats placed in a special box. Measurements were taken from organs and tissues of ^{56}Mn activity soon after the exposure. Calculation of beta and gamma irradiation in organs, tissues and the whole body of the rats showed differing levels of deposition in organs. The deposition values for the large intestine, small intestine, stomach and lungs were higher than for the whole body. This study reviews previously unaccounted for internal exposure of organs. Focusing in particular on lung and small intestine tissue which have a higher sensitivity to external radiation. Here we show biological effects of internal radiation by neutron activated ^{56}Mn powder in experimental animals. Our data demonstrate the severity of even low doses of internal exposure on lung and small intestine tissue.

I. Brief recapitulation of last year's presentation: In our preliminary experiments we showed the effect on cell turnover by internal radiation exposure to be more damaging. We found a higher rate of apoptosis in the lower crypt of the small intestine. Stem cells and Paneth cells are positioned in the lower crypt, therefore DNA damage response was greater for internal exposure as indicated by higher expression of 53BP1 protein in cell nuclei. 53BP1 plays a role in DNA repair. For the internally exposed rats, cell damage continued beyond 60 days. This may correlate to genomic instability observed in A-bomb survivors with skin cancer. This let us to investigate the initial damage caused by internal exposure, what occurs in the first 6 hours of exposure. This let us to investigate the pathological findings in small intestine and lung exposed to internal exposure

II. What's new: Significance of short half-life internal exposure: The large increase of apoptotic cells at the 60 day mark in our first experiments revealed a higher turnover of crypt cells for the internal exposure model of crypt cells, as compared to the normal level of apoptosis found in the external exposure model (^{60}Co , 2Gy). As the half-life of ^{56}Mn is 2.58 hours, understanding the initial damage to stem cells by internally deposited radioactive materials is crucial. Our recent experiments have therefore focused on the 6 hour window of internal exposure. In the two different experiments we compared the effects of ^{56}Mn and ^{60}Co again but increased the amount of radioactive Mn by 2 times for one group and 4 times for a second group. Pathological preparations of small intestine and lung from rats were observed 6 hour, 3, 14 days and 2 month after radiation by H&E stain and TUNEL stain for apoptosis.

III. Results and Discussion: The histological findings show a significantly higher rate of hemorrhage, emphysema and inflammation in the lung and the rate of apoptosis in small intestine for the group receiving the quadrupled dose. The dose in lung tissue samples was estimated to be 0.051 Gy for the doubled group and 0.11 Gy in the quadrupled group. Estimates for the small intestine show 0.58 Gy in the doubled group and 1.48 Gy in the quadrupled group. The rate of apoptosis in crypts of the small intestine was two times higher for the quadrupled ^{56}Mn group when compared to the ^{60}Co group. Apoptosis is an indication of DNA strand breakage and most likely correlates to the continued cell damage observed even beyond 60 days.

^{56}Mn による内部ひばくと分子病理学的影響 七條和子（長崎大学）他、

Changes in lung injury related mRNA expression in rats exposed to neutron-activated ^{56}Mn powder

Nariaki FUJIMOTO¹, Ynkar Kairkhanova², Aisulu Saimova², Darkhan Uzbekov², Nailiya Chaizhunusova², Kazuko Shichijo³, Masahiro Nakashima³, Tolebay Rakhypbekov², Masaharu Hoshi¹

¹Hiroshima University, ²Semey State Medical University, ³Nagasaki University

For correct understanding of the radiation effects of the atomic bombing in Hiroshima and Nagasaki, radiation from neutron-induced radioisotopes in soil and other materials should be considered in addition to the initial radiation directly received from the bombs. Manganese-56 is known to be one of the dominant radioisotopes during first hours after explosion. We investigated the biological effects of internal exposure to $^{56}\text{MnO}_2$ powder in Wistar rats. On days 3, 14, and 60 after exposure, animals were sacrificed and the major organs were subjected to pathological analysis. Since the lung tissue was found to be severely damaged with a rather low radiation dose (less than 0.1 Gy), the mRNA expression related to radiation induced lung injury was investigated. We found the decrease in expression of TGF β receptor 1, Smad2 as well as Smad3 mRNAs, all of which are related to the TGF β signaling. On the other hand, expression of Aquaporin 5, which regulates plasma membrane water permeability in the alveolar epithelium, increased after the exposure to ^{56}Mn . These changes were persistent even on day 14 or day 60 when the lung tissue appeared to have recovered from the initial injury. Interestingly, external ^{60}Co γ -ray irradiation at a higher dose of 2 Gy did not change the expression of these TGF β signaling genes significantly. It did induce Aquaporin 5 gene expression but recovered by day 60. These data suggest that internal exposure to ^{56}Mn , even at the low dose, has a significant biological impact on the lungs in the molecular level.

Comparison of excess relative risk on solid cancer mortality
between Hiroshima and Nagasaki in LSS cohort

Tetsuji Tonda¹, Keiko Otani², Masaharu Hoshi³, Megu Ohtaki³

¹Prefectural University of Hiroshima, ²Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, ³Professor Emeritus of Hiroshima University

The risk of disease or death caused by exposure to atomic bomb radiation has been evaluated using estimated radiation doses based on the dosimetry system developed by RERF (see, e.g. Ozasa et al. 2012). The current dosimetry system is DS02 (Young and Kerr 2005), which was replaced from the previous system DS86 (RERF, 1987). Preston et al. (2004) investigated the city difference in the estimated solid cancer mortality risk with or without adjustment for factory workers in Nagasaki and reported that there was no significant difference between the ERR estimate for Hiroshima survivors and that for non-factory workers in Nagasaki, but the ERR for factory workers is significantly lower than that for Hiroshima and Nagasaki non-factory workers. They concluded that Nagasaki risk estimates were smaller than for Hiroshima and this difference was due to the dosimetry system which overestimated dose for Nagasaki factory workers.

We here consider another ERR model to investigate city difference on solid cancer mortality by introducing city effects into the parameters on dose effect and effect modification of age at exposure in the ERR model used by RERF. The result of our analysis shows that the significant differences between Hiroshima and Nagasaki non-factory workers were found for the effects of dose and age at exposure. The sex-averaged ERR of solid cancer death of Hiroshima was at age in those exposed at age compared with in those of Nagasaki non-factory workers. Such a difference seems to be strange based on the plausible perspective that the sensitivity of human body to radiation exposure on is essentially common for all Japanese people. We consider that this difference is not due to the initial radiation dose, but due to possible difference of amount of indirect exposures in Hiroshima and Nagasaki, which are not incorporated in the current dosimetry system DS02. The risk of indirect exposure in Hiroshima was pointed out by Tonda et al. (2012, 2016), Satoh et al. (2016) Ohtaki et al. (2016). Residual radiations in Hiroshima and Nagasaki were discussed by the workshop report in Kerr et al. (2013).

Study of solid cancer mortality among Hiroshima early entrants, 1970-2010

Keiko Otani¹, Tetsuji Tonda², Kenichi Satoh¹, Masaharu Hoshi³,
Yoshiriro Takihara¹, Megu Ohtaki³

¹Research Institute for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima University, ²Prefectural University of Hiroshima, ³Professor Emeritus of Hiroshima University

The purpose of our study is to evaluate health effects of residual radiation using Hiroshima A-bomb early entrants cohort data which is consisted of 47,144 individuals (27,062 men and 20,082 women) who were registered as Hiroshima entrant survivors before Jan. 1, 1970 and alive at Jan.1, 1970, and followed until Dec 31, 2010. The A-bomb was dropped on Hiroshima city on Aug. 6, 1945. Persons who entered Hiroshima city on August 9 or later were defined as a control group. We estimated excess relative risks (ERR) by 10-year categories of age at the time

of bombing for persons who entered the city on August 6, 7, or 8 compared with the control group. Results are shown in Fig.1. Significantly higher ERR was estimated among persons who entered the city on August 6 and persons exposed at middle age had higher ERR than other age groups, suggesting that the early entrants got health risk of internal exposure due to breathing dust contaminated with radioactive materials. In particular, middle-aged persons most likely stayed in the city for long periods of time after the bombing.

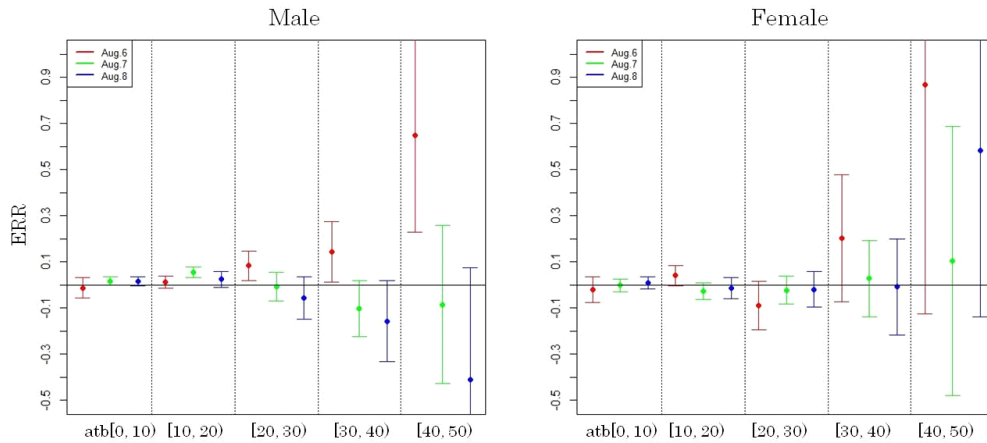


Fig.1 Estimated excess relative risk of solid cancer mortality among Hiroshima early entrants.

Estimated ERRs with 95% error bars by the date of entry and by 10-year categories of age at the time of bombing (ATB) compared with the control group. The red, green and blue marks show the ERRs of Aug.6, Aug. 7 and Aug. 8, respectively.

Dose-Rate Distribution due to Internal Exposure from Small Radio-active Particle Matters: a Monte Carlo Simulation Study

Megu Ohtaki, Hiroshi Yasuda

Department of Dosimetry, Research Institute for Radiation Biology and Medicine,
Hiroshima University

[Purpose]: To grasp mathematical feature of spatial-distribution of dose-rate due to internal exposure from small radio-active particle matters.

[Method]: Assuming that the radioactive particles are deposited into the body organ, we formulated spatiotemporal distribution of dose-rate in the vicinity thereof as follows,

$$\lambda(t | p) = \beta 2^{-t/h} \mu(p) = \beta 2^{-t/h} \sum_{i=1}^m \frac{c_i}{4\pi r_i^2(p)} \exp \left[-\log 2 \cdot \int_0^{r_i(p)} \left\{ g \left(\frac{u}{r_i(p)} p + \left(1 - \frac{u}{r_i(p)} \right) \delta_i \right) \right\}^{-1} du \right],$$

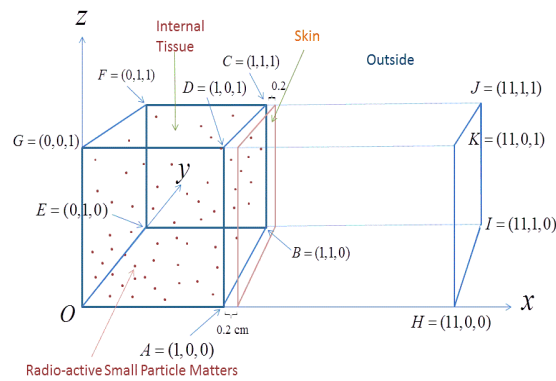
We assumed that there

were m radioactive small particle matters in a target organ. Let δ_i denote the location of the i th small particle of which the amount of radio-active material is c_i , $i = 1, \dots, m$. Then, we assumed that the radiation dose-rate at a

point P at time t is expressed as

where $r_i(p)$ denotes the distance from the center of i th small particle matter to the point P in centimeter, $g(u)$ denotes the half-distance function of transmission attenuation rate of radiation in the neighborhood of a point u .

[Monte Carlo Simulation]: We assumed that target organ is a cube of 1 cm length each side in which m radioactive small particle matters were distributed uniformly. Using a set of 300,000 uniform random numbers, we generated three sets of 100,000 points for measurement sites in the cube, on the surface and outside of the cube at the distance 10 cm from the cubic surface, and obtained distributions of $\mu(p)$ at each region.



[Results]: Even if the dose-rate is low in the organ outside, its value in the internal of the organ becomes higher in order of magnitude with very large spatial variation.

Preliminary measurement of radioactive Cs hot particles in soil originated from Fukushima nuclear power plant accident

Satoru Endo¹⁾, Shunsuke Nakamura¹⁾, Makoto Maeda²⁾, Tsuyoshi Kajimoto¹⁾, Kenichi Tanaka¹⁾

- Quantum Energy Application, Graduate School of Engineering, Hiroshima University.
- Nature Science Center for Basic Research and Development (N-BARD), Hiroshima University

Radioactive Cs hot particles (Cs-HP) are extracted from soil samples taken from Namie Town in 2013. Extracted Cs-HPs are measured by a Ge-detector for gamma rays, a Si-detector for beta rays and Scanning Electron Microscope (SEM) for element analysis and element mapping.

From Ge-detector measurements, it was confirmed that Cs-HPs contain radioactive Cs (^{137}Cs and ^{134}Cs) with high concentration, and also might be detected small amount of ^{125}Sb . The ratio of $^{125}\text{Sb}/^{137}\text{Cs}$ for measured Cs-HP is estimated to be 0.0056 ± 0.0046 on June 2016.

From Si-detector measurements, radioactivities of ^{90}Sr and $^{134,137}\text{Cs}$ in measured Cs-HPs can be obtained by deconvolution with response functions for each nuclide which has been calculated by PHITS code. $^{134,137}\text{Cs}$

radioactivities measured by the Si-detector are consistent with those by the Ge-detector. The ratio of $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ for measured Cs-HP is estimated to be 0.0015 ± 0.0005 on June 2016. The ratio obtained is similar to the results of soil measurement conducted by MEXT.

Element mapping in Cs-HP has been carried out by SEM. Main elements of Cs-HPs are Si and O. Elements of Si, O, Na, Mg, K, Fe, C, Ca and Al distribution in the measured Cs-HP is seemed like uniform.

In conclusion, the Cs hot particles contain not only radioactive Cs, but also ^{90}Sr . ^{90}Sr radioactivity in Cs hot particles can be evaluated by beta ray measurement by the Si-detector.

The mechanisms of carcinogenesis induced by internally deposited radionuclides
thinking from Thorotrast cases

Manabu Fukumoto.

Department of Molecular Pathology, Tokyo Medical University,

Department of Pathology, IDAC, Tohoku University, Japan

e-mail: manabu.fukumoto.a8@tohoku.ac.jp

Thorotrast (Th) is a colloidal solution of Thorium dioxide which emits mainly alpha-particles. Th was used as a contrast medium for angiography mainly during World War II and induced liver cancers such as intrahepatic cholangiocarcinoma (ICC), angiosarcoma and hepatocellular carcinoma at the equal ratio decades after its injection. We have established a tissue bank consisting of more than 280 cases of Th-induced liver cancers. The Th bank includes pathological specimens with autopsy records, dose estimation and information of case reports. (The Database on Thorotrast Patient in Japan, <http://www.idac.tohoku.ac.jp/db/thorotrast/index%20english.html>).

Using this bank, we resolved several aspects of the carcinogenic mechanisms induced by internally deposited radionuclides. ICC in general is considered to evolve from an epithelial cell of the bile duct. However, almost cases of Th associated (Th-)ICC are peripheral in location and are thought to arise from a bipotential tissue stem cell towards hepatocytes and cholangiolar epithelial cells. Major part of deposited Th is phagocytized by macrophages. Inflammatory reaction and dysplastic changes adjacent to frank tumors are prominent. These suggest that the cell of origin for Th-ICC is not always identical to the target of exposure to radiation. The total exposure dose was significantly proportional to the amount of Th deposition, and at least of 20-year incubation period was needed, indicating that incubation period is more important than total doses for the induction of cancers. Bystander effects proportional to dose rate could play an important role in cancer induction. Our results indicated that remodeling of the liver induced by radiation exposure contributes to internal radiation induced carcinogenesis more than direct insults by radiation to DNA. We also found activity of metabolism and excretion of the patient contribute to the difference of cancer histology such as ICC and AS. We conclude that carcinogenic mechanisms by internal exposure is the result of more complex biological reaction than thought previously.

◆「低線量被曝と健康プロジェクト」役員◆

顧問

益川敏英博士（2008年ノーベル物理学賞受賞、名古屋大学素粒子・宇宙起源研究機構長）

沢田昭二博士（名古屋大学名誉教授）

有馬理恵さん（劇団俳優座俳優）

2016年9月、新たに顧問にご就任いただきました。

西尾正道医師（北海道がんセンター名誉院長）

三宅敏文氏（会社経営）のお二方は、引き続き顧問の任に当たられます。

代表 田代真人 〒325-0302 栃木県那須町高久丙 407-997 masa03to@gmail.com

幹事 石塚 健、小林 隆、曾根のぶひと、玉田文子、生井兵治、印南敏夫（監事）

専門委 小柴信子、寺門宏倫

2017年2月28日

低線量被曝と健康プロジェクト

LETTER No.4

編集スタッフ

田代真人

小柴信子