

# SAMRAI2014

# Tokyo, Japan

第一回放射線の正しい知識を普及する研究会

## 福島の高線量率放射線の科学認識と 20km圏内の復興

Extended Abstracts

The 1<sup>st</sup> Scientific Advisory Meeting for Radiation and Accurate Information  
Scientific Understanding of Low Dose Rate Radiation in Fukushima  
and Rehabilitation of the 20 km Zone

2014年12月3日

日本国 衆議院第一議員会館

The First Members' Office Building of the House of Representatives  
Tokyo, Japan

和

報告する5人の科学者



高田 純  
Jun Takada



モハン・ドス  
Mohan Doss



服部 禎男  
Sadao Hattori



ウェイド・アリソン  
Wade Allison



中村 仁信  
Hironobu Nakamura

主催  
放射線の正しい知識を普及する会  
放射線議員連盟

Sponsors  
Society for Radiation Information  
Legislators' Committee for the Study of the Effects of Radiation

# SAMRAI2014 Extended Abstracts

## 第1回放射線の正しい知識を普及する研究会

### 福島の高線量率放射線の科学認識と20km圏内の復興

#### SAMRAI2014の背景とねらい

高田 純	5
------	---

#### 福島県民線量調査の決定版

##### 低線量の真実、20 km圏内も帰還できる

高田 純	11
------	----

#### 福島の高線量放射線とどう向き合うか

モハン・ドス	13
--------	----

#### 低線量率放射線科学の国際的検討の歴史

服部 禎男	15
-------	----

#### 日本の放射線防護基準の問題点 放射線はどこまで安全か

中村 仁信	17
-------	----

#### 放射線と社会：低線量率放射線への過剰な反応

ウェイド・アリソン	19
-----------	----

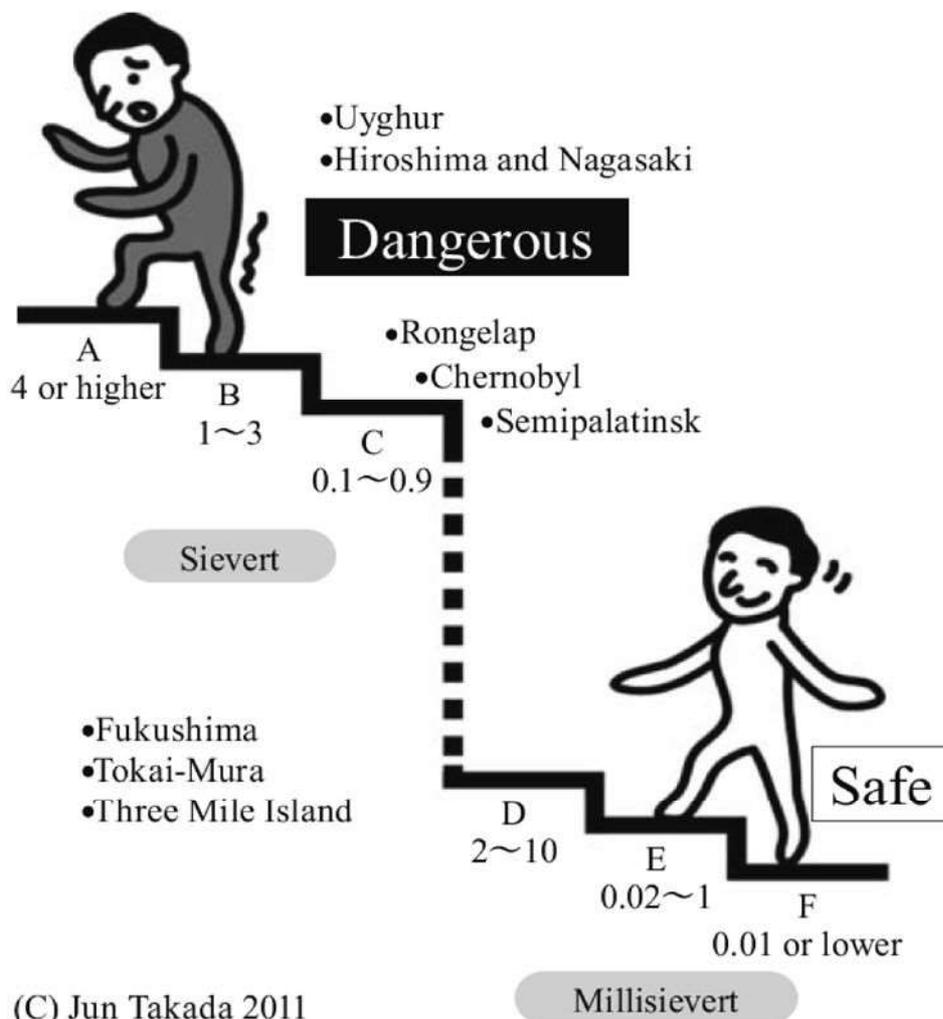
#### 結論と提案

5人の科学者	21
--------	----

#### 報告者の紹介

	23
--	----

## Dose classification by six levels



Dose level	Risk	Dose
A	Lethal	4 sieverts or higher
B	Acute radiation injuries, later health injuries	1 – 3 sieverts
C	Effects on fetuses, later health injuries	0.1 – 0.9 sieverts
D	Relatively safe, medical inspection	2 – 10 millisieverts
E	Safe	0.02 – 1 millisieverts
F	No significant residual nuclear contamination	0.01 millisieverts or lower

## SAMRAI2014 の背景とねらい

福島第一原発事故で環境に放出された放射性物質の情報に関する新聞やテレビでの報道で、日本をはじめ世界は混乱しました。放射線では誰一人として死傷しないレベルであったにもかかわらず、無謀な避難が強行されたため、医療弱者に多数の犠牲者が発生しています。

強制避難命令のあった20km圏内でさえ、直後の線量率は国際宇宙ステーション並、ひと月後に30分の1、1年後に100分の1と低線量率であることが判明しています。3年後の今、年間線量は、低いところで自然放射線レベル、高いところでさえ数倍と、大幅に低下しています。

放射線と放射能の恐怖による福島のパニックの背景には、線量調査から大学などの専門科学者を排除する前政権による20km圏内のブラックボックス化がありました。それに加え、放射線は可能な限りゼロが良いとする思想の世界中での蔓延があります。しかし、その放射線リスクのしきい値なし直線仮説LNTモデルは、近年の低線量域での研究で、既に否定されています。しかも、最新の放射線医学研究によれば、低線量率範囲は、免疫力が改善されるホルミシス効果が見つかっています。

福島放射線事象での情報が混乱するなか、2013年に、日本で放射線の正しい知識を普及する会（SRI）が、海外ではScientists for Accurate Radiation Information（SARI）が発足しました。こうして本研究会の開催が準備されたのです。さらに日本では、科学の理解を政策に生かすべく放射線議連が発足し、今回の研究会の主催に関わっています。

第一回放射線の正しい知識を普及する研究会SAMRAI2014は、福島の低線量率放射線の科学認識と20km圏内の復興を主題としています。5人の第一線の科学者が、最新の福島の線量調査結果、低線量放射線の科学、放射線の健康プラス効果、日本の放射線規制の問題点の指摘、そして核エネルギーの正しい理解にいたる社会問題の改善について報告します。

総合討論では、福島20km圏内の復興を加速するために、圏内の牧場の現実を取り上げながら、議論します。

本研究会による放射線の正しい知識の普及が、福島県の速やかな復興に向かう政策実現に寄与し、核放射線科学の国際社会の理解につながることを、切に願っています。

プログラム委員長 高田 純 理学博士

## 福島県民線量調査の決定版 低線量の真実、20km圏内も帰還できる

高田 純 PhD

札幌医科大学教授 放射線防護学 日本

本論文で、世界の核災害の現地を踏み、放射線災害問題の科学を徹底的に研究してきた筆者が、福島第一原子力発電所の放射線影響の全貌の解明に向けて調査をした、県民の低線量の真実を示します。特に、3年間の20km圏内に生きる牛たちの放射線衛生調査で判明した線量の大幅な減衰の事実から、帰還へ向けての具体的な方策を立案する材料提供となるものです。

福島地震津波核災害における、最も重要な福島の個人線量値を最初に整理します。その材料は、私の現地調査結果、放射線防護医療研究会での陸上自衛隊からの報告、国内の専門家会議での報告値、東京電力が自社ホームページや日本保健物理学会で報告した一次測定値です。

重要値としての外部被曝線量、甲状腺線量、実効線量をもとにして判断した線量レベルを、表1にまとめました。

放射線源となった福島第一原子力施設内で、東京電力社員、協力企業、陸上自衛隊などの緊急作業員たちは、個人線量計を装着し、外部被曝線量は管理されていました。正にオンサイト＝グラウンドゼロの個人線量が記録されています。これらオンサイトの個人線量値は、放射線作業の安全管理や、個人の健康管理上必須であるばかりか、周辺住民の線量レベルを判断するのにも有効です。

表1 福島第一原子力発電所災害時の線量

グループ	線量 (シーベルト)			線量レベル <sup>e</sup> 実効線量
	外部被曝 最大値	内部被曝		
		甲状腺 ヨウ素131	全身 セシウム	
発電所職員 <sup>a</sup>	0.2	12	0.05	D~C
陸上自衛隊 <sup>b</sup>	0.08	0.01~0.1 <sup>c</sup>	0.004	D~D+
周辺住民 <sup>d</sup>	0.005	0.04	0.001	D

- a 福島第一原発緊急作業員 2万103人 2012年1月まで 東京電力の報告.  
甲状腺の組織荷重係数は0.05 (ICRP60 1990年勧告) を使用.
- b 原子力災害派遣の陸上自衛隊員のうち 5 mSv越えの168人、内女子隊員 2人. 陸上自衛隊報告.
- c 自衛隊員の甲状腺線量は、高田純の推計2014.
- d 半径20km圏内の住民に対する政府の個人外部被曝線量の実測はない。高田純の4月の個人線量実測値からの20km圏内住民を推定した。ただし、郡山市の線量測定の実験家が、個人線量計で自分自身を測定した値は0.002Sv. 甲状腺線量は2012年NIRS主催専門家会議報告.
- e 線量 6段階区分

福島の軽水炉事故では、線量が1 Sv未満、急性放射線障害は一人もなく、放射線による死亡事故はなかったのです。黒鉛炉の暴走となったチェルノブイリ事故では、30人が急性死亡した、4 Sv以上の高線量事故でした。福島は、地震波検知で核反応が自動停止し、ゆっくりした炉心溶解による24時間以後の建屋内での水素爆発事故のため比較的低線量です。

公衆の甲状腺線量は、福島はチェルノブイリに比べて1000分の1以下です。仮にリスクをLNTモデルから推定しても、1000万人に1人の放射線による甲状腺がん発生になり、人口200万人の福島では0人と予測されます。

震災2年目3月、20km圏内の浪江町末の森で2泊3日、私の胸に装着した個人線量計は積算値で、0.074ミリシーベルト、24時間あたり、0.051ミリシーベルト。2種のセシウム濃度の物理半減期（2年と30年）による減衰を考慮して、2年目1年間、この末の森の牧場の中だけで暮らし続けた場合の積算線量値は、17ミリシーベルトと評価されました。

この評価値は、政府の言う帰還可能な線量20ミリシーベルト未満です。政府事故対策本部は、この地を実線量調査もせずに、年間50ミリシーベルト以上と断定しています。もし、国の責任で家と放牧地の表土の除染をすれば、末の森は直ぐに年間5ミリシーベルト以下になるはずですが、現状では、政策に科学的根拠がなく、20km圏内を、いたずらに放置しています。

外部被曝の個人線量計による震災2年目3月の実測値と、放牧地のセシウム濃度の実測による減衰関数から、セシウムガンマ線による外部被曝の年間線量を計算することができます。震災4年目の外部被曝年間線量値の推定値（ミリシーベルト）は、高瀬0.29、末の森7.4、小丸27です。

福島20km圏内は、滞在型個人線量測定から評価した年間線量値は、震災4年目、多くが10mSv以下で、1mSv以下の地区もあります。農畜産業地の表土の除染ばかりか、地震で破壊した社会インフラを早急に復旧し、帰還を加速させるのは、現政権の責務です。

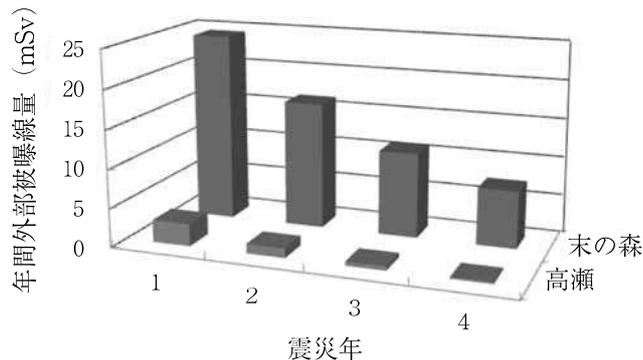


図1 政府が帰還困難区域（年間50mSv以上）と断定した20km圏内の浪江町の年間外部被曝線量（セシウム）の推移。2年目2泊3日の滞在型線量調査では、末の森の2014年は6ミリシーベルトで、帰還可能。高瀬地区は、2年目以後、1.0mSv未満。災元年（1）は3月中旬に町民の全てが緊急避難させられ、その状態が固定している。畜産業者のセシウム内部被曝の測定値は0.1mSv未満。

引用文献

- 1) 高田純：「福島 嘘と真実」医療科学社、2011.
- 2) 高田純：「復活の牧場」放射線防護情報センター、2013.
- 3) 高田純、モハン・ドス、服部禎男：『放射線ゼロの危険 LNTモデルのもたらす世界危機の克服』医療科学社、2014.

## 福島の高線量放射線とどう向き合うか

モハン・ドス PhD

フォックス・チェイス癌センター准教授 医学物理 米国

2011年の東日本大震災と津波による福島での原子力発電所の事故は、壊滅的な被害をもたらしました。この災害の多数の関連死は、低線量放射線（LDR）への懸念によって避難が行われたことに起因しています<sup>1)</sup>。この死亡原因は、直線しきい値なし（LNT）仮説に基づく諮問機関の指針に従い、病院と高齢者介護施設からの緊急避難と避難の長期化にあります。放射線はどれだけ少なくとも恐れるべきとし、公衆に対して正当化できないほど低い線量限度に適合するための避難が現在も続けられています。住民の正常な生活が長期にわたって中断され、地域の経済が破壊されています。日本では原子力産業が麻痺し、コストが高い海外からの輸入化石燃料への依存度を増加させています。LNT仮説の使用がそのような多くの悪い影響を生じているため、仮説の正しさを調査し、放射線の安全性に対する代替的な規範（パラダイム）を考えることが重要です。

LNT仮説は、放射線の安全を目的として1950年代に様々な諮問機関によって採用されました。一方では、それ以後、LNT仮説の正しさに反する証拠と放射線ホルミシスに対する証拠が蓄積されています<sup>2-4)</sup>。そのような証拠にもかかわらず、原子爆弾の生存者のデータが使用され、LNT仮説を正当化すると共に<sup>5)</sup>、LDRによる癌の懸念が提起されています<sup>6)</sup>。しかしながら、調査年数が長期化した最近のデータによれば<sup>7)</sup>、線量・応答関係が初期の調査では存在しなかった0-2 Gyの線量範囲における顕著な湾曲（又は非直線性）を示しており、もはやLNT仮説を支持していません。線量範囲0.3-0.7 Gyにおける癌死亡率が予想よりも低くなる非直線性<sup>7)</sup>は、LNT仮説では説明できません。それに加え、データの線量・しきい値解析に大きい欠陥が確認され、しきい線量がゼロであるという結論を支持できなくしています<sup>8)</sup>。そのため、これらのデータはLNT仮説又はLDRの懸念をもはや支持しません。これはLDRの健康影響に関する最新の論争で暗黙に承知されており<sup>9)</sup>、早期の同様の論争とは対照的に、原爆生存者のデータはLDRの発癌性に対する証拠として公の声明で引用されなくなりました。さらに、LDRの健康影響に関する最近のレビュー論文において、その著者は現在の原子爆弾生存者のデータを参照しませんでした<sup>10)</sup>。LDRの被曝後に癌が増加するという他の主張で吟味に耐えるものはありません<sup>9)</sup>。すなわち、LDRの発癌性に対する信憑性がある証拠はなく、主に古い原爆生存者のデータを根拠としたLNT仮説による公衆の線量限度は、もはや正当化できません。

線量限度を設定するために原子爆弾生存者のデータをなぜ使用するべきでないかという別の理由は、放射線の健康影響が被曝の期間に決定的に依存することです。例えば、1.5 Gyの瞬時全身線量は原子爆弾生存者の間で癌のリスクを増加させましたが<sup>7)</sup>、同じ線量でも5週間にわたって10回に分割照射されると癌を治癒させる効果が得られます<sup>11)</sup>。さらに、多くの研究、例えば米国における大規模な集団の研究で、高レベルの自然バックグラウンド放射線に慢性被曝した集団は、癌の死亡率が低下することが観察されています<sup>12)</sup>。長期の放射線被曝と分割された放射線被曝から癌の減少がそのように観察されていることを考えると、原子爆弾生存者の瞬時被曝から得られたデータに基づく線量限度を長期にわたる公衆の被曝に適用することはできないと思われるため、LNTモデル、及び原爆生存者のデータに基づくLDRの発癌性を想定する現在の放射線安全のパラダイムを放棄し、しきい線量に基づくパラダイムを採用する複数の理由があります。

とはいえ放射線安全のパラダイムにおけるそのような変化を制定することは、大規模な挑戦です。それは（諮問団体を含む）科学社会に蔓延しているLDRの健康影響に関する間違った理解が規則で規定され、広く公表されているため、一般の人々がどんなわずかな放射線にも長いこと

懸念を感じているからです。再選されるために国民の支持が必要な民主国家の政府は、証拠が変化を支持したとしても、放射線安全のパラダイムに一般受けしない変化を加えることに躊躇するでしょう。そのため、この変化を達成する最初の努力は、これに関心のある非政府組織から始める必要があるでしょう。持続的で長期にわたる強力な教育キャンペーンを立ち上げ、LNT仮説の間違い、LDRで観察されている有益な健康効果、及びLDRの懸念のために講じられる予防措置から生じる害についてオピニオンリーダー（及び一般の人々）の教育が必要です。かなりの割合のオピニオンリーダー（及びその後一般の人々）がパラダイムを変化させる必要性を確信すれば、主要メディアがそのような増加しつつある動きに気付いて、変化を是認するよう諮問機関に対してさらに強い圧力が加えられるでしょう。現在の諮問機関はLNT仮説を長い間支持してきた過去にこだわり、変化を擁護することに抵抗すると思われます。そのため、新鮮な視点で勧告を行うために新しい諮問機関を設置する必要があります。これらの努力はLDRの健康影響に関する一般の人々の意見を変えていくでしょう。大部分の一般の人々がLDRの懸念をそれほど感じなくなれば、（公衆の線量限度の引き上げを含む）放射線安全規則の変更を制定し、避難中の住民を新しいパラダイムについて教育すると共に、故郷への帰宅を奨励するべきです。

日本は現在のパラダイムに従うことから生じる不都合な影響の面で最大のものをこうむっています。そのため、放射線安全のパラダイムを変化させるうえで世界でも最先端の位置にあり、実際に正当化されることでしょう。これらの不都合な影響は他の国々の政府によっても認識されつつあります。各国政府は将来の類似した状況による害を減らすために、政策への変更を制定する方向に動いています。例えば、米国環境保護庁（US EPA）は、放射線事故に対処する際の公衆の線量限度を増加させる新しい防護対策指針を発行しています。そのような対策はこれらの状況における予防措置によって引き起こされる極端な害を減らすことはできますが、一般の人々の間に広まっているLDRへの恐怖を減らすことにはなりません。放射線安全のパラダイムの変化は、LDRへの恐怖を取り除くのに役立つでしょう。これは、原子力発電産業を若返らせ、将来の何らかの放射線事故から生じる災害の影響を減らし、放射線を使用する際莫大に浪費される規制と適合のコストを減少させるばかりでなく、癌と癌以外の疾病の予防と治療に対するLDRの臨床治験を容易化することによって、日本と世界に利益をもたらすことができます。

## 引用文献

- 1) G. Saji, *A post accident safety analysis report of the Fukushima Accident – future direction of evacuation: lessons learned.*, in *Proceedings of the 21st International Conference on Nuclear Engineering. ICONE21. Jul 29 - Aug 2. Chengdu. China. ASME.* 2013.
- 2) B.L. Cohen, *AJR Am J Roentgenol*, 179, 1137-43, 2002.
- 3) T.D. Luckey, *Hormesis with ionizing radiation*, 1980, Boca Raton, Fla.: CRC Press. 222 p.
- 4) K. Sakamoto, *Nonlinearity Biol Toxicol Med*, 2, 293-316, 2004.
- 5) NRC, *Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation : BEIR VII Phase 2.*, 2006, Washington, D.C.: National Academies Press. xvi, 406 p.
- 6) D.J. Brenner and E.J. Hall, *N Engl J Med*, 357, 2277-84, 2007.
- 7) K. Ozasa, et al., *Radiat Res*, 177, 229-43, 2012.
- 8) M. Doss, *Dose Response*, 11, 480-497, 2013.
- 9) M. Doss, M.P. Little, and C.G. Orton, *Medical Physics*, 41, 070601, 2014.
- 10) D.J. Brenner, *The British Journal of Radiology*, 87, 20130629, 2014.
- 11) J.T. Chaffey, et al., *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 1, 399-405, 1976.
- 12) N.A. Frigerio, K.F. Eckerman, and R.S. Stowe, *Argonne Radiological Impact Program (ARIP). Part I. Carcinogenic hazard from low-level, low-rate radiation.* 1973, Argonne National Lab., Ill. .

## 低線量率放射線科学の国際的検討の歴史

服部 禎男 PhD

電力中央研究所元理事 放射線ホルミシス 日本

オークリッジ国立研究所の原子炉災害評価専門家養成課程で、放射線はどれほど恐ろしいものかの特訓された私は、ミズーリ大学T.D.ラッキー博士のHealth Physicsに発表された、「放射線ホルミシス」を主張する大論文に接して驚き、オークリッジで親しくなったフロイド・カラー氏にほとんど怒りに近い内容の手紙を出しました。1984年のことです。

フロイド・カラー氏はカリフォルニアパロアルトに本部を置く電力研究所（EPRI）の理事長になられていたので、私の手紙を持ってワシントンのエネルギー省（DOE）に行き、結局米国エネルギー省と電力研究所の共催で放射線ホルミシスとは何事だというオークランド会議が1985年に開かれ、100名以上の専門家がカリフォルニアに集まりました。

会議で座長を務めたEPRIのレオナード・セイガン氏から、「放射線ホルミシスは科学的には正しいようだが、哺乳類動物実験で検証を要する」と伝えられました。日本の動物実験研究は、まず放射線分子生物学の開祖ルードヴィヒ・ファイネンデーゲン博士をドイツからお呼びして長時間の講義を受け、1988年岡山大学医学部によるマウスのX線実験から開始されました。

活性酸素アタックに関する世界的専門家の森昭胤博士が岡山大学におられたのが幸運で、マウス実験は大成功し、判りやすい成果が出たため世界中に衝撃が走りました。

100ミリシーベルトから500ミリシーベルトのX線全身照射で、細胞内SOD（スーパーオキシドディスムターゼ）活性酸素抑制酵素が明快に増加し、細胞膜や核膜の透過性が飛躍的に向上して、いわゆる若返り効果が生じて2ヶ月以上も継続したのです。

ガン抑制遺伝子p53の研究に力を注いでこられた奈良医大西教授もマウスやラットに250ミリシーベルトや500ミリシーベルト照射で、ガン抑制遺伝子p53が明快に増加することを確認されました。

低線量放射線が免疫系活性化に有効であることをすでに人体に適用しておられた東北大坂本教授は、X線100ミリシーベルトを1日おきに全身または上半身に5週間照射して、悪性リンパ腫の治療に明快な成果を出しておられました。

1996年、マイロン・ポリコーブ博士とルードヴィヒ・ファイネンデーゲン博士の大論文の発表前の非公式説明が行われました。その論文の要点は、「われわれのからだは、自然放射線の1,000万倍の活性酸素のアタックの中で生きている。従ってわれわれの細胞は毎日細胞あたり100万件のDNA修復を続けて生命を維持している。こうしてDNA損傷は約1万分の1になるが、二重鎖損傷（ダブルストランドブレイク）などを残したままのものがたくさん生じてこれがアポトーシスされる。つまりアポトーシス（異常細胞の除去）で対応して、健康を維持している。」

ICRPはDNA修復とアポトーシスを全く無視しているとして、マイロン・ポリコーブ博士はICRPやWHO本部を訪ねて、1997年11月のセビア会議開催をもたらしました。セビアに600名以上の専門家が集まり、ICRPとDNA修復の専門家が激突し、1998年米仏で二つの動きが生じました。

まず、米国ではエネルギー省のエネルギー・水予算委員長ドメニチ上院議員が8月、ハーバード大学で、政治と科学の乖離を大問題として講演し、そのあとDOEは10月から低レベル放射線とDNAのかかわりを重視した研究をファイネンデーゲン博士指導のもとで開始し、フランスでは、フランス医科学アカデミーのEU細胞学者と協力した研究が始められました。若い人体細胞にいろいろな線量率レベルのX線やガンマ線を照射して、DNA修復の限界追及を、モーリス・チュビアーナ博士をリーダーとして実験が進められました。

発がんとは数段階の異常な条件によって進行するもので、1度だけの放射線被曝を原因に決めつけるのは誤りであるばかりでなく、DNAの修復機構は極めて強く、1時間に10ミリシーベルト

以下の被曝でがんになるものではなく、修復の限界はさらに高いところにあることを予言した講演でした。チュビアーナ博士のこの研究と成果に対して、世界の専門家からマリー・キュリー賞が贈られました。

2006年の米国科学アカデミー報告にまとめられているKnudson博士の発見は驚異的なことで、要点を次にまとめます。

「過去のデータと最近得られた哺乳類精原細胞データを集約すると、従来の理解は全く誤りで、DNA異常の発生が最も低くなる線量率領域は、1時間あたり1ミリシーベルトから600ミリシーベルトの線量率の範囲で、DNA異常の発生が最低になる領域を、Minimal Mutability Dose Rate領域と名付ける。」

—Alfred Knudson/フィラデルフィアFox Chase Cancer Center, (PNAS2000, 2003, 2006)

2013年、米国フィラデルフィアにS.A.R.I. (Scientists for Accurate Radiation Information) という科学者組織が発足しました。昨年11月、S.A.R.I.のメンバーであるモハン・ドス博士が来日し、今年もS.A.R.I.の有力なメンバーで世界的な専門家オックスフォードのウェード・アリソン博士が日本のために講演のDVDを送ってくださいました。

今度こそ本当に日本がパラダイムシフトを実現しなければなりません。

#### 参考文献

- 1) Luckey, T.D. "Physiological benefits from low levels of ionizing radiation," Health Phys. 43 (6), 771-789, 1982.
- 2) Luckey, T.D. 1991. Radiation Hormesis, CRC Press, Boca Raton, Florida, 239.
- 3) Ohnishi, T., Matsumoto, H., Omatsu, T. and Nogami, M. "Increase of wpt53 pool size in specific organs of mice by low doses of X-rays," J. Radiat. Res. 34, 364, 1993.
- 4) Yamaoka, K., Edamatsu, R. and Mori, A. "Increased SOD activities and decreased lipid-peroxide level in rat organs induced by low-dose X-irradiation," Free Radical Biol. Med. 11 (3), 299-306, 1991.
- 5) Kondo S. Health Effects of Low-Level Radiation. Osaka, Japan: Kinki University Press, Madison, WI: Medical Physics Publishing, 1993.
- 6) Sakamoto K, Myogin M, Hosoi Y, Nemoto K, Takai Y, Kakuto Y, Yamada S, Watabe M. Fundamental and clinical studies on cancer control with total or upper half body irradiation. J Jpn Soc Ther Radiol Oncol 9:161-175 (1997) .
- 7) Pollycove M., Feinendegen LE. (1999) . Molecular biology, epidemiology, and the demise of the linear no-threshold (LNT) hypothesis. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris, Life Sciences 322:197-204.
- 8) Vilenchik MM, Knudson AG. Radiation dose-rate effects, endogenous DNA damage, and signaling resonance. Proc Natl Acad Sci USA 2006;103.
- 9) Feinendegen Le, Pollycove M, Neumann RD. Whole body responses to low-level radiation exposure:new concepts in mammalian radiobiology. Exp Hematol 2007;35 (4suppl 1) :37-46.
- 10) Tanooka H. Threshold dose-response in radiation carcinogenesis: an approach from chronic beta-irradiation experiments and a review of non tumour doses. Int J Radiat Biol 20.
- 11) Walinder G. Has radiation protection become a health hazard? The Swedish Nuclear Training and Safety Centre, Nykoping, Sweden. Madison, Wis: Med Phys Publishing, 1995;16 – 63, 95-117, 128-137.
- 12) Tubiana M, Feinendegen LE, Yang C, Kaminski JM. The linear no-threshold relationship is inconsistent with radiation biologic and experimental data. Radiology. 2009;251 (1) :13-22.
- 13) Mohan Doss, Shifting the Paradigm in Radiation Safety. Dose Response, 2012.

## 日本の放射線防護基準の問題点 放射線はどこまで安全か

中村 仁信 MD, PhD

大阪大学名誉教授・彩都友誼会病院長 放射線医学 日本

### 放射線はどこまで安全か

福島における、これまでと今後の被曝を考える上で、われわれは長期間の被曝を想定して放射線の安全性を考えねばならない。原爆での瞬時被曝を含めても、100mSv以下では過剰な発がんは認められていない。このことはICRPを始めとする防護関係機関、学会等でも一致している。しかし、この100mSvを受ける期間が1ヶ月か、1年か、生涯か、1年ならその後の被曝はどう考えるのか、明確にされていない。動物実験のデータは多いが数十年に及ぶものはなく、疫学的調査においても長期間に亘る被曝と発がんリスクを示した報告が少ないからである。そのなかで、マサチューセッツおよびカナダで行われた、人工気胸で治療された結核患者集団の追跡調査（平均30年）がある。異なる場所で、異なる研究者の報告でありながら、ほぼ同様な結果であるので信頼性が高い。すなわち、10mGy程度を月に数回、3～5年間、乳腺に受け、700mGyを超えた思春期女性に乳がんが増え、頻度は線量に依存している。しかし、どの線量においても中高年女性では乳がんは増えておらず、むしろ減っている。また、男性も含めて肺がんは増えていない。喫煙、飲酒との関連は不明ながら500mGy以上で食道がんが増えている。これらのデータは、同じ人体の細胞であっても、臓器によって年齢によって大きく異なることを示している。特に思春期女性の乳腺の被曝では安全域は低い。一方、累積500mGy以下では有意の発がんはない。すなわち“しきい値”があると考えられ、カナダの調査では、100～190mGyで乳がん死がむしろ減っている。

長期の被ばくとして、インドのケララ州や中国の広東省陽江県などの高自然放射線地域をみると、生涯実効線量は400～600mSvになるが、過剰がん死も遺伝的異常も見られていない。また、宇宙飛行士の生涯実効線量限度は、46歳以上男性は1000mSvであるが、27～30歳女性は500mSvである。今年亡くなられた近藤宗平氏（大阪大学名誉教授）は、英国放射線科医の生涯の被曝線量と死亡率から、年30mSv、生涯600mSvを安全な線量の上限とされている。

以上のようなデータを踏まえて、低線量率放射線の長期的被ばくにおける生涯実効線量の安全限度を一般人では500mSvとすることを提唱したい。

### 福島セシウム避難は必要だったか

福島第一原発の事故から40日後、20キロ圏内の空間線量が公表されたが、110 $\mu$ Sv/hを最高値として、50から60 $\mu$ Sv/hが5～6キロ圏内に数ヶ所あるだけだった。しかし政府は屋外に8時間、屋内に16時間と仮定し、年間の空間線量に低減係数0.6を乗じて避難の基準になる線量を計算した。110 $\mu$ Sv/hの地点では計算上578mSv/年になる。しかし長崎大学の高村教授らは個人線量計による調査を行い、低減係数は0.05～0.2の範囲内であることを報告している。平均低減係数0.1なので、政府の計算は6倍も多く算定していることになる。ちなみに、チェルノブイリでの低減係数は、農村部0.36、都市部0.18であったので、そのほうが実際に近い値になっている。

さらに、政府はセシウムの線量が1年間変わらないと仮定して計算している。セシウムはCs137とCs134が半分ずつ排出されたが、134の放射線量は137の2.7倍強く、測定されるセシウムの73%は134による。Cs134は2年で物理的半減期を迎えるため、134+137の合計線量は何もしなくても、1年で22%、2年で38%減衰し、3年で半分になる。実際のモニタでは30%減っているのだから、2年でほぼ半分になると考えられる。

以上より、1年で100mSvを超える人はおらず、空間線量が50 $\mu$ Sv/hを超えない半径5～6キロ圏外では年35mSvを超えない。半径20キロという広域の強制避難は、当時の状況からしても必要がなかったと考えられ、その後の調査からも誰も避難する必要がなかったことが明らかである。

### 厳しすぎる食品放射性物質基準

現在、水、食品に含まれるセシウムからの被曝の合計が年1 mSv以下になるように制限されている。このため、食品に含まれるセシウムは100ベクレル/Kg、乳児用食品、牛乳50ベクレル/Kg、飲料水10ベクレル/Kgが限度となっている。WHOによる国際基準も欧米に基準もすべて1000ベクレル/Kg以上であるので、いかに厳しい基準かがわかる。これほど厳しい基準になった理由として、生涯100mSvまでとか、日本人が口にしているものがすべて汚染されていることが前提とか、あとで理由がこじつけられているが、それまでの暫定基準が年5 mSvであったのを、当時の厚労大臣のスタンドプレーで年1 mSvに決まったことはよく知られている。このような馬鹿げた理由をどうこう言って始まらない。多くの生産者を苦しめ、経済的、社会的損害をもたらしている現基準を1日も早く廃止し、国際基準に戻してもらいたい。

広域の強制避難も厳しすぎる食品セシウム基準も放射線リスクを過大評価し、あまりにも安全を優先した結果であるが、そのための大いなる犠牲、払わねばならなくなる代償をまったく考えていない。特に、強制避難による精神的ストレス、慣れた生活様式の破壊、経済活動の制限が被曝よりはるかに大きな損害をもたらすことを、チェルノブイリの教訓から学んでおかねばならなかった。

### 長期低線量率被ばくの健康増進作用

チェルノブイリの被曝の森（今も立ち入り禁止区域）の動物たちを調べると、長期低線量率被ばくの影響がわかる。事故後、この森に棲み付いた野ネズミや多くの動物には、がんも奇形もない。野ネズミの遺伝子を調べると突然変異の数はむしろ少ない。しかし、アフリカから飛んできたツバメにはがんが発生している。これは激しい運動と放射線の両方の影響であろう。また、この森（毎時10  $\mu$ Sv）に45日間放置されたネズミが高い活性酸素処理能力を示したことも証明されている。

人での長期低線量率被ばくでは、以下のような健康増進効果（ホルミシス）が報告されている。英国放射線科医の調査からは、1955年以降、年間約5 mSvを約20年間被曝した放射線科医のがん死亡率は一般医に比べて29%低く、非がん死亡率は有意に36%低い。年間約3 mSvを10数年被曝した米国原子力船修理造船工（2.78万人）のがん死亡率は、被曝していない造船工（3.25万人）のがん死亡率より有意に15%低い。年に約2～5 mSv被曝する欧州の航空パイロット（1.9万人の調査）のがん死亡率も一般人より低い。しかも、累積線量で5～15mSvのグループより25mSv以上のグループのほうがよりがん死亡率が低下している。また、英国放射線作業員約17.5万人の調査（2009年）では、一般の人に比べて、がん死亡、全原因死亡とも、16～19%の死亡率減少がみられているが、健康作業員効果に過ぎないとされている。

近年、低線量放射線の影響を科学的に検証する動きも注目される。イタリアでは心臓カテーテル治療医10人の調査で血中H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>（活性酸素）が3倍上昇していたが、抗酸化物質であるグルタチオンが2倍上昇、アポトーシスを誘導するリンパ球のカスパーゼ-3の発現亢進が認められた。継続的な被曝により放射線に拮抗する変化（生体防御能力の向上）が細胞内で起きていたことになる。

清水教永氏（大阪府立大学名誉教授）は、健常者における放射線ホルミシスマット（ $\gamma$ 線）の効果を検証しているが、マット使用から4～6ヶ月後に、血中活性酸素量の低下、全睡眠段階における徐波睡眠の増加、入眠時間の短縮、唾液分泌型免疫ホルモン（s-IgA）の有意の上昇、テストステロンの顕著な増加が示されている（私信）。

放射線についてのリスクコミュニケーションを成功させるには、低線量率放射線によって生活習慣病が予防、改善され、発がんリスクが減ることを理解してもらうのが、一番の早道である。

## 放射線と社会：低線量率放射線への過剰反応

ウェイド・アリソン MA, PhD  
オックスフォード大学名誉教授 物理学rigaku 英国

経済活動と雇用を維持するために必要となるエネルギー資源について、安定した社会は、理解と民主的基盤の上に信頼される意思決定を行うための共通の価値観の確立を求めています。福島事故では理解と信頼が両方共破綻に直面しましたが、低線量率と中線量率の核放射線が概して無害であることも実証しました。これらの破綻は日本が特別ではなく、多くの社会に共通しています。その大きな理由は世界の権威者によって広められている生命への放射線の影響に関する頑固な認識を共有しているためです。この認識は近代生物学及び公衆の各構成員の健康に対して広く使用されている核科学の経験と合致していません。

2011年3月に日本では互いに関連する3つの出来事が起こりました。最初は地震と津波で、約2万人が亡くなりました。これは例外的な自然災害でした。第二に福島第一原子力発電所で3基の原子炉が破損し多量の放射性物質が放出されましたが、予想通り、死者又は重度の障害は発生しませんでした。これは災害ではありませんでした。第三に当局と国民がパニックを起こし、これが数年続いて世界中に広がりました。これは、放射線ではなく無知によって引き起こされた深刻な社会的・経済的災害でした。

核エネルギーの公共の安全は、物理的な原子炉とその内容物の制御、及び放射線が人間の生命に及ぼす影響の制御という2つの部分からなります。事故後、物理学者と技術者とはもっぱら前者に取り組んで規制者を満足させようと試みましたが、全てが消費者に多大の支出をしいるだけで利益はありませんでした。実際、放射線の規則は、正常な産業の安全の基準に危険なほど影響していることが報告されています。他方、生命は、危険を伴う放射線が存在する環境で進化しています。今日、生物的防護機構の多くの重ね合わせが放射生物学者によって理解されています。地球上に初めて最も単純な形の生命が誕生して以来、最適化された設計、適応応答、及び多くの修復と置き換えの戦略を用いた機構が、常に化学アタックと放射アタックから細胞の生命を安定化させるために必要とされてきました。エンジニアリングや電子工学での安定化と同様、応答は直線的ではなく、ストレスが高くなると防護が失敗するようになります。つまり、あるしきい値以下では、持続的な損傷が存在しないのです。防護というのは動学なため、固有の反応時間があり、しきい値となるストレスの発生率以上でのみ防護が失敗するようになるのです。進化は完全を追及するシステムを自然に提供しており、放射アタックと酸化性アタックから微視的レベルで生命を防護することは、生物にとって、ほぼ40億年間の主要な仕事になっています。ひとつの形態の生命が成功しなかったら、他の者によって置き換えられていたでしょう。そうすると残された疑問は、“どのようなストレス率でこの防護が失敗するか？”ということです。

紫外線は放射エネルギーの一形態であり、スペクトルのうちX線の隣に位置します。核放射線やX線と同様、紫外線も（頻度は少ないが）分子を壊して電離させることができます。紫外線は太陽光線の成分として一般的であり、状況によりますが数パーセント含まれています。誰でも太陽光線が生体に及ぼす被害を良く知っています。日中長く太陽に当たりすぎると皮膚の細胞が死に、日焼けを起こします。日焼けを繰り返すと皮膚癌になることがあります（これは深刻な問題ですが、国家的危機の原因ではありません）。皮膚癌による年間死亡率は100万人当たり米国の場合30人であり、太陽光線に含まれるUVのエネルギーフラックスは数ワット $\text{m}^{-2}$ です（ $1 \text{ Wm}^{-2} = 1000 \text{ mJm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ）。これは、ミリシーベルト毎秒で測られる吸収された核放射線（又は同等因子）のエネルギーフラックスと比較できるでしょう。ここで定義により  $1 \text{ mSv} = 1 \text{ mJ/kg}$  です（ベータ線とガンマ線の場合）。公衆に対してICRPが勧告している吸収核放射線エネルギーの最大レートは  $1 \text{ mSv}$  毎年であり、これは太陽光線に含まれるUVフラックスの300億分の一未満という小さいものです。私たちが核放射線のエネルギーを知覚できなくても驚くには及びません！

核放射線のそれぞれの量子は1個の原子核が放射性崩壊することによって放出され、1ベクレルの放射能は毎秒1回の崩壊が起こる速さです。

自然バックグラウンド放射線は年間平均約2.4mSvですが、岩石や土壌が特に放射性的の場所ではその数十倍に達することがあります。とはいえ、そのような場所でも癌が注目されるほど多くなることは観察されていません。関連する線量が自然の変動よりもはるかに少なければ、原子力発電所の周囲における癌の増加の研究は成功できません。より多くの特定研究は、大規模事故と臨床被曝からのより高い線量を調査しています。広島及び長崎の被曝はガンマ線と中性子の瞬間線量であり、生物学的防護の時間は最小でした。50年間のフォローアップでも、100~200mSvを下回る線量で癌が増加する証拠はありません。平均線量は160mSvであり、死者の約99%は爆風と火災によるものでした。長期線量の影響に関するさらに多くの情報が1987年のゴイアニア事故から得られ、この事故ではチェルノブイリと福島でも放出された同位元素Cs-137を1億ベクレル以上摂取することで4名が亡くなりました。これらの死亡は癌によるものではなく、事実、その後25年のうちに249名の被災者で放射線に関連付けることができる癌による死亡は発生していません。摂取されたCsの放射線は、この元素が体内からゆっくり排泄されるのに伴い100日以上にわたって広がっていき、それによって防護機構が効果的に働く時間が得られています。影響を受けた各個人の放射能が測定され、線量が推定されました。セシウムの検査を受けた福島県民の32,811名の人々の最高放射能である12,000Bqは、最低致死体内放射能である1億Bqと比べて圧倒的に少ない値でした。つまり、私たちは、福島で放出されたCsから癌は発生しないだろうと結論できるでしょう。チェルノブイリでもCsに関連付けることができる過剰な癌の証拠はありませんでした。福島の結果としてヨウ素131による過剰な甲状腺癌も発生しないと思われます [G.Thomas]。

第二次世界大戦のトラウマ的余波として、核放射線の見解に関する3種類の独立した影響が発生しました。最初はヒトに対する放射線の影響に関する適切な理解とデータがなかったこと。第二に放射線が引き起こす恐怖に関するプロパガンダに関連したポリティカルパワー。そして第三が軍拡競争に対する科学者の不安でした。これらは、人間の生命、特に遺伝に対する放射線の実証可能な科学的影響を誇張することによって、多くの傑出した科学者たちが軍拡競争を停止できるまでには解決されませんでした。科学的に正当化されない直線しきい値なし (LNT) 仮説によって、結果的には放射線恐怖症が恐らく増強されました。世界中の政治的動きの中で公衆の不安が表明され、そして自然バックグラウンドを下回る、合理的に達成可能な限り低く (ALARA) の安全レベルを勧告することによって恐怖をやわらげる国際的な安全勧告の基盤としてLNTが採用されました。勧告されたレベルはマリーキュリーが死亡した1934年に使用されていた年間700mSvのレベルをはるかに下回っていました。そのような状況は、今日、放射線療法での二次癌に関する近代的臨床データを使用して証明することができます [Tubiana]。

70年後の今日、それぞれの安全性の尺度が疑問視される産業が多く存在しています。圧倒的多数の人々は、興奮と娯楽のために企画されたフィクションから得た知識以上のものはほとんど知らないのです。いくらかの人々は、各自が不当に扱われていると信じており、法律によって補償を求めています。出鱈目な規則によって、移住させられたり、又は“被曝した”とラベル付され人々は、苦しい生活を送り、そして生活を破壊しています。不安を煽ることを専業とする人たちは、疑惑を扇動し、権力の座にある全ての者による無能、秘密主義、又は反則ありと見做すようにしむけています。解決策は単純ですが時間がかかります。社会は押付けでなく教育を求めています。そうすれば真の凝集力のある信頼が戻ってくるでしょう。人々は、核エネルギーを過剰な化石燃料に対する解決策であると、確信をもって見るでしょう。除染対策と核廃棄物に関する極端な懸念は沈静化するでしょう。核廃棄物で失われた生命はなく、今日チェルノブイリでの活発な野生生物は放射能環境下での生存の証です。再処理、高速炉建設、第IV世代炉の開発、及び核分裂廃棄物の最終地中埋設の戦略を環境と経済に対して最適化するべきです。競争が支配するダーウィンの世界では、そのような機会を捉え幅広い教育に投資しない社会は、そうする他の社会と比べ失敗するでしょう。

### Dr. Mohan Doss (モハン・ドス博士)

米国フォックス・チェイス・キャンサー・センター (Fox Chase Cancer Center, 全米有数の癌治療施設、在フィラデルフィア) 准教授。低線量放射線の健康効果に強い関心を持ち、診療画像化分野で研究活動を行う、専門学会認定の医学物理士。

1951年1月1日インドKanpur生まれ。

\*米国カーネギー・メロン大学にて媒体エネルギー原子物理学の分野での学位論文により、理学博士号を授与される (1980年)。

\*10年間の米国及びカナダでの学研活動の後、カナダのリジャイナ総合病院で原子力医薬品部門の医療物理学士となる。

\*1994年、カナダ医薬品物理単科大学のメンバー証書を授与される。

\*2001年、米国フォックス・チェイス・キャンサー・センター診療画像化部門に、その新しいPET/CTセンターにて物理学的支援を行う医療物理学士として、加わる。現在、同FCCCの准教授。診療画像化での物理学的支援提供に加え、低線量放射線の健康効果の研究に従事。

### Dr. Wade Alison (ウェイド・アリソン博士)

オックスフォード大学名誉教授。

1959年、ラグビー校を出て、自然科学の開放型奨学金を得てケンブリッジ大学のカレッジのひとつであるトリニティ・カレッジに入学。1963年、第一部のTriposで第一級を得て、ついで第二部では物理、第三部では数学を学んだ。オックスフォード大学において素粒子物理学を研究し、物理学博士号を取得。1967年には、オックスフォード大学のクライスト・チャーチの教職、さらに1851年博覧会王立委員会の特別研究員に選ばれた。アルゴンヌ国立研究所で2年を過ごし、1970年にオックスフォード大学に戻った。1976年、オックスフォード大学物理学部の大学講師に任命され、後に教授の称号を得た。同時期にオックスフォード大学のキープル・カレッジの指導研究者に選ばれた。1995年、ミネソタ大学の客員教授。専門のかたわら、オックスフォード大学物理学部の副議長、キープル・カレッジの上級教員・準校長としても働いた。公式的には2008年に退職したが、その後も指導・講義・研究などは続けている。2010年、キープル・カレッジの名誉研究者の一人に選出された。著書に『放射能と理性：なぜ「100ミリシーベルト」なのか』徳間書房。

### 高田 純博士 (Dr. Jun Takada)

札幌医科大学教授 物理学教室、放射線防護学。放射線防護情報センター代表、放射線防護医療研究会代表世話人、放射線の正しい知識を普及する会理事。

1954年、東京都生まれ。1979年弘前大学理学部物理学科卒業、1983年広島大学大学院理学研究科博士課程後期中退。最初の科学論文は、広島大学原爆放射能医学研究所での1945年8月に広島北西部に降った黒い雨の濃縮ウランの研究。その後、シカゴ大学ジェームスフランク研究所、京都大学化学研究所、広島大学原爆放射線医科学研究所などを経て、2004年、札幌医科大学医学部教授就任、2008年より同大医療人育成センター教授。その間、チェルノブイリ原子炉災害、米ソの核実験場周辺および、シルクロード楼蘭周辺での核爆発災害など、現地調査を中心に世界の核災害を研究。未踏科学技術協会高木賞、真の近現代史観懸賞論文最優秀藤誠志賞など受賞。主著に「世界の放射線被曝地調査」講談社、「Nuclear Hazards in the World」Springer & Kodansha、「中国の核実験」、「福島 嘘と真実」医療科学社など。

### 服部禎男博士 (Dr. Sadao Hattori)

元電力中央研究所理事、放射線の正しい知識を普及する会理事

1933年愛知県生まれ。

1956年3月 名古屋大学工学部電気工学科卒業

1959年3月 東京工業大学大学院原子核工学修士課程修了

1960年10月 米国オークリッジ国立原子力研究所

原子炉災害評価指導者養成課程修了

1988年3月 東京大学工学博士「原子力発電所の安全確保における確率論的手法」

1956年4月 中部電力株式会社入社

1972年8月 動力炉・核燃料開発事業団 新型炉開発本部電機課長

1980年9月 (財)電力中央研究所 研究開発本部原子力部長

1989年6月 同所 原子力担当理事

1990年7月 東京工業大学 原子炉工学研究所客員教授 (革新原子力)

1993年4月 名古屋工業大学 客員教授 (地球環境とエネルギー)

1997年6月 (財)電力中央研究所 理事を退任し特別顧問

2001年6月 同所 名誉特別顧問

1988年から放射線身体影響動物実験を全国で実施、

2007年 国際ホルミシス学会よりバンガード賞を受賞

### 中村仁信博士 (Dr. Hironobu Nakamura)

医療法人友絃会 彩都友絃会病院長・大阪大学名誉教授

1971年 大阪大学医学部 卒業

1976年 国立大阪病院 放射線科医師 (厚生技官)

1978年 大阪大学 助手 (医学部放射線科)

1981年 大阪大学 講師 微生物病研究所 (附属病院 放射線科長)

1992年 大阪大学 助教授 (医学部中央放射線部副部長)

1995年 大阪大学 教授 (医学部放射線医学教室)

1997年 国際放射線防護委員会 (ICRP) 委員 (~2001.6)

2003年 大阪大学ラジオアイソトープ総合センター長 (~2004.3)

2004年 大阪大学附属図書館長 (~2007.3)

2009年 大阪大学名誉教授・医療法人友絃会 彩都友絃会病院長 現在に至る

日本医学放射線学会 第66回会長

日本IVR学会 第34回会長並びに第9回国際IVRシンポジウム会長

日本コンピューター支援放射線医学・外科学協会 (JICARS) 理事長

公益財団法人大阪癌研究会 常務理事、NPO法人大阪先端画像医学研究機構 理事長

医療放射線防護連絡協議会 監事、放射線の正しい知識を普及する会 副代表

● 最新刊 ●

# 放射線 **0** の危険

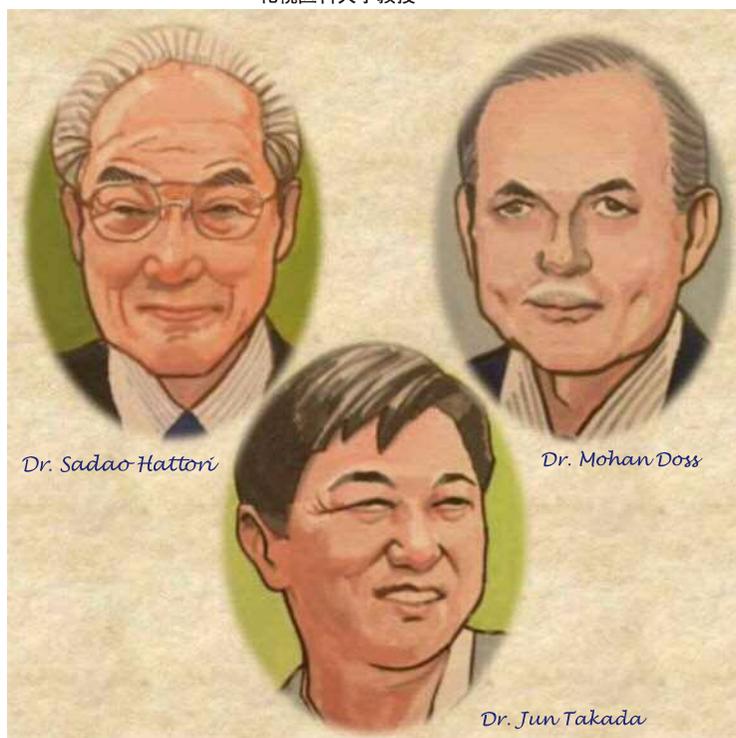
ゼロ  
*Risk of No Radiation*

LNT モデルのもたらす世界危機の克服  
*Overcoming the world crisis caused by the LNT model*

服部 禎男  
元電力中央研究所理事

高田 純  
札幌医科大学教授

モハン・ドス  
フォックス・フェイス・キャンサー・センター准教授



Dr. Sadao Hattoni

Dr. Mohan Doss

Dr. Jun Takada

## 放射線ゼロの危険 —LNTモデルのもたらす世界危機の克服

- 2014年 11月刊行
- A5判 / 116頁 ● 定価：1,620円(税込)
- ISBN978-4-86003-453-5

福島第一原発事故以来、放射線規制値の根拠とされている LNT モデル(放射線リスクのしきい値なし直線仮説)は、近年の研究で否定され、低線量率ではかえって免疫力が改善されるホルミシス効果の驚くべき知見が相次いでいる。こうした放射線医学の真の姿を示すことで、本書は、福島の放射線が全く健康な範囲にある意味を正しく理解した上で、LNT モデルの廃止こそが日本創生のカギと説く。

医療科学社

〒113-0033 東京都文京区本郷 3-11-9 TEL 03-3818-9821  
http://www.iryokagaku.co.jp FAX 03-3818-9371

本の内容はホームページ  
でご覧いただけます