渡辺悦司，遠藤順子，山田耕作著
『放射線被ばくの争点ー福島原発事故の健康被害は無いのか』（緑風出版，2016 年）

## 第 2 章　トリチウムの危険性

### はじめに

トリチウムの海洋放出に関連して，原発推進派の読売新聞は富山大学・波多野雄治教授を引用して「トリチウムは，他の放射性物質に比べて危険性は低いと言える．その性質を理解し，冷静に受け止める姿勢が大切だ」としている．トリチウムの大量放出を「冷静に」受忍せよと国民に要求している．これは本当か？

### 第１節　トリチウムの生成と性質

・水素 $^{1}$H，重水素 $^{2}$H(D)，３重水素 $^{3}$H(T)　３重水素はトリチウムとも呼ばれる
・トリチウムは，U や Pu の核分裂や，D や Li と中性子の反応によって生じる
・トリチウムは 12.3 年の半減期でβ崩壊する（ββ線の平均エネルギーは 5.7 keV）

$^{3}$H（T）　→ $^{3}$He + e$^{-}$ + $\bar{\nu}$　（$\bar{\nu}$は反ニュートリノ）

・ββ線（e$^{-}$）の射程距離は 1～10μm 程度であるが，狭い領域が集中的に被ばくする
・トリチウムを含む水 HTO は通常の水 $H_2O$ と区別できず分離できない．生体内の有機分子や DNA の水素がトリチウムに置きかわると，容易には体外に放出されない.

### 第２節　トリチウムの福島事故による放出と原発や再処理工場からの日常的放出

・東京電力の発表によれば，核分裂が主なトリチウム生成の機構とする計算では福島第一原発１～３（４）号機のトリチウムの総量は 3400 兆 Bq という．
・加圧水型の原子炉水中に出力調整のため B や Li が添加されており，沸騰水型よりトリチウム生成量が多くなっている
・再処理工場では，燃料棒をせん断・溶解することで外部に大量に放出される

### 第３節　トリチウムによる健康被害について

#### 1 ICRP の線量係数とその仮定の誤り

・トリチウムの人体への影響は過小評価されてきた．国際放射線防護委員会（ICRP）のモデルでは，トリチウム水の生物学的半減期は 10 日，有機結合型トリチウムでは 40 日としている．また，トリチウムから出るβ線は平均 5.7 keV（最大 18.6 keV）と低く，飛程距離も 1μm しかないので人体への影響は小さいとされる．
・しかし，イアン・フェアリー氏によれば，有機結合型トリチウムの生物学的半減期は様々な研究結果から 200～550 日と長いという．また，飛程距離が短いということは，その限られた領域に集中的に損傷を与えるということである
・トリチウムはそのβ線の被害だけでなく，元素転換効果もある．トリチウム水（HTO）は，ββ崩壊によりヘリウムと $OH^{+}$が生じ，すぐ OH ラジカルとなる．OH ラジカルは最も反応性の高い活性酸素である．また，トリチウムを含む生体内有機分子や DNA ではβ崩壊により分子構造が壊れることになる

## 2 低濃度のトリチウムの人間への影響

・放医研の中井らは，人間でもトリチウムを体内に取り込むことで体内細胞の DNA が破壊されることを示した.「ごく低濃度のトリチウムでも人間のリンパ球に染色体異常を起こさせる」「37Bq/ml 以上のトリチウム水で染色体異常の発生率が高くなり，トリチウムチミジンでは，染色体異常誘発効果はトリチウム水の約 100 倍高い」

・現在の原発のトリチウムの排水の濃度限度は，トリチウムとしては 60Bq/ml であり，有機結合型トリチウムとしては 40Bq/ml である.

## 3 世界各地の再処理工場や原発周辺で報告されている健康被害

・世界各地の原発周辺, 再処理工場周辺では, 恐るべき健康被害が多数報告されている.

### ＜カナダ＞

（冷却に重水を使うカナダの CANDU 炉ではトリチウムの発生量が多い）

・「遺伝障害，新生児死亡，小児白血病の増加が認められる」（上澤千尋氏，2013）

・①「1978～1985 年の間のピッカリング原発からのトリチウム放出量と周辺地域におけるそれ以降の先天欠損症による死産数および新生児死亡数との間には相関関係が見られた」②「ピッカリングでは 1973～1988 年に生まれた子どものダウン症の発生率の増加が 1.8 倍，少し離れたエイジャックスで 1.46 倍であり，これはトリチウム放出量と新生児の中枢神経系の異常との関連を示唆している」③「カナダの労働者の被ばく関連がんの発生率は，同一線量を被ばくした他の諸国の労働者よりも高い．これはカナダ原発のトリチウム放出量が他国よりも高いことと関係している」（以上，ロザリー・バーテル博士）

### ＜アメリカ＞

・全米 9 ヶ所の原発の廃炉前と廃炉後の半径 80km の 1 歳以下の乳児死亡率の変化.「原子炉閉鎖前に比して閉鎖後 2 年の乳児死亡率は激減した」．その理由は「がん，白血病，異常出産などが減少したため」とされた（東京新聞 2000.4.27）.

・イリノイ州シカゴ近くの原発周辺で子どもたちのがんや白血病が増えた．シカゴ近くのブレイドウッド原発とドレスデン原発の周辺では 1997～2006 年の間に，白血病や脳腫瘍がそれ以前の 10 年間に比して 1.3 倍に増加し，小児がんは 2 倍に増えた．これらの原発が 2006 年までの 10 年以上にわたり数百万ガロンのトリチウムが漏洩してきたことが当局の文書で公開された（NHK,「追跡！真相ファイル : 低線量被ばく　揺らぐ国際基準」2011.12.28）

・マウスの実験でトリチウムは脂肪組織に取り込まれやすいことがわかっている．脳の重量の 60%は脂肪であり，小児脳腫瘍の増加は，脳の脂肪細胞への取り込みによって生じた可能性がある.

### ＜ドイツ＞＜フランス＞＜イギリス＞は省略

## 4 日本の各施設周辺で認められること

・日本の加圧水型原発は，年間 20～100 兆 Bq のトリチウム水を海に垂れ流している.

・（北海道）泊原発周辺の村のがん死亡率は北海道平均の 1.4 倍ほどある．近隣の岩内町や積丹長もがん死亡率が高い．トリチウムが関係している（西尾氏，2014）
・（九州）玄海原発のある玄海町の白血病による死亡者数は，全国平均の 6 倍以上，佐賀県平均の 4 倍ほどを示す.「玄海町における白血病死亡率の上昇は, 高齢化や HTLV-1 の影響だけでは説明できない」「原発から放出されたトリチウムの関与が強く示唆される」（森永徹氏「玄海原発と白血病」，第 32 回 JSA 九州沖縄シンポジウム）
・（青森）原発から出るトリチウム排水の濃度限度はあるが，日本の再処理工場にはトリチウム排水の濃度基準はなく,「管理目標」がある. その管理目標は 1 年で 1 京 8000 兆 Bq であるという. 加圧水型でもっとも多くトリチウムを出している玄海原発が 100 兆 Bq なので桁違いに大量のトリチウムを出すことを想定している．これまでのアクティブ試験運転で 2007 年 10 月の 1 ヶ月で 520 兆 Bq のトリチウムを放出している.
・「全がん 75 歳未満年齢調整死亡率」について，青森県は 2004 年以来ずっと全国一位である（国立がん研究センター）再処理工場からのトリチウム放出量は原発の比ではない．再処理工場からのトリチウム放出量（2006 年度；496 兆 Bq，2007 年度；1310 兆 Bq，2008 年度；364 兆 Bq）

## 第３章　福島原発事故の健康被害とその否定論
## 児玉一八，清水修二，野口邦和著『放射線被曝の理科・社会』の問題点

### はじめに

政府は環境省の「東京電力福島第一原子力発電所事故に伴う住民の健康管理のあり方に関する専門家会議」の「中間とりまとめ」（2014 年 12 月 22 日）で公式に福島原発事故による健康被害は一切でないと宣言した.「今般の事故による住民の被ばくの線量に鑑みると」福島県および福島近隣県において，①「がん罹患率に統計的有意差をもって変化が検出できる可能性は低い」，②「放射線被ばくにより遺伝性影響の増加が識別されるとは予想されない」，③「不妊，胎児への影響のほか，心血管疾患，白内障を含む確定的影響が今後増加すること予想されない」として，健康被害は調査する前から「ない」と断定された．一方，福島県における小児甲状腺がんの多発はすでにはっきりと現れている．政府と原発推進勢力の福島原発事故の健康被害ゼロ論は，原発推進政策の大前提である．児玉・清水・野口著『放射線被曝の理科・社会』（以下,『理科・社会』）の内容を検討しながら，政府の見解を批判していく.

### 『理科・社会』の内容は概ね以下の（１）～（６）にまとめられる

#### （１）福島事故の健康被害について

・福島事故の結果としての放射線被ばくによりがんや病気が「目に見えて増えることはない」という健康被害ゼロ論
・WHO や原子放射線の影響に関する国連科学委員会（UNSCEAR）による「福島事故の公衆への放射線の健康影響が検出可能なレベルで増加することは予想されない」との

報告を「朗報」と高く評価

（２）ICRP の見解について

・放射線被ばくの問題では，ICRP や政府・原発推進勢力の見解が「科学的」であり，脱原発派はその見解を「共有」すべきであると主張

・100mSv 以下の低線量領域での「確率的影響」については「科学的な決着はついていないが」，事実上は「閾値がある」という主張

（３）福島原発事故の規模について

・福島原発事故の規模は，チェルノブイリ事故に比較して極めて小さいという主張

（４）内部被曝について

・福島事故における食品汚染や放射性微粒子による内部被曝は「無視してよい」と主張

・自然界に存在する放射性カリウム 40 の人体内の挙動を基礎として，セシウムなどの人工放射物質の挙動を考えるべきという見解

（５）福島の現状について

・福島の被ばく量では「鼻血は出ない」と主張．まして鼻血より深刻な健康影響はありえないと主張

・福島事故の放射線量では「遺伝的障害は生じない」と主張

・福島からの避難は不要，除染は「効果的」で福島は「十分安全に安心して住むことができる」．避難はストレスを高めかえって病気を生み出し危険と主張

・福島の食品の「安全性は十分に担保されている」と主張

・福島でいま生じている小児甲状腺がんは「放射線被ばくに起因するものではない」と主張

・県民調査委員会が下した，小児甲状腺がんと放射線の影響との関連は「考えにくい」という判断は「信頼すべき」という主張

・福島で 1700 名もいる震災関連死は放射能と関係がなく「非難生活による健康被害」が原因であると主張

（６）脱原発運動について

・脱原発運動は放射線被ばくの影響を「誇大に言いたてて」おり，被害がないことを願う住民の「心情」を踏みにじっていると主張

・福島の健康被害の主因は，「放射線への恐怖を煽っている」脱原発運動側にあることは「十分あり得る」と主張．このような脱原発運動と対抗していくべきと主張

・福島住民の多くが被ばくによる「遺伝的影響がある」と思い込んでいるのは脱原発運動の立場に立つ「識者」であると主張

・脱原発の人々は，掲げる「原発ゼロ」を放棄して「原発依存度の低下」程度での妥協・容認も政治的にはあり得ると主張

児玉・清水・野口らの見解には虚偽の内容があると同時に，その内容が福島事故の健

康影響に関する政府見解をそのまま反映しており，さらに脱原発運動に対する攻撃では極右翼的見解を取り入れたものになっている．
『理科・社会』の見解に放医研編『虎の巻 低線量放射線と健康影響　先生，放射線を浴びても大丈夫か？と聞かれたら』（医療科学者，2012）（以下，『虎の巻』）の見解を対置し，われわれの見解を提起していく．『虎の巻』はいくつかの欠点はあるが，低線量被ばく健康影響に関して最新の国際的研究成果を包括的に記述している．

## 第３章　序説　低線量・内部被曝の影響とメカニズム–概説

### 1 放射線とは？

### 2 放射線量を測る主な単位について

### 3 しきい値とは？　集団線量とは？

・日本政府やある種の専門家から被曝の人体への影響には「しきい値があり，100 mSv 以下は安全である」との説明がある．しかし，医療放射線被ばく者や原発労働者の被ばくなどの研究を通じて，10mSv 以下の被ばくでもがんや白血病が発生することが明らかになっている

・被ばく線量と被ばく人数の積を「集団線量」（単位は人・Sv）という．集団における１人あたりの被ばく線量を加算したものである．1 億人が 1mSv 被ばくすれば，集団線量は 10 万人・Sv となる．ICRP の基準（1991 年）では 5000 人のがん死が出る．1986 年の広島・長崎の線量見直し（DS86）と 1987 年の同寿命調査結果から得られた「1 人・Sv 当たり 0.1 人のがん死」というリスク評価を用いれば，1 万人のがん死が出る．低線量外部被ばくによる集団線量は ICRP や IAEA の原子力推進勢力からは「集団線量」は一貫して無視されてきた．

### 4 LNT モデル（直線しきい値なしモデル）とは？

・LNT モデルとは，被ばく線量に比例してがんや白血病が発生し，しきい値は存在しないというモデルである．ICRP は「仮説」であるとして事実上棚上げ，低線量では影響が弱いとして，被ばくリスクを半分にしている．しかし，最近の医療被ばくの疫学調査では，数 mSv の低線量まで直線性が成り立つことが示されている．

・著者らの LNT モデルに対する評価：①LNT モデルはしきい値ありモデルより現実のモデルに近い，②ICRP は線形性を認めているが低線量でのリスクを過小評価している，③低線量領域では直線でも過小評価になっている（放射性微粒子による内部被ばく，バイスタンダー効果（低線量放射線によりヒットされた細胞がヒットされていない近隣の複数の細胞をがん化させる），ペトカウ効果（高線量下でフリーラジカルが大量に発生すると相互に反応して相殺されるが，低線量下で発生が疎らな場合は相殺が生じないのでかえって損傷効果が高くなる），逆線量率効果（低線量での DNA の軽度の損傷の場合には簡易の修復が行われ，かえって修復ミスによる損傷が多くなる）などによる）

### 5 内部被曝とは？

・生体内に取り込まれた放射性元素からの放射線の放出は「内部被ばく」と呼ばれ，重

大な被害を及ぼすことが知られている．

・内部被曝では，α線やβ線は射程距離が短く，狭い領域（40μm や数 mm）を集中的に被ばくさせる．福島事故で放出された放射性微粒子は，局所的，集中的，継続的に被ばくさせることになり，被害は格段に大きくなる

**6 自然界に存在する放射性カリウム 40 と人工の放射性セシウムとの違いは？**

・天然の放射性物質であるカリウム 40 と人工の放射性セシウム 137 などをベクレル数で比較して，人工の放射性物質による被ばくは「無視できるくらい小さい」との議論がある．

・カリウムは細胞膜にあるカリウムチャンネルを通じて高速に移動し（1 秒間に $10^7$ 個程度），それぞれの臓器内でほぼ一様に分布しているが，人工の放射性セシウムに対しては，生体には一様に分布させる機構がなく，心臓，腎臓，肝臓，甲状腺，脳などの局所に偏在し，集中的継続的に放射線を放出する．

**7 内部被曝は局所的被ばくであり，シーベルトでは評価できない**

・ICRP などは，内部被ばくを評価する場合，内部被ばくを外部被ばくに換算して評価している．射程距離の短いα線やβ線に対して，人体を一様なものとして全体で平均化して被ばくを評価している．

・内部被ばくが危険なのは臓器の一部を集中的に被ばくさせ，活性酸素やフリーラジカルを発生させ，生物化学的機構によって生体を損傷するからである．

・野口氏は，β線も高速の電子で，γ線で励起される電子としてみれば同じなので，ことさらβ線の内部被ばくの危険性はおかしい，というが，これは生体−β線と生体−γ線の相互作用の違いをわきまえない「たわごと」である

## 第３章　第１節　「低線量被曝をめぐる論争を検証する」について

**1 「LNT 仮説は真実というより公衆衛生上の慎重な判断」という評価は正しいか？**

・『虎の巻』では，米国科学アカデミーの「電離放射線による生物学的影響に関する委員会」BEIR VII 報告書について，「（BEIR は）LNT という考え方は，もはや仮説ではなく実際の疫学的結果によって裏付けられた科学的事実である」と紹介している

・野口氏は，極低線量（10mSv 以下）の被ばくのリスクの程度を知らないとしているが「極低線量の被ばくのリスクの程度」について疫学的研究が国際的に数多く積み上げられており数値的評価も固まりつつある

**2 「β線はγ線より危険なのか」という彼らの問題提起の危険性**

・この野口氏の説に対して，本書では天然のカリウム 40 と放射性セシウムの体内での分布の違いを説明しているが，序説の 7 で述べたように，生体−β線と生体−γ線の相互作用の違いをいうべきであろう．すなわち，γ線は生体と密には相互作用しないが，β線は生体と密に相互作用して，狭い領域に集中的に損傷を与える．従って，放射性微粒子の場合には，集中的・継続的にその周辺が損傷される．

## 3 特定の臓器への蓄積とミトコンドリア損傷の関連性–バンダジェフスキー氏の説明

・バンダジェフスキー氏とネステレンコ氏は，次のことを明らかにした．①ラットやウサギの動物実験で，セシウムの全身蓄積量の平均 100Bq/kg に対して，心臓にはその 25 倍，腎臓にはその 15 倍が蓄積されていた．②カリウム不足になると，放射性セシウムと取り込む．そのセシウムがカリウムチャンネルを閉塞させる可能性がある．③カリウムを多く消費するミトコンドリアが放射性セシウムを引きつけ，結果として代謝プロセスに重要な役割を果たすミトコンドリアを損傷する可能性がある．

## 4 放射線によるイオンチャンネル系の阻害・損傷がもたらしうる健康障害

・放射性微粒子などの放射性物質は，各種のイオンチャンネルを破壊することが指摘されている．

・放射線によって生ずる活性酸素・フリーラジカルはイオンポンプに関連した酵素とタンパク質を不活性にして，イオンチャンネル・システムを撹乱することが報告された

・放射性セシウムは壊変してバリウムになるが，バリウムのカリウムチャンネルへの阻害作用はすでに知られている

・イオンチャンネル系（生体内の電気伝達を担い神経情報伝達システムを構成）の阻害・損傷は重大な筋肉・神経・精神系の健康影響を及ぼしかねない

・イオンチャンネル系の阻害・損傷と心不全や不整脈などとの関連が提起されている

・政府や当局側の学者は，福島事故後の健康被害の原因を「正しい放射線知識の欠如」による「放射線恐怖症」などの心理的要因を挙げているが，『理科・社会』もこれと同じ立場に立つ．しかし，生理学の最新の成果によれば，ストレスや「恐怖症」そのものが放射性物質とそれが生み出す参加ストレスによるイオンチャンネルの障害と損傷により，放射線被ばくの結果生じている可能性が示されている

## 5 「ホットパーティクルは危険なのか」と放射性微粒子の真実の危険

・野口氏は，米ロッキーフラッツ施設での火災でプルトニウム微粒子を吸入した 25 名の調査を基にして放射性微粒子による被ばくと発がんの因果関係を否定しているが，カール・ジョンソン氏による同施設周辺住民 60 万人の疫学調査を無視している

・その調査によると，1969～1971 年の 3 年間での，同施設から 0-21km（1850-30Bq/$m^2$），21-29 km（30-1.4Bq/$m^2$），29−39 km（1.4-0.4Bq/$m^2$）の周辺住民の過剰ながんの発生率は，それぞれ，16%，10%，6%であった．

・野口氏「粒子状であるから特段に危険になる理屈はないと思っています」

## 6 「放射線被ばくのリスクを考える」と隠されたリスク

・児玉氏「（福島原発事故で住民が被ばくした）線量域で細胞の中で起こることを踏まえると放射線被ばくによってがんになる人が目に見えて増えることはないだろうと私は考えています」「昔は，放射線量は高かった」「生き物は進化し，DNA 修復系も進化してきた」．だから，DNA の損傷はうまく修復されるし，福島事故の被ばく量程度で不安になる必要はない

・これは新たな人工の放射性物質に悩まされているいまの日本人に安心を与える言説ではない（いまの放射線被害は地球史的な生命の進化とは無関係）.

## 7 放射線のリスクに関する最近の研究結果

『虎の巻』にある最近の研究を見てみよう

### (1) クラスター損傷

・DNA 損傷が数 nm 以内に複数個生じた場合には修復が困難になる．このような DNA 損傷を「クラスター損傷」という．エネルギーの低いほどクラスター損傷の割合が多くなる.『理科・社会』はこの問題に触れない

### (2) 逆線量率効果

・低線量での DNA の軽度の損傷の場合，簡易の修復が行われかえって修復ミスによる損傷が多くなり突然変異頻度が上がる現象である．これも『理科・社会』では無視されている

### (3) フリーラジカルと活性酸素

・『理科・社会』は，スーパーオキシドディスムターゼ（SOD）の役割を強調し，SOD はヒドロキシルラジカル（・OH）による損傷を防いでいると書いているが，SOD には実際・OH を分解したり分解を促す作用は確認されていない

### (4) 酸化ストレス

・内部被ばくによる放射線は，恒常的にフリーラジカルや活性酸素を生み出し，生体がその解毒メカニズムを酷使せざるをえない状況を作り出し，その機能を疲れさせ萎縮させ，体内に深刻な「酸化ストレス」を引き起こす

### (5) 非標的効果，遅延効果，バイスタンダー効果，ゲノム不安定性誘導

・国際的に認められている放射線の効果として,「非標的効果」（DNA 損傷を受けていない部位で突然変異が生じる）,「遅延効果」（照射された細胞のみでなくその子孫細胞に染色体異常が生じる）,「バイスタンダー効果」（照射された細胞の周辺の細胞に突然変異が生じたりがん化が生じる）,「ゲノム不安定性誘導」（遅延突発変異頻度が長期にわたって蓄積する）などがある.

### (6) 免疫異常

・放射線照射により細胞に炎症が長期的に生じ，その細胞炎症によって産生される物質と周囲の細胞における発がん性突然変異の誘発との間に密接な関係がある可能性が指摘されている

### (7) 活性窒素

・放射線が体内で生み出すフリーラジカルは活性酸素だけでなく,「活性窒素」もある