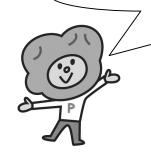
放射線の解説シリーズ



2015年4月

一般社団法人 日本原子力産業協会

はじめに

日本原子力産業協会では 2011 年 1 月、毎週発行の原子力産業新聞の紙上に、理科好きの女子高生「ゆりちゃん」が世の中に広く利用されている放射線について質問し、ものしり博士の「タクさん」が分かりやすく回答する「原子カワンポイント」の連載を始めました。これは、原子力で働く人々が、放射線の基礎知識を一般の人々に説明する時の参考になることを目指し、放射線の解説シリーズとして連載したものです。

その後、福島第一原子力発電所事故が起こったことを受け、2011 年 4 月 7 日からは「日本の放射線・放射能基準」について、男子高校生の「ゲン君」が質問し、ものしり博士の「カワさん」や「テツにい」が回答する「番外編」を組み込みました。

そして事故から約2年半が過ぎた2013年9月5日、もう一度、初心に帰り、「広く利用されている放射線」についての解説を再開しました。

当協会ではこのほど、「原子カワンポイント」の放射線に関する本シリーズの全体 (2011/1/13~2015/3/26)を関係者各位にお読み頂きたく、別刷りとしてまとめました。 是非、ご利用頂ければ幸いです。

当協会のホームページのURL: http://www.jaif.or.jp でも、【地域・社会の理解へ】の項目の中で【放射線の基礎知識】として掲載しています。

【 目次 I:原子力産業新聞掲載日付順 】

1	. 広く利用されている放射線(その1)(2011/1/13 付~2011/3/31 付)	
	広く利用(1)【地球ができる前からあった放射線・放射性物質】	1
	広く利用(2)【波長の長さや動く速度などさまざまな放射線】	2
	広く利用(3)【赤色巨星や超新星爆発により宇宙線を放出】	3
	広く利用(4)【放射線の単位はベクレル、グレイ、シーベルト】	4
	広く利用(5)【放射線研究でノーベル物理学賞受賞の科学者】	5
	広く利用(6)【核分裂の連鎖反応を利用した原子力発電】	6
	広く利用(7)【放射線の透過力を X 線検査などに利用】	7
	広く利用(8)【放射線が衝突して起こる電離や励起】	8
	広く利用(9)【身の回りの放射線の強さを検出器で測定】	9
	広く利用(10)【放射線で医療検査やがん治療なども可能】	10
	広く利用(11)【人類は自然放射線と共存して生きてきた】	11
	広く利用(12)【自然放射線より活性酸素で細胞は傷つく】	12
2	日本の放射線・放射能基準—福島原発第一事故(番外編)(2011/4/7 付~2013/8	/22 付け)
	番外編(1)【緊急作業被曝量を二百五十ジ Sv と設定】	13
	番外編(2)【積算線量を考えた避難措置も】	14
	番外編(3)【事故後の放射性物質量徐々に減少中】	15
	番外編(4)【校庭や公園で遊ぶ子どもたちへの影響】	16
	番外編(5)【内部被ばく 臓器ごとに特徴】	17
	番外編(6)【チェルノブイリでの放射能汚染食品対策】	18
	番外編(7)【セシウムの蓄積を防ぐとされるカリウム】	19
	番外編(8)【測定器は正しい使い方で平均値を出す】	20
	番外編(9)【飲酒や喫煙に放射線以上の発がんリスク】	21
	番外編(10)【身体にはがん細胞を殺す自然免疫細胞も】	22
	番外編(11)【20 ミリ Sv の被ばくでは 0.1%のがん増加】	23
	番外編(12)【暫定規制値は危険値ではない】	24
	番外編(13)【人間の体内にも放射性物質は存在する】	25
	番外編(14)【一定レベルの放射線は生命維持のため必要】	26
	番外編(15)【精米や製粉によりセシウムは大幅低減】	27
	番外編(16)【百ミリ Sv 以下ではがん発生率上昇せず】	28
	番外編(17)【百ミリSv未満の被ばくならDNAは修復】	29
	番外編(18)【セシウム、福島でも核実験時の半分】	30
	番外編(19)【セシウムは以前から世界中に降っていた】	31

番外編(20)【新基準値は危険値でなく「管理基準値」】	32
番外編(21)【様々な年齢考慮 新基準百Bq/kg】	•••••33
番外編(22)【ガン増加は被ばくよりストレス原因説も】	34
番外編(23)【被ばく線量の表し方は二種類あるので注意】	•••••35
番外編(24)【日本人の年間自然被ばく線量は?】	36
番外編(25)【屋内ラドン濃度が日本より数倍高い国も】	••••37
番外編(26)【地球内部では原子核崩壊が起こっている】	38
3. 広く利用されている放射線(その2)(2013/9/5 付~2015/2/26 付)	
広く利用(13)【放射線で有害物質を無害化し環境保全】	39
広く利用(14)【放射線育種や害虫根絶で農業に貢献】	•••••40
広く利用(15)【食品照射で発芽抑制や殺虫・殺菌】	•••••41
広く利用(16)【放射線の橋かけ反応利用し新素材開発】	•••••42
広く利用(17)【放射線診断技術で医学分野に貢献】	•••••43
広く利用(18)【放射線診断技術で医学分野に貢献】	44
広く利用(19)【科学的研究進むラドン温泉の効能】	•••••45
広く利用(20)【進化過程で構築された生体防御システム】	•••••46
広く利用(21)【がん発症までには生体防御の四つの砦】	47
広く利用(22)【DNA損傷の主役は放射線よりも酸素】	•••••48
広く利用(23)【緑黄色野菜や果物の摂取で免疫力上がる】	•••••49
広く利用(24)【次の強い刺激に備える力「適応応答」】	•••••50
広く利用(25)【わずかずつ長期間被ばくなら影響現れず】	••••51
広く利用(26)【福島被ばく線量低いと国連科学委報告】	
国連科学委員会の中間報告「福島事故の放射線影響評価」	•••••52
広く利用(27)【コープふくしま陰膳調査で食の安全検証】	•••••53
広く利用(28)【WBCで福島の内部被ばく低いと確認】	54
広く利用(29)【「個人の行動」により被ばくレベルほぼ決定】	•••••55
広く利用(30)【家屋や滞在時間など反映した「場の線量」】	•••••56
広く利用(31)【土壌からの被ばくに注目し実効線量計算】	
国連科学委員会報告その1「公衆の外部被ばく線量評価方法」	••••57
広く利用(32)【福島県住民への健康影響小さく検出不可】	
国連科学委員会報告その2「公衆の被ばく線量」	•••••58
広く利用(33)【実効線量と吸収線量の違いに留意し評価】	
国連科学委員会報告その 3「作業者の被ばく線量」	••••59
広く利用(34)【肺がんでは成人の方が被ばくの影響大】	
国連科学委員会報告その 4「子供の放射線被ばくの影響」	60
広く利用(35)【福島県内での甲状腺がん増加とは言えず】	••••61
広く利用(36)【飲酒に放射線防護効果認める実験結果も】	62

広く利用(37)【誤解の多い「除染目標年間1mSv」の概念】	•••••63
広く利用(38)【リスクの分母をそろえて正確な比較を】	64
広く利用(39)【絶対リスクに比べ大きく見える相対リスク】	•••••65
広く利用(40)【生活習慣の変化で放射線リスクも変わる】	•••••66
広く利用(41)【線量率が下がると発がんリスクも下がる】	•••••67
広く利用(42)【がん幹細胞が発がんメカニズム解明の鍵か】	•••••68
広く利用(43)【放射線受けた幹細胞 排除される確立高い】	69
広く利用(44)【放射線影響の蓄積は幹細胞寿命を超えず】	•••••70
広く利用(45)【ICRPでも組織幹細胞の機能に注目】	•••••71
広く利用(46)【応用広がる宇宙からの放射線「ミュー粒子」】	72
広く利用(47)【放射線影響蓄積しないとする新仮説も】	•••••73
広く利用(48)【せめぎ合いでは放射線 適応応答が優勢】	•••••74

【 目次Ⅱ:分類の索引順 】

1. 放射線の基礎知識 1.1 放射線と放射能 広く利用(1)【地球ができる前からあった放射線・放射性物質】 ----1 広く利用(2)【波長の長さや動く速度などさまざまな放射線】2 広く利用(3)【赤色巨星や超新星爆発により宇宙線を放出】3 広く利用(5)【放射線研究でノーベル物理学賞受賞の科学者】56 広く利用(6)【核分裂の連鎖反応を利用した原子力発電】 広く利用(7)【放射線の透過力を X 線検査などに利用】 -----7 広く利用(8)【放射線が衝突して起こる電離や励起】 8 番外編(26)【地球内部では原子核崩壊が起こっている】38 1.2 放射線の測定 広く利用(4)【放射線の単位はベクレル、グレイ、シーベルト】 ----4 広く利用(9)【身の回りの放射線の強さを検出器で測定】9 番外編(8)【測定器は正しい使い方で平均値を出す】20 番外編(5)【内部被ばく 臓器ごとに特徴】 ----17 広く利用(29)【「個人の行動」により被ばくレベルほぼ決定】55 広く利用(30)【家屋や滞在時間など反映した「場の線量」】 -----56 1.3 放射線のリスクコミュニケーション 番外編(23)【被ばく線量の表し方は二種類あるので注意】35 広く利用(38)【リスクの分母をそろえて正確な比較を】64 広く利用(39)【絶対リスクに比べ大きく見える相対リスク】65 番外編(9)【飲酒や喫煙に放射線以上の発がんリスク】 •••••21 広く利用(40)【生活習慣の変化で放射線リスクも変わる】66 2. 私たちの生活と放射線 2.1 低線量放射線の生体影響 広く利用(11)【人類は自然放射線と共存して生きてきた】 •••••11 広く利用(10)【放射線で医療検査やがん治療なども可能】 ----10 番外編(24)【日本人の年間自然被ばく線量は?】36 番外編(25)【屋内ラドン濃度が日本より数倍高い国も】 ----37

.....12

広く利用(12)【自然放射線より活性酸素で細胞は傷つく】

広く利用(22)【DNA損傷の主役は放射線よりも酸素】

番外編(10)【身体にはがん細胞を殺す自然免疫細胞も】	22
番外編(11)【20 ミリ Sv の被ばくでは 0.1%のがん増加】	23
番外編(13)【人間の体内にも放射性物質は存在する】	•••••25
番外編(16)【百ミリ Sv 以下ではがん発生率上昇せず】	28
番外編(22)【ガン増加は被ばくよりストレス原因説も】	34
2.2 低線量放射線に対する生体の防御反応	
広く利用(20)【進化過程で構築された生体防御システム】	46
広く利用(21)【がん発症までには生体防御の四つの砦】	47
広く利用(23)【緑黄色野菜や果物の摂取で免疫力上がる】	49
広く利用(24)【次の強い刺激に備える力「適応応答」】	••••50
広く利用(25)【わずかずつ長期間被ばくなら影響現れず】	•••••51
広く利用(36)【飲酒に放射線防護効果認める実験結果も】	62
番外編(14)【一定レベルの放射線は生命維持のため必要】	•••••26
番外編(17)【百ミリSv未満の被ばくならDNAは修復】	29
広く利用(41)【線量率が下がると発がんリスクも下がる】	••••67
広く利用(42)【がん幹細胞が発がんメカニズム解明の鍵か】	68
広く利用(43)【放射線受けた幹細胞 排除される確立高い】	69
広く利用(44)【放射線影響の蓄積は幹細胞寿命を超えず】	•••••70
広く利用(45)【ICRPでも組織幹細胞の機能に注目】	•••••71
広く利用(47)【放射線影響蓄積しないとする新仮説も】	•••••73
広く利用(48)【せめぎ合いでは放射線 適応応答が優勢】	74
3. 福島第一原子力発電所事故をめぐって	
3.1 緊急時対応	
番外編(1)【緊急作業被曝量を二百五十割 Sv と設定】	•••••13
番外編(2)【積算線量を考えた避難措置も】	••••14
番外編(3)【事故後の放射性物質量徐々に減少中】	•••••15
番外編(4)【校庭や公園で遊ぶ子どもたちへの影響】	••••16
広く利用(35)【福島県内での甲状腺がん増加とは言えず】	•••••61
広く利用(37)【誤解の多い「除染目標年間1mSv」の概念】	63
3. 2 線量評価	
広く利用(26)【福島被ばく線量低いと国連科学委報告】	
国連科学委員会の中間報告「福島事故の放射線影響評価」	•••••52
広く利用(27)【コープふくしま陰膳調査で食の安全検証】	•••••53
広く利田(28)「WRCで短阜の内部被げく低いと確認」	54

広く利用(31)【土壌からの被ばくに注目し実効線量計算】	
国連科学委員会報告その1「公衆の外部被ばく線量評価方法」	••••57
広く利用(32)【福島県住民への健康影響小さく検出不可】	
国連科学委員会報告その2「公衆の被ばく線量」	•••••58
広く利用(33)【実効線量と吸収線量の違いに留意し評価】	
国連科学委員会報告その 3「作業者の被ばく線量」	•••••59
広く利用(34)【肺がんでは成人の方が被ばくの影響大】	
国連科学委員会報告その 4「子供の放射線被ばくの影響」	•••••60
3.3 わが国の食品基準について	
番外編(12)【暫定規制値は危険値ではない】	24
番外編(20)【新基準値は危険値でなく「管理基準値」】	32
番外編(21)【様々な年齢考慮 新基準百Bq/kg】	33
番外編(6)【チェルノブイリでの放射能汚染食品対策】	•••••18
番外編(7)【セシウムの蓄積を防ぐとされるカリウム】	•••••19
番外編(15)【精米や製粉によりセシウムは大幅低減】	27
番外編(18)【セシウム、福島でも核実験時の半分】	•••••30
番外編(19)【セシウムは以前から世界中に降っていた】	•••••31
4. 放射線の利用	
広く利用(13)【放射線で有害物質を無害化し環境保全】	39
広く利用(14)【放射線育種や害虫根絶で農業に貢献】	40
広く利用(15)【食品照射で発芽抑制や殺虫・殺菌】	•••••41
広く利用(16)【放射線の橋かけ反応利用し新素材開発】	42
広く利用(17)【放射線診断技術で医学分野に貢献】	•••••43
広く利用(18)【放射線診断技術で医学分野に貢献】	•••••44
広く利用(19)【科学的研究進むラドン温泉の効能】	45
広く利用(46)【応用広がる宇宙からの放射線「ミュー粒子」】	72

されている放射線」がテーマです。 を設けました。今回のシリーズは、「広く利用 にして説明する「原子力ワンポイント」コーナー 原子力産業新聞では、「分かりやすさ」を主眼

射線と現代生活」の「アトムとともに暮らす一 いて、解説します。 いけれど、私たちの身の周りにある放射線につ れる放射線について、また、人の目には見えな 日」にあるように、日々の生活を豊かにしてく 米国の著名な学者のアラン・Eウォルター著「放 ものしり博士の「タクさん」が回答する形式で、 理科好きの女子高生「ゆりちゃん」の質問に、

参考になればと願っています。 族や知人に放射線について話していただく際の できればこのシリーズが、読者の方が、ご家

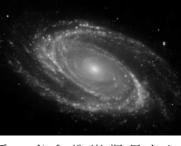
広く利用されている放射線 1

球に放射線として降り あったので、今でも地 爆発などでガンマ線が 注いでいます。 から、放射線は宇宙に 放射性物質も作られま 発生しました。また、 した。地球ができる前 ビッグバンや超新星

> することがあります。こ 宙で生まれました。星は 生を終えるときに爆発 タクさん 放射線は字

この電磁波がガンマ線と 電気を帯びていない電磁 すが、この際、非常に波 れを超新星爆発と言いま 呼ばれる放射線です。 波が宇宙に放出されます 長が短く強烈で、ものを 突き抜ける力も大きく、

> saimages.org. ASA/courtesy of na は放射線が放出される(2 発・崩壊するたび、宇宙に 銀河のイメージ図。星が爆



地球ができる前からあつ た放射線・放射性物質

射線 ゆりちゃん 放射線と (1)宇宙で生まれた放 放射線の関係について教 具体的に、宇宙の誕生と ゆりちゃん もう少し

は何かを聞きたいのです

えて下さい。

どのように生まれたのか 教えて下さい。 が、その前に、放射線は と、宇宙は約百三十七億 年前にビッグバンと呼ば タクさん 観測による

素やヘリウムができまし ネルギーが電子や陽子、 大なガスのかたまりにな た。これらが集まって巨 さらに陽子と中性子が結 中性子に姿を変えました。 れる大爆発で生まれまし たが、その時の爆発のエ 合して原子核ができ、水 が、星を作った物質の中 なることを繰り返します 物質はまた集まって星に 考えられています。この れ宇宙にばらまかれたと 鉄よりも重い物質が作ら の超新星爆発と同時に、 ガンマ線だけですか? タクさん いいえ。こ (原産協会・政策推進部 浴びながら宇宙を飛行し 帰ってきた小惑星探査機 た。小惑星イトカワから ていました。 「はやぶさ」も、放射線を

が融合して、より重 水素やヘリウムなど 星や銀河が誕生しま り、そこから最初の した。星の内部では 具体的には別の機会に話 もたくさんあります。ど したいと思います。 んな放射線が出るかは、 には、放射線を出すもの

いホウ素・炭素・鉄 生まれましたが、放射線 約四十六億年前に星くず 線はあったのですか? 地球ができる前から放射 前から宇宙にありました。 は太陽や地球が生まれる が集まって太陽や地球が タクさん そうです。 ゆりちゃん それでは

で作られた放射線は ります。爆発する場 されました。 崩壊して星くずとな などになり、やがて 合にガンマ線が放出 爆発したり、静かに 星は寿命を迎えると ゆりちゃん 宇宙 射線で満ち溢れていまし と大地から放出される放 宇宙から降り注ぐ宇宙線 そして誕生当時の地球は、

として、原子核の周りを 回っている電子が高い軌

タクさん いいえ、

じような電磁波の放射線

長の短い電磁波のガ す。可視光よりも波 ろな放射線がありま れであるアルファ 高速で動く粒子の流 放射線にはいろい

(α)線・ベータ (β)

線・中性子線などです (2)多くの仲間がいる 場が変化することによっ

て生まれる波)です。同

れますが、波長が長く、 使われている電波も含ま

も放射線になります。

ゆりちゃん 高速で動

たもの(高速粒子と呼ぶ) な原子核として飛び出し

ついて教えてください。 タクさんガンマ線は、 ゆりちゃん 宇宙にも がなく、力強い波動に 波長の長さや動く速度 ガンマ線やX線は重さ などさまざまな放射線

波長の短い光)より波長 される余分なエネルギー 結合したもの)から放出 ある放射線のガンマ線に の短い電磁波(電場と磁 で、紫外線(青や紫より 原子核(陽子と中性子が よってエネルギーだけを テレビ放送/携帯電話に 磁波には光(可視光)や 伝達します。ただし、電

> すか? 波長の短い電磁波だけで 放射線ではありません。 ゆりちゃん 放射線は

広く利用されている放射線

2

り、くっついたりするた れもあります。原子の中 く、高速で動く粒子の流 長の短い電磁波だけでな 心にある原子核が壊れた

ることで発生するX線も 道から低い軌道に飛び移

アルファ(α)線 ベータ(8)線

んな種類の放射線がある く粒子の放射線には、ど 中性子線

びに電子、陽子、中性子

生や爆発などで作られま 宇宙では、太陽で起きて ベータ線、中性子線など のですか? いる核融合反応や星の誕 いろいろな種類があり、 タクさん アルファ線

が放出されることや、壊

れた原子核の破片が小さ

電波 赤外線 紫外線

個が合成した粒子)と同

核 (陽子二個と中性子) れているヘリウムの原子

じで、プラスの電気を帯

X線/7線

⇒放射線の領域

粒子の流れです。アル から放出されるアルファ

ファ粒子は気球やバルー

ンの浮揚ガスとして使わ

質(放射線を出すもの)

アルファ線は放射性物

<波長> 〜短い領域

びています。

質の原子核から放出され

ベータ線は、放射性物

た電子のものすごく速い

可観光

原子核から出てくるもの で、電気を帯びていない 粒子の流れです。 中性子線は、中性子が

(原産協会・政策推進部)

フンポイン

広く利用されている放射 線

(3)

ですか?

タクさん

恒星の主

このとき中性子が過剰

中性子が過剰になると、 になることがあります。

新星爆発の中心近くで

が全て該当します。

中性子が電子と電荷を

持たない素粒

ワーのように発生し、 大量の中性子がシ

子

で あ

ニュートリノ

原子核があると、原子 そこに鉄のような重

陽子

子が過剰になって不安

子を吸収します。中性 核が一気に大量の中性

定になった原子核は、

中性子の吸収→ベータ

に放出されるガスは何

れると鉛などの、より 重い元素が作られます。

超

生を終えるときは、 新星爆発以外に何があ りますか?

融合と恒星の死であ

恒星の内部での

核

る粒子線やベータ線 とき宇宙線と呼ばれ などが放出されまし くられました。この 放射線もばらま それより軽い(太陽の八 晩年になると膨張し、 倍程度以下)の恒星は、 り重い恒星の死ですが、 は、太陽のほぼ八倍よ

うに輝く恒星の一生は わります。超新星爆発 重さ(質量)によって変 タクさん 太陽のよ

中性子が原子核に

吸収される

ある全ての元素がつ

元素を含む自然界に

発などにより、放射性

る赤色巨星、

超新星爆

巨大で希薄なガスの集 まりである「赤色巨星」

近くでおきた 核融合反応

【元となる原子核①】

で余った中性子

く星の死

3

ゆりちゃん

星が

高いと考えられていま 入ってしまう可能性が がって半径が地球の軌 の数百~千倍以上にな 道まで達し、地球が太 十億年後にはふくれあ (赤色巨星) の中に 太陽の場合は、 宇宙に放出されます。 素 でできたヘリウムや炭 成反応を核融合と呼ぶ) 原子核同士がぶつかっ え、恒星の中で新たに、 な成分である水素に加 て融合する反応(この合 酸素などの元素が

赤色 よ り宇宙線を放 巨星や超新星爆発

になります。半径は元 星になったときに宇宙 りに輝く「惑星状星雲 き 宙空間に逃げ出してい 外側のガスが徐々に宇 す。赤色巨星になると、 になります。 した後には、 ゆりちゃん ガスを放出しつく 色とりど 赤色 巨 の重い原子核に吸収さ では、 また、 る放射線になります。 この元素の高速で動く 性子がたまたま鉄など 分な中性子が放出され 流れが粒子線と呼ばれ ることがあり、その中 核融合反応で余 赤色巨星の内部

> 中性子が過剰になると、中性子が 電子とニュートリノを放出し、 陽子に変身する(ベータ崩壊) 電子 ュートリノ (電荷をもたない素粒子)

【原子核のより陽子が一つ多い原子核の】 → 原子番号が一つ大きい元素が合成された!

崩壊と呼び、こ 電子の流れが の放出された これをベータ ベータ線にな を放出し、 に変身します。

ります。 るウランまで 出される放射 線を出す物 新星爆発で放 は何ですか? タクさん ゆりちゃ 然に作られ ところで、超 の中には自然界にある れたのです。この元素 ある全ての元素が作ら のようにして自然界に 素もつくられます。こ より、金、銀、プラチナ 全ての放射性元素も含 ウランなどの特殊な元 収)」を繰り返すことに

放射性物質 (原産協会•政策推進部)

3

の変化(→中性子の吸 崩壊→より重い元素へ

フンポイント

広く利用されている放射

線

」と呼びます。

クレル (Bg)、 放射能の強さはべ 放射線 何 放射線を測る単位って

で表します。放射線 とシーベルト (SV) の量はグレイ (Gy) 影響度も変わるので、 は種類により人への

どんな放射線を受け シーベルトは、人が 同じとわかる便利な なくても、同じ数値 たかをいちいち考え ならば人への影響も 質」、放射性物質が放射

線を出す能力を「放射

間に一個の原子核が崩 つまり、一Bgとは、一秒

ゆりちゃん GyとSv

ネルギーを吸収した場

線や中性子線は同じエ

で異なります。

(原産協会•政策推進部

と、より重いアルファ

こりやすさは体の部分 吸収しても、がんの起

ベータ線などと比べる

タクさん

X 線や

線の同じエネルギーを

十倍です。また、放射

シーベルト

4 見えない放射能・

と放射線はどう違うの ゆりちゃん 放射能

ル

グレイ、

ですか? を出します。 の幾つかは、原子核が ど天然に存在する元素 出す物質を「放射性物 自然に壊れて別の元素 になるときに タクさん ウランな 、「放射線」 放射線を という単位を使います。 着目してベクレル(Bg) 線を出すか」という量に 原子核が崩壊して放射 強さは「一秒間に何個の は何ですか? 射能の強さを表す単位 タクさん 放射能の

3

ラで表されますが、放 射線が光になります。 物質が電球であり、放 灯に例えると、放射性 さを表す単位はカンデ ゆりちゃん 光の強 4 単位がグレイ (G) で、 い吸収されたかを表す エネルギーがどのくら 壊することを言います。 す単位は何ですか? を表す単位はルクスで kgに一ジュール(J) タクさん 放射線の が、放射線の量を表 ゆりちゃん 明るさ く違います。そこ は酔い方がまった ますが、同じ百m で、同じ程度のほ ウィスキー百㎡で でもビール百回と トル (回) になり グレイがミリリッ お酒に例えると、

位はベクレ シーベルト ろ酔いになる量を ビールなら何回、

放射線の単

ウィスキーなら何 mと決めて、かり にこれを一単位と

すので、その影響の度 エネルギーが吸収され 吸収された時に一分と 合を考慮した単位に 大きく違ってしまいま よって人体への影響が ても、放射線の種類に 表しますが、同じ量の (Sv) があり Svになります。 るのです。この単位が 数をかけてから比較す 類によって決まった係 いう具合に、お酒の種 はビールの六倍強いと じ百㎡でもウィスキー 方をしますと、同 します。逆のいい

か?

違う数値になるのです は放射線の種類により

大きく、およそ五~二

合でも人体への影響は

放射能と放射線

能力 光の強さを表わす単位 明るさを表わす単位 〔ルクス(Ix)〕 放射線を 出す能力 放射性 物質 (放射能)» 4,4 ★ 放射能の強さを 表わす単位 [ベクレル(Ba)] 人が受けた放射線影響 の度合を表わす単位 [シーベルト(Sv)] 放射能を持つ物質(放射性物質)のことを指して 用いられる場合もあります。

出典:資源エネルギー庁「原子力2008」

4

広く利用されている放射線

(5)

たまたま写真乾板の上

フランスのベクレルが

行って一九一一年には

る放射線の強さを計っ

てウラン化合物から出

た結果、ウラン化合物



キュリー夫人は放射 物理学賞を受賞して ベクレルはノーベル ンとキュリー夫妻、 出されることを発見 線が放射性元素から が放射線を発見し、 を発見し、ベクレル しました。レントゲ レントゲンがX線

たのですか?

(5) 誰が放射線を発見

したのですか ゆりちゃん 放射線 光が写真乾板を感光さ

は目に見えず、感じる

せることや、手をかざ

た翌年の一八九六年、

ゆりちゃん 放射線

ファ線の散乱実験を

ことも出来ないのに、 誰がどのように発見し タクさん 放射線は

所にある蛍光板が光っ かかわらず、離れた場 紙で覆われていたにも ときに、放電管が黒い 放電の実験をしている レントゲン博士が真空 八九五年十一月八日、 ています。 ベル物理学賞を受賞し

年には第一号のノーこれを「ベクレル線」と

ました。博士は、この ているのを偶然発見し い紙を透過する謎の 外の放射線は誰が発見 したのですか?

に銅の十字架を置き、

その上にウラン化合物

名づけました。一九〇 ていることを発見し、 線に似た放射線を出し ルはウラン化合物がX このことによりベクレ に感光していました。 ろ、乾板が十字架の形 にしまっておいたとこ を載せて机の引き出し

年にラザフォードがウ

ウィックによって発見 の教え子のチャド

き止め、放射線を出す

ン原子であることを突 放射線を出す源がウラ 例していることから、

能力を「放射能」と名づ

タクさん 一八九八

という意味で「X線」と し、この光を未知の光 が陰になることを発見 すと手の骨の部分だけ

物理学賞受賞の科学者 放射線研究でノーベル

ゆりちゃん X線以 タクさん レントゲ 名づけました。ベクレ あることが分かり、そ 原子核、電子、電磁波で られました。 タ線・ガンマ線と名づけ れぞれアルファ線・ベー ル線は、後にヘリウム 線がヘリウムイオンで の後、ラザフォードは あることを発見、アル 九〇八年にアルファ

か? 線・ガンマ線があること は誰が発見したのです にアルファ線・ベータ を予言、中性子は一九 とを発見し「ラザフォー ました。そして一九一 ドの原子模型」を発表し 〇年には中性子の存在 原子に原子核があるこ 三二年にラザフォード

> まれるウランの量に比 の放射線の強さが、含

ランから出る放射線に 線)があることを発見し、 類(アルファ線とベータ は少なくとも二つの種 リー夫人は何を発見し たのですか? されました。 ゆりちゃん キュ タクさん 放射線が リー夫妻とベクレルは けました。 ノーベル物理学賞を受 放射現象の発見」で 一九〇三年にキュ

波であることが示され ガンマ線と命名、電磁 た)を発見しました。そ (のちにラザフォードが ラールが第三の放射線 一九〇〇年にはヴィ 夫のピエールが発明し ることを発見しました。 たピエゾ電位計を使っ 持ったキュリー夫人は、 ベクレル線に興味を 放射性元素から出され

(原産協会・政策推進部) しました。

よび化合物の研究」で

/ 一ベル化学賞も受賞

ムの分離とその性質お

ニウムの発見、ラジウ

一年に「ラジウムとポロ

キュリー夫人は一九一 賞しました。また、

かれ、多くの熱エネ 定な状態になり、原 むと、原子核は不安 核に中性子が飛び込 た。ウラン23の原子 として発見されまし の元素を見つけよう で、新しい原子番号 子核に分かれる現象 が分裂して異なる原 ルギーを放出します。 子核が二つ以上に分 核分裂とは原子核 可能性を示し、一九三 原子番号の元素になる 子を当てると、新しい いろいろな原子に中性 の物理学者フェルミは された後の研究には何 ウィックによって発見 が一九三二年にチャド た核分裂 けようとして発見され があるのですか?

6

新しい元素を見つ

広く利用されている放射線

6

次に、ドイツの化学者 測できませんでした。 の中での変化までは推 を出すことを見つけま した。しかし、ウラン ンがあり、強い放射線 れた元素のなかにウラ されています。 分裂の概念の確立者と あり、マイトナーは核 ンは核分裂の発見者で に投稿しました。ハー に科学雑誌ネイチャー あるとし、一九三九年

核分裂の連鎖反応を

利用した原子力発電

れています。

核

ゆりちゃん 中性子

四年から実験を行いま た。中性子が当てら タクさん イタリア この変化を説明したの け取ったマイトナーは、 者マイトナーです。 エネルギー保存則の計 が、ユダヤ人の物理学 たことを発見しました。 持つバリウムが作られ ハーンが中性子を当て ハーンから知らせを受 たウランから放射能を では放射線しか出ない でどうして熱が出るの して利用されています。 電などのエネルギーと 出ます。熱は原子力発 は放射線のほかに熱も のですか? ゆりちゃん 核分裂 タクさん 核分裂で ゆりちゃん 核分裂 に中性子が 235の原子核 いウラン 235 分裂しやす 電所は、 て、ウラン を使ってい ウラン燃料 度に高めた を約四%程 原子力発

●軽水炉の核分裂

◯ 減速された中性子

ウラン235

がほぼ半分に割れた(核 算をして、ウラン原子 分裂が起こった)結果で 核分裂しにくいウラン 天然のウラン鉱石には 燃料を例に説明します。 電所で使われるウラン ですか? タクさん 原子力発 が生まれるとともに、 よりウラン以外の物質 かれます。この分裂に 原子核が二つ以上に分 不安定な状態になり、 飛び込むと、原子核は

> よって生まれた物質(核 されます。核分裂に に数個の中性子も放出 ギーが放出され、同時

たくさんの熱エネル

分裂生成物)の総量は、

裂しやすい 238 が 九九・ 三%と核分 割合で含ま ウラン235 が 〇・七%の 減速された中性子

≣0

中性子

より軽くなっています。

核分裂する前の原子核

原子核に当たることで、 性子が、他のウラン235 この差が熱になります。 鎖反応」といいます。 次々と核分裂を引き起 より新しく生まれた中 」すことを「核分裂の連 ところで、核分裂に

状態が続くことを「臨 ています。そしてこの の量で続くよう調節し 分裂の連鎖反応が一定 原子力発電所では核

界」といいます。 原産協会·政策推進部

ンポイント

広く利用されている放射線

7

質を利用したものです

3

質は、非破壊検査や なります。透過の性 線、ガンマ(ア)線 過)があり、アルファ 通り抜ける性質(透 X線検査に使われて の順に透過力が強く (α)線、ベータ (β) 放射線には物質を

破壊検査など、日常の 検査や文化財などの非 す。これを「透過」とい 会に放射線が使われて 生活の中でも多くの機 います。空港の手荷物 います。これらの検査

ものを透視する放 放射線 の性質を利用したもの は、透過という放射線 ゆりちゃん X線検 けることが出来ます。 子をフィルムに焼き付 しやすいもの(肺)が黒 X線写真上では、透過

います。

にはどんな性質がある

査も放射線の透過の性

く、透過しにくいもの

いほど透過力は弱まり

では通り抜け、 ベータ線は紙

失うエネルギーが大き

えながら透過するので、

止まります。

ゆりちゃん

のですか?

り抜ける性質がありま タクさん 物質を通

放

質とフィルムを感光す が、このX線写真も、X ちの生活でも身近です 線の物質を透過する性 タクさん 健康診断 内部の傷などの様子を ずに、写真にとったり 切ったり分解したりせ 放射線は、体や機械の 出来ます。このように

る性質を利用していま とができます。 ゆりちゃん 放射線

厚さを測ったりするこ 射線の種類に

よる強さを教

を えてください。 で比較すると、 放射線の種類 タクさん

ける力(透過力)は変わ の種類によって通り抜 物質にエネルギーを与 タクさん 放射線は 例えばベータ 薄い紙一枚で ほかの放射線、 透過力は弱く、 線に比べると アルファ線は

体の組織で弱められた

す。体を通ったX線は、

X線検査などに利

射

線の

透

過

りすることで体内の様

りますか?

紙 アルミホイル 鉛 r線①

などを表現することも 造影検査のように、黒 いものの中に白く血管 (骨)が白く写ります。 りますが、エネルギー ているエネルギーによ の種類や放射線が持っ ます。透過力は放射線 電磁波であるガンマ線・ アルミニウムなどの薄 X線はアルミニウムな い金属板で止まります。 びていない中性子線は、 止まります。電気を帯 どの金属板では通り け、鉛や厚い鉄の板で

の高いものほ ど透過力は強 水や コンクリート

くなります。

具体的に放 ゆりちゃん

速中性子線

ンクリートで止まりま や水が含まれているフ にくく、中性子線は水 多く含む物質は透過し チレンのように水素を 失うので、水やポリエ を持っています。しか してしまう特殊な性質 うな金属は簡単に透過 アルミニウムや鉛のよ 他の放射線と異なり 衝突してエネルギーを し、質量の近い水素と

ゆりちゃん これか

う性質を利用した機械 らも放射線の透過とい と良いですね。 がたくさん開発される (原産協会·政策推進部)

7

ンポイント

あります。 と、放射線がぶつ じき飛ばされて引き 作用が、放射線には る励起という二つの 軌道に移動させられ かった電子が外側の 離されてしまう電離 た電子が軌道外には

のですか?

放射線がぶつかっ

原子にぶつかると、原 電荷を持つ放射線は、 飛ばします。 いる電子を外へはじき 子核のまわりを回って

衝突で生まれる放 じき飛ばされて引き離 されてしまうことを「電

8

にはどんな作用がある

「電離作用」といい、は

ると、アルファ線や

ゆりちゃん

放射線

広く利用されている放射線

8

線やベータ線のように タクさん アルファ ことを「励起(れいき)」 軌道に移動させられる 放

射

線が

衝

て

がぶつかることによっ て、電子が軌道外には このように、放射線 は、電離や励起を引き ガンマ線などの放射線 持たない電磁波のX線、

離(イオン化)」または 起こさないのですか? タクさん X線やガ

ンマ線も原子にぶつか

といいます。 ゆりちゃん 電荷を 起こる電 離 ですか? 量を測れば、 じき飛ばされた電子の タクさん 理屈では Þ 励起 分かるの う作用はど の電離とい

そのとおりですが、は すか? 利用されま んなことに

ので、発生したイオン の量を測ることによっ じき飛ばされた電子の 量を測ることは難しい ろいろなことに利用さ れています。放射線の 放射線利用としてい タクさん 思います。

じき飛ばされた電子は 持たないのですが、原 また、中性子も電荷を 励起を引き起こします。 ベータ線と同様に電離、 えば、 強さを算 て放 します。例 分射線

さらに、電離した原子 す。また、放射線がぶ は「イオン」と呼ばれま つかった電子が外側の 「電子線」と呼ばれます。 る放射線の強さは、は 離、励起を起こします。 するので、結果的に電 放射線を発生させたり はじき出したり、別の 子にぶつかると陽子を ゆりちゃん ぶつか 箱」では、 ことによっ て生じた電 射線によっ て、その放射 を測定する 流の大きさ

分かります。 線の強度が ん 放射線 ゆりちゃ

放射線 陽イオン 励起 自由電子 安定な 中性原子 空席 励起状態に ある原子

別の機会に話したいと 利用については、また (原産協会·政策推進部

ワンポイント

広く利用されている放射線

(9)

射線を測りましょう。 借りて身近にある放 貸し出しを実施して で測定します。無料 わせて専用の検出器 いる団体があるので、 放射線の種類に合 す。

線の強さが分かるので はどのようにして放射 ゆりちゃん 検出器 放射線の強さを測りま 用の検出器を使って、 きません。そこで、専 五感で感じることはで

(9) どんな放射線があ すか?

測ることにより、入っ 流れる電流の大きさを 身の回 強さを検

測るガイガー・ミュー ラー・カウンター (GM ベータ線やガンマ線を タクさん例えば、 ります。 か? を測ることができます た放射線の強さが分か 検出器で全ての放射線 タクさん いいえ、 ゆりちゃん 一つの ベータ線の測定には は、アルファ線の測定 れている検出器として には「アルファちゃん」、 ベータちゃん」(=写 タクさん 貸し出さ

るか測ってみませんか

ゆりちゃん 放射線

て検出器を選択する必 放射線の種類に合わせ るくん」があります。 は「ガンマくん」「はか 真)、ガンマ線の測定に ゆりちゃん どのよ は、歩道に花崗岩(ウラ 線の強さが違った原因 座の車道と歩道で放射 しょう。ところで、銀

さを知ることができま

カウンター) は、ガスを

れた容器のなかに電

タクさん放射線は、

極を入れ、電極間に高

要があります。

こうすれば放射線の強 は目には見えませんが、

> が流れます。このとき 容器のなかに放射線が オン化) して、そのイオ 電圧をかけます。この 入ると、ガスが電離(イ ンが電極に引かれ電流

すか? 種類の検出器がありま ゆりちゃん どんな

や送料等の費用は一切 体があります。使用料 出しを実施している団 を借りられますか? タクさん 無料貸し

試料も一緒に借りるこ かかりませんし、測定

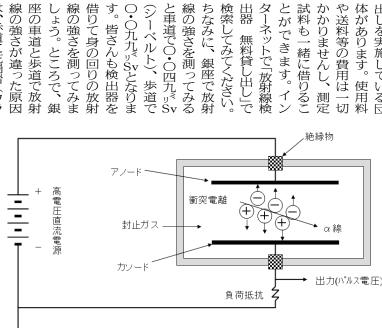
とができます。イン と車道で〇・〇四九ッSv ちなみに、銀座で放射 線の強さを測ってみる 検索してみてください。 ターネットで「放射線検 出器 無料貸し出し」で

りの放射線

0

出器で測定

ちゃんやベータちゃん うにしたらアルファ 射線を出すもの〉を多く ンなどの放射性物質へ放 含む)が使われているた



ガイガー・ミューラー・カウンターのしくみ

クンポイント

れています。 影響はありません。 射線であれば健康に まります。少量の放 全でないかは量で決 できていると考えら 十分な防御機構が 一命は放射線に対し 放射線が安全か安 のくらいですか? けても安全だといわれ とに異なりますが、受 国ごとに、また地域ご ている放射線の量はど タクさん

で受ける放射線の量は

酒も飲みすぎないよう

ゆりちゃん

地球上

かってきています。お などにより、よく分 全でないかは量で決ま

調査や膨大な動物実験

〇〇七年勧告では、

人への影響は、疫学的

放射線の

放射線が安全か安

広く利用されてい る放射 線

10

ている最小線量として

ますので、百ミリ

に注意するのと同じよ 度に受けると、体の 大量の放射線を シーベルトを安全の目

生まれた傷は回復でき 中にある臓器や組織に う。 安と考えて良いでしょ

あらわれるので、注意 障害 (組織障害) が のですね。

ず、

に備わった修復能力に より、受けた傷はほぼ 量が少ないときは、 が必要です。放射線の 能 体 そのほかの毒物と同じ 命が地球上に誕生した ぐらいの放射線なら、 量で決まります。少 安全か安全でないかは して受け止めます。 ように身体への刺激と 生

ゆりちゃん 人は少

修復能力を持っている ない放射線に対しては

タクさん 放射線

ミリシーベルト(一回あ たり)をがんが検出され 護委員会(ICRP)一 します。国際放射線防 〇〇%元通りに回復 百 ると考えられています。 は放射線に対して十分 在していました。生命 線は今よりも多量に存 が、そのときには放射 な防御機構ができて のは約三十億年前です 線量のスケール

がん治療なども

可

放射線で医療検査

Gy (グレイ): 各々の部位における吸収線量 人工放射線 自然放射線 がん治療 ____ (治療部位のみ の線量) 宇宙から0.4mSv 大地から0.5 mSv 白内障 -一時的脱毛 -不妊 m 眼水晶体の白濁 イラン/ラムサール 自然放射線(年間) 100 mGy 100 mS がんの過剰発生が 認められない 放射線作業従事者の年間線量限度 インド/ケララ 自然放射線(年間) CT/1@ 1 mSv 1人当たりの自然放射線 (年間1.5mSv)日本平均 胃のX線 精密検査(1回) 胸のX線 集団検診(1回) -3-ーク(往復) (高度による宇宙線の増加) 0. 01 mSv 0.05 mSy 歯科撮影 出典: UNSCEAR2000年報告書。 ICRP2007年勧告。 日本放射線技師会医療被ばく ガイドラインなどより 軽水型原子力発電所周辺 の線量目標値(年間) (実際にはこの目標値を 大幅に下回っています)

Sv (シーベルト): がん、遺伝性影響に対する 防護のための実効線量

資料提供:(独)放射線医学総合研究所

フンポイント

広く利用されている放射線

(11)

といわれています。

を多く含んでいるため

放射性物質が体の中 リウム40という自然 た、食べ物により力 けているのです。ま Sy)の自然放射線を受 四ッシーベルト(m 食事などの日常生活 こからも放射線が出 にたまっており、こ を通じて、年間約二・ 私たちは、呼吸や と存在しています。私 きから自然界にもとも けは、太陽も含めて宇 けているのです。 平均)の自然放射線を受 たちは、呼吸や食事な この日常生活を通じて、 |間約二・四mv (世界 自然放射線のうちわ タクさん

共

存

て生きてきた

類は自然放射線と

線)とはどのようなもの にある放射線(自然放射 ゆりちゃん 自然界 で一・二六msvです。 物から〇・二九mg、大 気中にあるラドンなど 地から○・四八m♂、食 ゆりちゃん 大地か ウムという放射性物質 これは土壌中のモナザ イトという鉱物がトリ 間平均三・八mSです。 から受ける放射線は年

物質が含まれています。

ている食品にも放射性

タクさん

日常食べ

自然放射

回り、地球ができたと 線とは、私たちの身の

関東地方は低い傾向に あります。大阪では年 多い関西地方が高く、 でも同じですか? 本国内では、花崗岩の よって異なります。日 受ける放射線は地域に タクさん 大地から

ると放射線はどうなり ますか? ゆりちゃん 高くな

ら受ける放射線はどこ

を受けます。また、航 は平地の五倍の宇宙線 えぎる大気の層が薄く る放射線(宇宙線)をさ ろにいくと宇宙からく なるので、富士山頂で タクさん 高いとこ

体内、 食物中の自然放射性物質

自然放射線から受ける線量

ゆりちゃん 食事か

ています。

自然の中にある放

宙から〇・三九ms、大

ドのケララでは、大地

か?

いるのはどうしてです ら自然放射線を受けて 海外をみると、イン

なっています。

均〇・三二mSと少なく して、東京では年間平 間平均〇・四六mSに対

〇・二mSの宇宙線を受 ヨークを往復すると、 空機で東京とニュー

けることになります。

一人あたりの年間線量(世界平均) 食物から 0.29ミリシーベルト



う放射性物質がごく

にはカリウム40とい

です。このカリウム

に必要不可欠な成分

ど、健康を保つため

圧の上昇を抑えるな で塩分を低下させ血 存在するミネラルの カリウムは自然界に

種で、人間の体内

電事連「原子力・エネルギー」図面集 2011 より

ていて、いろいろな 程度)ですが存在し わずか(〇・〇一%

物質がたまっている 40という自然放射性 す。こうして、人の は排泄されますが、 の体内に入ると一部 す。そして、私たち 食品に含まれていま ほぼ一定のカリウム 体の中にも、いつも ことになります。 部は体内に残りま

ワンポイント

生まれる活性酸素は、 放射線より何百倍も 原因となります。傷 少ないと思います。 DNAを傷つけてが 大きいのです。 んなどを引き起こす つける度合いは自然 しかしこの酸素から 酸素を怖がる人は 細胞に取り込まれた酸 素は、栄養分を分解し て人が生きていくため

ています。それぞれの 十兆個の細胞からでき 毒にもなるのですか? タクさん 人は約六 自然放射線より活性 素で細

広く利用されてい る放射線 12

がんの原因になること すことができないと、 核酸)を傷つけることが あります。この傷つい るDNA (デオキシリボ 伝情報を担う物質であ たDNAを元通りに直 た酸素(活性酸素)は潰

があります。

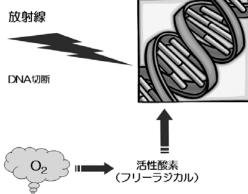
断)に分けられます。こ 本鎖切断、二本鎖切

います。DNAにでき 則正しく並べられた二 重らせん構造になって シトシン、チミン) が規 た傷は三種類(塩基損傷) 異を起こしやすく、最 の傷は遺伝子の突然変 に切れた「二本鎖切断」 とが知られています。 もがんになりやすいこ のうち二本の鎖がとも ゆりちゃん 二本鎖

塩基損傷

1本鎖切断

2本鎖切断



胞は傷つく

Goog—e「放射線の人体における影響と その防護 (松田尚樹)」より図を一部追加

と思っていましたが、

へにとって大切なもの

わります。しかし、水 になれなかった、余っ

(アデニン、グアニン、 を伝える四種類の塩基 鎖(レール)に遺伝情報 線路のように、二本の

ゆりちゃん 酸素は

(12) 活性酸素と放射線

のエネルギーをつくり

ですか?

タクさん DNAは

はどのように起きるの

ゆりちゃん 「がん」

出し、水 (H2 O) に変

切断は活性酸素と放射 DNA損傷の種類 余った酸素

線では、どちらが起こ りやすいですか? 断の数は、一日に細胞 て自然放射線(二『シー あります。これに対し 素が傷つける二本鎖切 個について約〇・一個 タクさん 余った酸 ります。 数は、一日に細胞一個 百倍も多いことがわか れるものの方が、約五 個です。日常のレベル 傷つける二本鎖切断の よりも酸素で傷つけら で見ると、自然放射線 について約0・0001

ベルト/年のレベル)が

(原産協会・政策推進部

Goog—e「放射線の人体における影響と その防護(松田尚樹)」より図を一部追加

ė

 O_2

日 本の放射線 福島第

• 原発事故〈番外編〉 放射能基準



気・海洋に放射能が放出され、東北や関東地方 まで答えられるでしょうか。 の質問に、ものしり博士の「カワさん」がどこ について解説します。 男子高校生の 「ゲン君」 番外編として、それらの我が国の基準値など るようになりました。今回はこのシリーズの などの野菜や牛乳、魚、飲料水などにも含まれ を防止するため働く作業者の被曝のほか、大 未曾有の原子力事故が起きました。事故拡大 発電所が甚大な被害を受け、炉心損傷という ズですが、東日本巨大地震で福島第一原子力 今年一月から始めたこの放射線解説シリー

の被曝は、大丈夫かな。 困難な復旧作業を行っ 電気もつかない現場で、 ていた作業員の人たち ゲン君 カワさん 経済産業 被災当初、 線量限度を、従来の計 事故対応に当たるため、 電力の原子力発電所の 非常時の作業員の被曝 省や厚労省は、 大震災を受けて、東京

『SVに変更しました。 百ずいから同二百五 震の特にやむを得ない 年東北地方太平洋沖地 の告示49号「平成二十三 経産省は三月十五日

は、実効線量について二 れた日まで、線量限度 ら、同解除宣言が出さ 態宣言が出された日か 原子力災害特別措置法 規定に基づく線量限度 運転等に関する規則の 発電用原子炉の設置、 緊急の場合に係る実用 百五十『SVとしました。 に基づく原子力緊急事 等を定める告示」として、

、今回の ます。なお、通常の放 る計五百 デ Svとしてい 白血球の減少がみられ 業での上限を一時的に 会 (ICRP) が定めた |際基準では、緊急作 国際放射線防護委員 社の作業員三名が、個 業を行っていた協力会

これらの数値をオー が課せられています。 Sv) または一年間で五十 『SY (年平均では二十』 働けなくなります。 働きたくても現場では バーしそうになったら、 限度は、五年間で計百 Svのいずれかの制限

ゲン君 福島第一の

現場で被曝し、入院し 緊急作業 一百五十『」Sと設定 被曝量を

けど。 地下で三月二十四日、 3号機のタービン建屋 電気ケーブルの敷設作 た人がいて心配された カワさん 福島第一 科大学付属病院へ搬送 葉県にある専門的な被 とも搬送し治療を受け 曝治療ができる放射線 医学総合研究所に三名 しました。その後、千

くるぶしまでの靴を履 Svの被曝をしました。 いていた作業員二名は、 人線量計で約百七十 デ へ物の基準値は?。 ゲン君 カワさん 厚労省は 飲料水や食

射線業務従事者の線量 の線量率は約四百 デ Sv 認されました。水表面 れた水が入り、両足に 放射能の皮膚汚染が確 の中に放射能に汚染さ 水たまりでの作業で靴 、時でした。 る食品について、同法 制値とし、これを上回 法に基づく暫定的な規 員会が定めた防災指針 十七日、原子力安全委 の規制制限食品として、

これらの規制値

と判断し、福島県立医 線熱傷」の可能性がある 常駐医師がやけどのよ うな症状がでる「ベータ 除染を行ったものの、

る乳に使用しないよう 乳及び直接飲用に供す ものは、乳児用調製粉 射性ヨウ素は飲料水と 乳・乳製品に関して、百 知しました。 な対応を各自治体に通 食用に供されないよう 除く野菜類と魚介類は ベクレル/ ㎏を超える 牛乳・乳製品は三百ベク 一千ベクレル/ kg。牛 レル/㎏、根菜・芋類を 暫定規制値では、 放 といって、取り込んだ の強さが半分になる時 くなる性質があり、そ 放射能が排泄などで体 質と、生物学的半減期 間を半減期と呼びます。 は物理的にだんだん弱 場合でも、一般公衆の 放射能が蓄積される性 連鎖でしだいに体内で 準で定められています。 曝にとどまるという基 線量限度の一『SO被 を一年間飲食し続けた 減期があると習ったよ。 日の平均的な摂取 方で、生物には食物 ゲン君 放射能は半 カワさん 放射能に

その他が五百ベクレル 百ベクレル/kg、野菜 類、穀類、肉・卵・魚・ 料水と牛乳・乳製品は一 放射性セシウムは飲

ニケーション部 (原産協会・情報・コミュ

ましたが、症状もなく

ます。

指導することとしてい

外に排出される性質も

あります。

一十八日に退院しまし

フルポイン

日 本の放射線 |福島第 一原発事故〈番外編②〉 · 放射能基準

た諸準備も加速化する

極的に促進するととも

に、避難指示を想定し

編として、避難につ いての疑問に答えま す。前回に引き続き の影響が続いていま 原子力発電所の事故 このシリーズの番外 に起こった福島第一 東日本巨大地震後

きた三月十一日の二十 することになったね。 で沢山の人たちが避難 ゲン君 時二十三分、原子力 カワさん 地震が起 今回の事故 全委員会の出している 径十㎞から二十㎞に拡 入しました。原子力安

支援及び自主避難を積 内の住民に対し、「生活

性物質の年間積算量が 理的条件によって放射

市の一部が対象となり 川俣町の一部、南相馬

る見込みです。

ゲン君 農場でも影

屋内で退避するよう指 災害対策特別措置法(平 m以内の住民は避難、 基づいて、福島第一原 成十一年法律第百五十 六号) 第十五条第三項に **廿力発電所から半径三** 一㎞から十㎞の住民は されています。 圏内にも避難指示が出 ました。福島第二原子 圏内の屋内待避を求め 新たに二十㎞~三十㎞ ます。三月十五日には、 力発電所から半径十㎞ 難を検討するとしてい 合には屋内退避、五十 浴びる可能性がある場 SV以上の場合には避

放出し、避難範囲を半 を開けて放射性物質を るために格納容器の弁 日、内部の圧力を下げ 示が出されました。翌 半径二十m~三十m圏 どういうことかな。 あった「自主避難」って 二十五日にお知らせが カワさん政府は、 ゲン君 その後三月

防災指針では、十 『 Sv 軟な対応をするという ぞれの状況に応じて柔 入手が難しい地域が出 生活する上での物資の 線防護とは関係なく、 ています。これは放射 てきているので、それ 一要がある」ことを伝え

避 算線 量を考えた 措 置

ことです。 ら半径二十㎞避難指示 には「計画的避難区域 圏外で、気象条件や地 京電力福島第一原発か が発表されていたよ。 カワさん 政府は東 ゲン君 四月十一日 み続けた場合の放射性 葛尾村、浪江町、飯館村、 を開始する方針です。 約一か月をめどに避難 象自治体が調整して、 物質による影響を考慮 対象地域に半年以上住 したもので、国や県、対 と地元自治体で調整し、

準値を考慮しています。 二十~百 ダ Sという基 線防護の基準値、年間 P)、国際原子力機関 射線防護委員会(ICR ました。これは国際放 難区域」にすると発表し のある地域を「計画的避 二十『Sを超える恐れ ばく状況における放射 (IAEA) の緊急時被 ます。この区域内の保 ないよう呼びかけてい どは、この区域に入ら 除く半径二十㎞~三十 要介護者、入院患者な から計画的避難区域を 育所や幼稚園、小中学 ます。特に、子供、妊婦 校となっています。 校及び高校は休園、 また、福島第一原発 休 県内五十四か所の水田 響が出てきているね。 カワさん福島県は、

も 部が対象となります。 の一部、南相馬市の 楢葉町、川内村、田村市 ができるよう準備を求 の地域の住民へは、緊 備区域」としました。こ めています。広野町、 M圏内を「緊急時避難準 急時に屋内退避や避難 の放射性セシウムが検 で土壌の放射性物質の 超える放射性セシウム 外の自治体では基準を 出されました。それ以 倍、二万九千ベクレル 千ベクレルのおよそ六 舘村では、国の基準と 避難区域」などの対象と た。その結果、「計画的 詳しい調査を行いまし は検出されず、県は四 した土壌一 ㎏ 当たり五 なっている浪江町と飯 い」とする見解を示しま 十六の市町村について、 稲の作付けに問題はな

数日のうちに決定され 具体的には、今後、政府 ミュニケーション部) (原産協会・情報

14

日

本の放射線 福島第



具体的なデータを示 り博士のカワさんが 安になってしまった されました。少し不 ら放射性物質が検出 辺地域の大気や水か 電所の事故では、周 ケンくんに、ものし ながら説明します。 福島第一原子力発

空気中にも放出された けど大丈夫かな。 ゲンくん 放射線が カワさん 空間の単 衰しているからです。

量率を見てみると、事 位時間当たりの放射線

ます。福島県の空間線 からは放射性物質がも ぐっと下がりほぼ横ば 故後には高い数値を示 量を空間線量率と言い いになりました。これ したものの、四月には まず原子力発電所

量

徐々

に

減

れた放射性物質は徐々 に薄まっていたり、減 おらず、すでに放出さ う大量には放出されて は二十四時間なので正 ウ素剤の効果持続時間 あったようですが、ヨ てしまうなど混乱も

しいタイミングで服用

はより高い濃度の汚染

カワさん 東京電力

監視していくとしてい

水道水の

制限の

懸念を示していたね。 海水中の放射性物質に む人たちや近隣諸国は

原発事故 放射能基 ゲンくん ヨウ素剤 **〈番外編③**〉 準 くしても甲状腺がんの また四十歳以上は被ば ため、四十歳未満が対 発症率は高くならない

るみたいだね。 が配布された地域もあ カワさん 原子力災 象です。同本部は二十 示を受けてから医療関 日、服用は本部の指

害対策現地本部は三月

係者の立ち会いのもと

して調査を強化してい

ウ素剤投与の指示」を県 避難時における安定ヨ (半径二十km) からの 十六日より「避難区域 その後も、服用が指示 いよう指示しました。 個人の判断で服用しな で服用するものであり、 ます。

故後の放射性物 される事態は起こって 質 中 度の放射能汚染水の流 水から検出される放射 子力発電所の周辺の海 る傾向にありますが、 出を止めてからは下が 性物質の濃度は、高濃 東京電力福島第一

2号機の取水口付近で 三百倍)が検出されまし クレル(国の基準の五千 た。引き続き注意深く 素一

に
当

た
り

二

百

十

ベ は十七日、放射性ヨウ のがわか 村の検出 十九日現在、 ま 激に下がっ 月末より急 てきている ま。 四

部の町ではすぐ服用し 宛に発出しました。一 知事および十二市町村

ゲンくん 漁業を営

いません。

を防ぐため、やむなく 水が海水に流出するの 故で水道水も汚染され ゲンくん 今回の事 県内を含めてありませ されている地域は福島

することが重要です。

ました。その後、海水 約一万 シ を海に放出し 四日から十四日の十日 点を新たに六か所増や モニタリングの調査地 間、比較的低濃度の水 たね。 道水中に通常の値を超 カワさん 各地の水

ゲンくん一今、少

える量の放射性ヨウ素 でも三月二十二日、金 131が検出され、東京都 ずつ通常の状態に戻り かってきたよ。 つつあるところだとわ (原産協会・情報・コミュ

町浄水場で採取された 水道水から一 kg あたり ニケーション部

グラフは 果ですが、三 されました。 島県の飯 二百十ベク レルが検出 舘 福

月 0 [厚生労働省HPより] → 飯館簡易水道事業 田尻浄水場

出 摂 水道水中の放射性物質(放射性ヨウ素131)の検出 140 120 ヨウ素131(Bq/kg) 100 80 60 40 20 \triangle (4月) 採取日

日 本の放射線 I 福島第

· 放射能基 原発事故

す。学校などで行わ 事故による子どもた 紹介します。 れている放射線対策 が話題になっていま ちへの放射線の影響 についてカワさんが 福島第一発電所の

省は十九日、福島県教 定的考え方を発表しま の利用判断における暫 内の学校の校舎・校庭等 育委員会等に対し、県

能の影響を気にしてい いる家庭では環境放射 ゲンくん 子どもの はないとしています。 年間で二十 『 S以上の 放射線を浴びるべきで 参考に検討を行い、 会 (ICRP) の指標を 解除されます。

さらに子どもが一日八

休校中である計画的

ゲンくん 子どもた

カワさん 文部科学 た。この目安を上回る

や公園

国際放射線防護委員 放射線が検出された場 台は、校庭や屋外での 子どもたちへの影響 校 庭

除されています。

郡山市の一部の学校

安を下回れば、制限は が終わるまで毎週行い、 射線量の測定は夏休み 活動を制限します。放 同じ週で二回続けて目

> の処分や作業員の安全 ましたが、除去した土 土を取り除くことにし などで、校庭の表面の

らいいのかな。

など懸念する声もあり

時間当たり三・八マイク いとされる屋外での放 口Sを安全上問題がな いう前提で計算し、 時間を屋外で過ごすと 〈番外編④ の基準を超えており、 幼稚園、小中学校がん にある計十三の保育園 校庭などの利用制限の 福島市、郡山市、伊達市

日の再調査で制限を解 のうち四校は、二十二 対象となりました。こ イクロSの暫定基準値 その結果、五つの施設 を上回り、利用制限の が一時間当たり三・八マ

射線量の目安としまし

で遊ぶ 程度としています。 該公園の利用について 対象になりました。当 は、一日あたり一時間 ま です。靴の泥もよく落

んなことに気をつけた 園で遊ぶときには、ど 間以内に行われます。 た、再調査は概ね一週 ゲンくん 校庭や公 にはなりませんが、舞 てください。マスクは い上がったほこりの吸 たら、よくうがいをし 直接放射能を防ぐこと 文部科学省などでも、

カワさん 基本的な まりなどに触れること 入防止には効果があり ます。道路などの水た 安解消に役立ててくだ 意していますので、不 わかりやすい資料を用

な放射線は浴びないこ 当たらないことも大切 考え方としては、余分 は避けましょう。雨に ニケーション部) (原産協会・情報・コミュ 準備区域の学校を除き 難区域や緊急時避難 ちはやっぱり外で遊び たいと思うな。

カワさん 十三の

とが大事とされていま

ですが、濡れたら拭き

だし、現在の放射線量

取れば大丈夫です。た

では必要以上の心配は

いりません。

環境放射線モニタリン グ調査を行いました。 園についても二十二日、 肌の露出を減らすとよ 帽子や長袖の着用など

には手や顔を洗い、う いでしょう。遊んだ後 がいをすることも大切

きた子どもたちが「放射

ゲンくん 避難して

うにしてください。も や砂が口に入らないよ 砂場の利用は控え、土 としましょう。また、 先生や保護者も正しい いるのはかわいそう。 違ったことを言われて 線がうつる」などと間

しも口に入ってしまっ ぎることがストレスと 理解が大切だね。 カワさん 心配しす

こす場合もあります。 なって心身の不調を起

射線量は減ってきま 事故で、大気中の放

福島第一

発電所の

したが、食物や土な

ンポイント

日本の放射線 |福島第 原発事故

放射能基準 (番外編⑤)

3

す。体内への経路とし くは、 ては、放射性物質を含 ことによって起こりま 内に取り込んでしまう 放射性物質を体

部

被

ば

知られている例として

取 れる空気を吸い込むこ 込むことによる経口摂 とによる吸入摂取、皮 放射性物質が含ま

うことを防ぐことは 部が被ばくしてしま どを通して身体の内

分切です。

部被ばく」の二つがある は「外部被ばく」と「内 ゲンくん 被ばくに 経皮吸収については傷 膚を通して取り込まれ る経皮吸収があります。 がある場合を除き、

んだよね。

カワさん 内部被ば

皮膚はトリチウム(三重

た放射性物質は血液や

放射性物質は、その物

む水や食物などを飲み ウムでは皮膚を通して 内

器ごと

に特

徴

射性物質が取り込まれ います。 も汚染の除去が困難で す。体内に取り込まれ くは、外部被ばくより たらどうなるんだろう。 体内に吸収されてしま カワさん 内部被ば ゲンくん 体内に放 とになります。 射線の照射を受けるこ に分布して、全身が放 シウムなどは身体全体 リチウム、カリウム、セ 集まります。一方、ト は、ヨウ素は甲状腺に、 ストロンチウムは骨に 体内に取り込まれた

組織はそれぞれ特定の リンパ液とともに体内 種類の放射性物質を沈 を移動します。臓器や

泄などで体外に排出さ

て減っていくほか、排 質自体が原子核崩壊し

ので問題となりません。 入を防ぐことができる 放射性物質に対して侵 水や水蒸気状のトリチ 水素)以外のほとんどの 織に集まります。よく は各々特定の臓器や組 ンパ液中の放射性物質 持っており、血液やリ 着させやすい性質を

核種と体内の集積部位およびその影響

核種	集積部位	影響(発生しうる主なもの)
³H(HTO)	全身	突然変異など
¹⁴ C	全身	突然変異など
³² P	骨	白血球減少、(白血病は可能性のみ)
⁴⁰ K	全身	突然変異など
⁴⁵ Ca	骨	白血病
⁵⁹ Fe	骨髄	白血病
⁶⁰ Co	肝、脾、下部消化器	肝がん
⁶⁵ Zn	肝、骨	肝がん、骨腫瘍
⁹⁰ Sr	骨	骨腫瘍、白血病
¹³¹ I	甲状腺	甲状腺がん、甲状腺機能低下
¹³⁷ Cs	筋肉、全身	白血病、不妊
²²² Rn		
および娘核種	肺	肺がん
²²⁶ Ra	骨	骨腫瘍、白血病
²³² Th	肝、骨、肺	肝がん、骨腫瘍、肺がん、白血病
²³⁸ U	腎、骨、肺	骨腫瘍、肺がん、白血病
²³⁹ Pu	肝、骨、肺	肝がん、骨腫瘍、肺がん、白血病
²⁴¹ Am	骨	骨腫瘍、白血病

[出典]日本アイソトーブ協会:放射能取扱の基礎 3版(2001年6月)、p.224

分に減る時間を半減期 原子核崩壊によって半 れ、減っていきます。

(物理学的半減期)、生

主要な放射性核種の半減期

核種	半減期
H-3	12.33年
C-14	5730年
K-40	12.77億年
Co-60	1925.1 🖯 *
Sr-90	28.79年
Mo-99	65.94時間
Tc-99m	6.01時間
I-129	1570万年
I-131	8.02070⊟
Cs-137	30.07年
Ra-226	1600年
U-238	44.68億年
Pu-239	2.4110万年

* 1 年を365.25日とすると、約5.271年に相当する。 [出典] National Nuclear Data Center: Nuclear Wallet Card http://www.nndc.bnl.gov/wallet/

残っているわけではな しまっても、ずっと に放射性物質が入って ニケーション部 (原産協会・情報・コミュ ゲンくん 身体の中

とに半分に減っていき 射線量は一定の時間ご 実効半減期と言い、放 両者を合わせた時間を 学的半減期と言います。 半分に減る時間を生物 物学的な排出によって

日本の放射線

|福島第 原発事故 放射能基準

チェルノブイリの避難 除されてきたけど、 区域三十㎞圏内に住ん た野菜の出荷停止が解 ゲンくん 汚染され した白石久二雄博士(元 イナの共同研究に参加

うにして食べているん でいる人たちはどのよ

の手で自費出版されて

モやニンジンなどの丸 り除きます。ジャガイ

皮をむいたりした後は

水分の蒸発によって放

ゲンくん 洗ったり

い葉などの表面を取

と言われています。

射性物質の半分以上を 洗い方で表面にある放

取り除くことができる

洗う前に汚染度の

放射線医学総合研究所

学アカデミーの専門家 だろう。 冊子がウクライナ医科 された食材を調理して 食べるのかを説明した がどのようにして汚染 ブイリ汚染地域の住民 カワさん チェルノ

関連した日本とウクラ チェルノブイリ事故に から出版され、その日 本語版「チェルノブイリ 放射能と栄養」が、 ですか。 何かすることはないん ダ)で洗います。 アルカリ溶液(食品ソー カワさん カブ、ネ ゲンくん 洗う前に ニンニクについて 放射能汚染食品対策 チェルノブ

ています。

性セシウムを除去し 洗ったり、皮をむい で汚染された食物を つけたりして、放射 たり、煮たり、塩水に チェルノブイリで 放射性セシウム

質がある野菜や果物は 原性微生物などを防ぐ います。土壌からの病 量のきれいな温水で洗 と、野菜や果物類は多 ていることを紹介する います。そこに書かれ ために、表面に粘性物 **〈番外編⑥**〉 入りに取り除く必要が えられるので、特に念 挟まっていることが考 その中に放射性物質が り、さけている場合は、 面にでこぼこがあった 後に皮をむきます。表 います。果物も洗った に繰り返し温流水で洗 た後に皮をむいて、更 い形の根菜類は、洗っ れいな水に浸します。 性物質に強く汚染され どうするんですか。 また、肉や魚はよく煮 淡水魚を二~三時間き キノコやイチゴ、肉類、 たと言われた、生・乾燥 ブイリ事故で特に放射 カワさん チェルノ

でどれだけきれいにな ゲンくん 洗うこと での ることによって、約八 割の放射性セシウムを 洗効果を表にしました。 ウム90やヨウ素131も濃 できます。ストロンチ 揚げたりすることはど ます。生キノコでの除 度を下げることができ 煮汁の方に移すことが ゲンくん 焼いたり

あります。

1

IJ

ないとされています。 材中に残ってしまい、 全ての放射性物質が食 法は勧めることはでき うなんだろう。 カワさん この調理

るんだろう。

カワさん 今までの

なります。 射性物質の濃度が高く 調理用の食塩水

ですか。 下げる調理法はないん に放射性物質の濃度を ゲンくん 煮る以外 ら浸します。肉を凍結 酸の順で取り替えなが

ては、二十四時間の間、 カワさん 肉につい 処理したり、食塩水や たり、肉の塊をなるべ 酢酸の一部を取り替え

く小さく(五gまで)す 量の八七~九九%を除 ることでセシウム含有 す。時々水を取り替え 四~六%の食塩水に二 を取り除いた後に、五 うろこ、ひれ、頭、内臓 より早く溶け出させる 十~二十四時間浸しま ことができます。魚は、 れば放射性セシウムを -〜百gの塊に切断し、

キノコの形状	セシウム-137含量(
1. 採りたてのキノコ	100
2. 洗浄したキノコ (3回水を交換)	$45 \sim 50$
3. 15分煮たキノコ (煮汁を取替え)	$20 \sim 25$
4. 30分煮たキノコ (煮汁を取替え)	7~12

分になるそうです。 原産協会·政策推進部

の生材料中の濃度の半 放射性セシウムはもと 物は塩漬けにすれば、 去できます。野菜や果

日本の放射線

放射能基準

福島第

原発事故〈番外編⑦〉

は対策はないの。 をたくさん取る以外に

ゲンくん カリウム

食事の方が体

内に入ったヤ

不足するとカリウムに

オニン、バリンの必須

めたり、照射 90の排泄を早

トリプトファン、メチ カワさんリジン、

> トロンチウム シウム137、ス

防ぎます。ビタミン 乳製品、あるいは卵、 対する抵抗力を高め やセレンは放射線に 性セシウムの蓄積を 須アミノ酸は、放射 カリウムや牛乳や 魚に含まれる必

射性セシウムの暫定規 制値(一㎏当たり五百べ クレル)を超えたので、 との段階で検査して規 ゲンくん 生葉で放 が書かれているので紹 摂取量は二・五~五・〇 門家から出版されてい 介します。大人の一日 て、セシウムへの対応

リウムを含む食べ物っ

んだね。ところで、カ

て何があるの。

制すべきか、国で検討

% ですが、カリウムが

示します。

を含む食品を表にして

者たちの動物実験では、

メチオニンを十分含む

ンが不足する

環境でビタミ

放射能汚染の

豆等に含まれます。著

カワさん カリウム

しているようだけど、 似たものとしてセシウ ムを蓄積するので、セ

セシウムを出すことは 誤って体の中に入った できないの。

チェルノブイリ汚染地 医科学アカデミーの専 能と栄養』がウクライナ 域の住民を対象にした 『チェルノブイリー放射 カワさん 旧ソ連の

してセシウムを溜めた もカリウムの代わりと ともわかっています。 ゲンくん お茶の木

セシウムを除去するこ す。非常に微量だけど、 シウムを溜めないよう 取ることを薦めていま にカリウムをたくさん とされるカリウム セシウムの蓄積を防ぐ 抵抗力をもたらしたり の体内蓄積を減少させ シウム・ストロンチウム アミノ酸類は放射性セ たり、放射線に対する うです。 牛乳や乳製品 結果が出たそ なったりした 寿命が長く された動物の ゲンくん

食べなければ 卵、肉、魚を 好き嫌いなく

まれます。トリプト ズ、魚、肉、豆に多く含 メチオニンは硬質チー 魚などに含まれます。 ファンはチーズ、卵、肉、 します。リジンはチー ズ、乳酸製品、鶏卵、肉、 ね。 ミンも必要で けでなくビタ いけないんだ たんぱく質だ カワさん

食 品	カリウム含有量(mg/食品100g)
じゃがいも	568
ホウレン草	774
さやなしえんどう	873
いんげんまめ	1,100
小麦粉	$122\sim310$
さくらんぼ、すもも、かき、りんご	$200 \sim 278$
柑橘類	$155 \sim 197$
こんぶ	970
生きのこ	$310 \sim 560$

(原産協会・政策推進部)

と今回、内容の一部を 免疫活性を再生させた orchid@yahoo.co だそうです。なお前回 り、放射線に対する抵 また、少量のセレンは 訳版を入手したい方は、 リ―放射能と栄養』の邦 セレンは豆、肉製品、 抗力を高めたりします。 力が低下するそうです。 と放射線に対する抵抗 メールにてrose0878 紹介した『チェルノブイ チーズに含まれていて、 日の所要量は〇・五四 へ連絡してくださ

日

本の放射線 福島第 原発事故 放射能基準 **〈番外編®**〉

どの表面の線量率や空 測を目的とするものと、 間に漂っている埃など もう一つは空間や対象 による空間線量率の計 あります。一つは土な

定器

は

正し

で平均

を出す

学省が新聞

などに公表

している線

園児なら地上五十 ㎝ なることもあり注意 を測ると十倍以上に 高で測ります。地面 一用の測定器を使って、 ゲンくん 放射線は もので、ベータ線が入 メータなどが該当しま 射出来るような雲母の 汚染チェックのための 膜の窓のあるサーベイ 物に放射能があるかの 形のセンサーを持つ電

るなど、身長差を考慮

以上になる 量率の十倍

注意が必要 こともあり、 合は地上五十m高で測

稚園児を対象とする場

が必要です。

測定器があるの。 るの。

は目的別に二タイプが カワさん 測定器に

定器を使って、大人

放射線は専用の測

〜学童の場合は地上

サーベイメータや円筒 M管式サーベイメータ のセンサーの付いたG /シンチレーション式

す。 測る測定器には何があ ゲンくん 線量率を α線とγ線が測定でき があります。最近は、 離箱式サーベイメータ

放射線の強さを測るそ

Jなんだけど、 どんな

カワさん 汚染を検 量計なども出てきまし るシリコン半導体の線 出するには、

量率を測るには、棒状 ます。また、空間の線 サーベイメータがあり 管式サーベイメータや のセンサーの付いたガ 積の円錐/四角錘など シンチレーション式 イガーミュラー(GM) 、広い底面

〜学童を対象とする場 として、一般人の大人 測定を行う機器では、 体幹部の中心部の位置

て測るの。 ゲンくん どうやっ

明します。空間の線量 間線量率の測り方を説 間の線量率なので、空 している放射線量は空 カワさん 国が公表 ません。し かし、この にしかなり

放射線の影 地面からの 測定器を土 いて測ると、 の表面に置

い使い

で、文部科 響をたくさ ん受けるの

微量の放射能の測定ができる

になります。例えば、 表面汚染の測定

東京都で空間線量率〇・ 普通省かれていますが、 と思います。また、 気をつけてもらいたい こともあるので、特に ニックになってしまう

出してください。一般 何回か測定して平均を 定は一回だけでなく、 があります。また、測 に入れて測定する必要

に、地上五十四高での

すが、一〇%高くらい 率より地面からの放射 線の影響をより受けま は、地面にその測定器 ロシーベルト)の場所で (一時間当たりのマイク O五~O・O七 us/h るので、あわせてよく 定時間も決められてい 定器によって必要な測

と「O· - u を置いて測る S」くらいに 確認をしてください。 数)で表示されている測 cpm (一分間あたりの計 ゲンくんところで、

をして、自分 器を使うと、 も周りもパ 地面での測定 てきたんだね。 という話も出 な場所だ! 値よりも二十 は新聞の発表 それで、「ここ 倍も高い危険 表示されます 般人が測定 カワさん ゲンくん す。 十cpで一ルSとなりま 多いとされているセシ の分布が異なるので換 る放射線のエネルギー 射性物質ごとに放出す にシーベルトに直すの。 定器の場合はどのよう ウム137の場合は、百二 ちなみに今回放出量が いのですが、百mで一 算率が変わるので難し 換しようとすると、放 な評価をしてください。 usvとみなして大雑把 カワさん 正確に変

(原産協会・政策推進部)

と「タバコ」のリス 足」の場合とほぼ同程 びた場合は、 百 ダ Sの放射線を浴 クは超えません。 の放射線を浴びない のは「タバコ」と「成 度で、「肥満」の場合 クは低くなります。 よりガンになるリス 入期の食事・肥満」が 番で、干がい以上 「運動不

ワンポイント

いたよ。 ると母さんが心配して 浴びると将来ガンにな ゲンくん 放射線を

割合はどのくらいなの。

ゲンくん 放射線の

ガンになりやすい

期の食事・肥満」で全体 立がん研究センターの 目に見えないから、特 番は「タバコ」と「成人 析結果が出ていて、一 ホームページには、ガ に心配になるよね。国 になる原因因子の分 カワさん 放射線は ので、放射線を多く浴 普通の状態での割合な 放射線・紫外線の二%は じ割合です。しかし、 アスベストの二%と同 ます。これは環境汚染・ 外線で二%となってい カワさん 放射線・紫

じで、ガンになるリス

一五~一・一

以上お酒を飲む人と同

クが一・六倍になります。

これより高いリスクは

〜五百 ダ Svの

九倍で、二百

放射線を浴びた場合と

放射線を浴びた場合で

今後の研究に期待しま

千~二千 『 Sの放射線

こを吸う人は毎日三合 の結果によると、たば

のそれぞれ三〇%で、

びると割合は変わって

倍です。五百~千 『 Sv を浴びた場合で、一・八

本の放射線 福島第 原発事故 放射能基準 (番外編9)

ゲンくん 放射線

び

た場合

の放射線を浴

日

%の割合になっていま 次が運動不足などで五 を占めています。その このふたつで半分以上 ンになるリスクの度合 研究センターでは、ガ になる研究はあるの。 いを生活習慣と放射線 カワさん 国立がん

の線量で対比した結果 多くなった場合にガン 酒を飲む人と 満の場合は 同じです。肥 一・二三倍で、 日二合以上お 一・四倍で、毎

飲酒や喫煙に放射線 の発がんリスク を公表しています。そ Svの放射線を 二百~五百 浴びた場合の ・一九倍よ

います。 り高くなって 少し

の場合は一・ が、運動不足 幅があります

放射能と生活習慣によってガンになるリスク

要 因	ガンになるリスク
1,000~2,000ミリシーベルトを浴びた場合	1. 8倍
<u>喫煙者</u> 毎日3合以上飲酒	1. 6倍
500~1,000ミリシーベルを浴びた場合 毎日2合以上飲酒	1. 4倍
やせすぎ	1. 29倍
肥満	1. 22倍
200~500ミリシーベルトを浴びた場合	1. 19倍
運動不足	1. 15~1. 19倍
塩分の取りすぎ(高塩分食品)	1. 11~1. 15倍
100~200ミリシーベルトを浴びた場合	1. 08倍
野菜不足	1. 06倍
受動喫煙	1. 02~1. 03倍

(国立がん研究センター調べ)

ります。 百 『 S未満の ほぼ同じか若干低くな はガンが増加するデー タは検出できないので、 しょう。 (原産協会・政策推進部)

21

フンポイント

日 本の放射線 ı 福島第 原発事故 放射能基

〈番外編

壊します。

撃または活性酸素を 放射線は直接の打 になるの。

細胞の自殺を行いま 胞を壊します。壊さ 作ることによって細 ガン細胞になります。 部の細胞は 修復や 壊を説明します。放射 線を一言で言うと、原 ネルギーが小さいと水 きいエネルギーが細胞 子核から飛び出してく てしまいます。また、エ に当たると細胞を壊し るエネルギーですが、大 ンになる原因の細胞破

すが、

れた細胞は、

カワさん まず、ガ

放射線を浴びるとガン めてガンを治療する 線により免疫力を高 ことも考えられてい ゲンくん どうして 方、低線量の放射 ツ・運動だけでなく放射 きているので、スポー を分解して活性酸素を 作ります。人の体は体 重の約七〇%が水でで でしょう。

線でも活性酸素が作ら 活性酸素が細胞を 10 これが細胞のガン化で るケースがあります。 なり無限に増殖を始め 機能が変化した細胞に

▶治癒

上昇によっても活性酸 ⑫」参照) なお、このほ 利用されている放射線 紙三月三十一日付「広く かストレスや炎症・体温 (詳しくは本 トーシスと言われる細 れます。一つはアポ 胞は二つの対応がとら た細胞はどうなるの。 ゲンくん カワさん ガン化細 ガン化

殺す自然 体 には が 免 h 疫 細 細 胞 胞 を ŧ

不完全な修復となり、 れ方が大きい場合には、 通りに直りますが、壊 度が少ないときには元 れても元通りに直るん 素は作られます。 ゲンくん カワさん 細胞が壊 損傷の程 たけど。 う一つはアポトーシス る細胞もあるって聞い 胞は排除されます。も は、ガン細胞をやつつけ として生きます。 胞の自殺で、ガン化細 しない細胞でガン細胞 ゲンくん 体の中に

放射線 [間接影響] [直接影響] 体内の水分 の電離作用】 活性酸素生成 細胞損傷 放射線重 00mS 細胞修復可能 細胞修復 No ガン細胞化 細胞の ガン細胞排除 低線量放射線 自殺 効果無 免疫作用 の活性化 造伝影響 ◆----ガン

る自然免疫として働く ルキラー細胞(生まれつ られています。ナチュラ を殺す免疫機能が備え =NK細胞)に代表され 害性細胞 [killer cell] き [natural] の細胞傷 は生き残ったガン細胞 細胞です。細胞傷害性 カワさん 私たちに 放射線の働きに注目し 疫力を高める方法の一 ころで、自然治癒力・免 医療センターでは自然 つとして、岡山大学三朝 抑えられています。 により、ガンの発症は 然免疫やアポトーシス T細胞も仲間です。 ています。岡山県三 自 です。まだ、適度な刺 その効用が証明される 階ですが、研究が進み 激による活性化の可能 ことになると思います。 とガン治療も進化する 性が指摘されている段 温泉などのラドン療法 (原産協会•政策推進部

ンポイン

日 本の放射線・ 福島第 原発事故〈番外編⑴ 放射能基

準



ゲンくん 低線量被

勧告を行う民間の国際 =放射線防護に関する ばくではどんな影響が 線量被ばくと言ってい での被ばくのことを低 学術組織)では百パシー て、将来がんで亡くなる ベルト(S)以下の線量 人が増えると仮定して 国際放射線防護委員会 カワさん ICRP

%のがん増加

られているのが、

ンで死亡すると考え 三千三百人が将来ガ

十 ッ゚ Sの被ばくをし た場合、受動喫煙や

原爆のデータから、千 いの人が増えるの。 カワさん 広島・長崎 ゲンくん どのくら Svの被ばくをすると三

低く保つことが必要

と言っています。

は合理的に達成でき れません。ICRP

死亡するのが、二十 ダ

てどんなことを注意し

上で合理的に達成」とは

ゲンくん「経済的・

どういうことなの。 カワさん 被ばく線

出るガンマ線は衣服な

協会・政策推進部

ているの。

る限り被ばく線量を

五%程度増えることがわ 比べて、ガンになる人が 達は被ばくのない人達に デ SVの被ばくをした人 かっているので、ガンに

ると〇・一%増えること ばくをすると〇・五%、 二十 『 SVの被ばくをす

考えると、もともと

人口一万人の町で

なる人が、百 『 Svの被

『」Svの被ばくでは ばくによるガンの増加は、

千三百人が将来ガンで 人の町で考えると、日本 になります。人口一万 亡するので、もともと三 人の三分の一がガンで死 ンの増加より小さいと考 えてもよいでしょう。 受動喫煙などによるガ は低線量被ばくに対し ゲンくん ICRP 社会的要因を考慮した

ガンの増加(六十六人 野菜摂取不足による

以上)より小さく、十

人ほど増えるかもし

国立がん研究センターに 増えるかもしれません。 千三百十人と十人ほど 出てくる放射性物質は ほとんどないと言えるほ カワさん 原発から

いのですが、他のデメ 量は低いことが望まし

ズボンをはいたりして

いので、長袖を着たり長 どでは止める効果がな

不足によるガンの増加 よれば、 (一・〇二~一・〇六倍) 被ばくによるガンの増加 は、受動喫煙や野菜摂取 百 fi SV以下の

の影響を子供は大人の 合は三十『SV以下の被 より小さいとされていま しているので、子供の場 三倍受けやすいと仮定 す。 ICRPは、 放射線 みなせると思います。こ 通の一 『Sのレベルに環 暮らしながら、徐々に普 質の漏れが止まり、放射 十『SVを越えない範囲で の状況では、年間一~1 能が残っている状態)と 存被ばく状況(放射性物

れているからです。 することが最適と考えら ると勧告しています。こ 境を戻すことが適切であ に達成できるだけ低減 があるのは、被ばく線量 を、経済的・社会的要因 こで一~二十 『Sと幅 を考慮した上で合理的 度が測定されなければ 異なりますが、四月 も該当する事例と思 の心配はもうほとんど います。少し観点が の場所に残ったこと なく、大気中の放射能濃 頃と違い原発での爆発 良いのか検討してそ 空気中に放射能は無い

しょう。また、地表から クをする必要はないで と考えられるので、マス 良いと思います。 うことによる被ばくリ はありません。夏は暑 肌の露出を避ける必要 スク評価がなされると 専門家による、粉塵を吸 のほうが心配ですので、 さに負けてしまうこと

ICRPが言っている現 どわずかになったので、

また、計画的避難区 レスを感じるなど)。 域の老人が住みなれ 思います(必要以上 いうケースがあると リットが高くなると た家を離れ、見知ら に神経質になりスト

ぬ所で暮らすことが

From the in the Table Street S		
枠(バンド) (予想実効線量mSv) (急性又は年線量)		
20-100	放射線事故など非常時に設定する 参考レベル(予想又は残余線量)	
1-20	・計画被ばく状況(普通の状態)での職業 被ばく拘束値 ・家屋内でのラドンに対する参考レベル ・事故後の現存被ばく状況で、公衆の 被ばくに設定する参考レベル	
1以下	計画被ばく状況(普通の状態)での公衆 被ばくに設定する拘束値	

暫定規制値(五百Bg

誤って食べた場合は、 けるが、普段の食べ物 約一μSの線量を受 の牛肉百五十gを (ベクレル) kg

規

制

では

な

暫定規制値等は放射 を始める目安です。 値でなく、行政が対策 危険の境界を示す数 定したもので、安全と 線防護の観点から設

ゲンくん

牛肉から

べるのが恐いね。 ウムが出たよ。牛肉を食 kg)を超える放射性セシ 暫定規制值(五百Bq) カワさん そんなこ

難区域の設定にしている

から行われた大気圏内

島原発の事故は収束し 千差万別です。まだ、福 も個人の受け止め方は

りませんが、一九四九年 す。一年間の合計ではあ ることを許容していま

はラドンが呼吸により体 ウレン草などからカリウ ています。食べ物ではホ 放射性物質を取り入れ は常に食べ物や空気から とはありません。生き物 ム40が、また空気中から 危

から受ける線量に比

べてはるかに小さい。

の線量を受けている(内 ロシーベルト)/年、呼吸 で二百九十μs(マイク の中に入ります。食べ物 で千二百六十ルSV/年 りますが、やはり食べ物 の線量を受けることにな 食べた場合は、八・五μѕ の牛肉百五十gを誤って に小さいことがわかりま ける線量に比べてはるか す。また、新聞報道され が、普段の食べ物から受 た四千三百五十Bg/kg みる二十『Sとかー『 意味か教えて。 Svについてもどういう

日本の放射線 福島第一原発事故〈番外編⑫〉 · 放射能基

さいことがわかります

から受ける線量より小

ます。普通の状態で、世

物質が降ったときが日本

にもあったんだね。

にはたくさんの放射性

牛肉百五十gを誤って食 を受けることになります (〇・九七五 us)の線量 べた場合は、約一ルSv ています。五百Bノ㎏の 質を持っているといわれ で約七千Bの放射性物 になり、体重六十㎏の人 部被ばくしている)こと 規制値を超えた牛肉が 安なのです。たとえ暫定 行政が対策を始める目 もらえると思いますし、 することがないことを意 ではないことをわかって 危険の境界を示す数値 味する量なので、安全と 値とは毎日食べても心配 政府が決めた暫定規制

> 自然放射線(世界の平均) 単位(μSv) 呼吸(主にラドン) 1,260 食物 290 480 大地 宇宙 390 2,420 (合計)

わかってもらえると思い まっても問題ないことも 出回り、誤って食べてし ゲンくん テレビで (, は きる)レベルの被ばく線 ることはできる(我慢で 年間二十『SVは、放射線 ることはできないが耐え 放射線防護委員会) が設 限度で、ICRP(国際 量になります。また、一 定した、進んで受け容れ を浴びて働く人の線量

内部線量 外部線量 界平均では年間二・四ッ

ますので(日本は一・四

りやすい人となりにく

カワさん ガンにな

い人という個人差があ

量を自然界から受けてい Sv (二千四百 μsv) の線

に一 『 Sの線量を受け

るように、二十『Sv、

Svという値について

ジ Sソ/年)、その上に更

ンを取り入れた分を除い 限度で、呼吸によりラド 『 Sは一般の人の線量 た自然放射線による年 と思います。 ことをわかってもらえる 線防護の観点から設定 ッ SvもICRPが放射 長寿国になりました。 うです。それでも日本は から三・二ッの、鼻から の境界を示す数値でない で一・Oju Sy)になるそ 核実験のときに降り注い ○・二 ッ S、外部被ばく だ線量は四・四ッS(口 したもので、安全と危険 は妥当ではないでしょ 十 ダ Sv/年-うか。 (原産協会・政策推 復旧するという考え方 ワンポイント番外編印 する参考レベル(一~一 で、公衆の被ばくに設定 射能が残っている状態 物質の漏れが止まり、放 現存被ばく状況(放射性 ていませんが、事故後の 参照)から数年かけて年 一 ジ Svの線量限度に -原子力

ゲンくん 六十年

カワさん 計画的

間の被ばく線量になり

日

本の放射線 **| 一福島第一原発事故〈番外編⑶〉** 放射能基準

'શું

カワさん 人はホウ

40も四千BP(ベクレ 排出されています。 射性物質のカリウム 必要なものですが、放 機能を維持するのに カリウムはからだの 物質を持っています。 として六十・八四/日 体内にあり、尿 (間自身が放射性 あるカリウム40を取っ ら自然の放射性物質で レン草などの食べ物か

誰でも放射性物質を 人間って ちカリウム40は四千Bq 験の影響で二十~六十 かですが、大気圏内核実 です。セシウム13もわず と言われていて、そのう 射性物質を持っている 中にあります。体重六十 ているし、炭素14も体の kgの人で約七千Bqの放

物質は

存在する

とカリウム40は違うも

ことがわかっています。 能強度が三十・四Bgある リウムー gあると放射 〇一%含まれていて、カ 質のカリウム40は天然 のカリウムの中に約〇・ カワさん 放射性物 質の燃えカスなどの老

〜二・五 g/日の摂取が ます。成人でだいたい一 泄を促す働きをしてい 廃物の腎臓における排

十 五 Bg

/ 4のカリウム

歳の女の子の尿からセ

尿がたまる膀胱での等

異なるので、それぞれを

40が含まれています。八

ているので、尿には四

日の尿を出すと言われ

推奨されています。

人間の体内にも放射

間放射性廃棄物」って言 るのなら、カワさんは 放射性物質を持ってい われちゃうね。 「生ごみ」でなくて、「人 ゲンくん 体の中に カワさん失礼な。と れるカリウムは同じ量 カリウムはどのくらい われてます。毎日摂取さ kgの人で百二十 gと言 八の体の中にあるの。 ゲンくん いったい カワさん 体重六十

持っているってホント

ゲンくん カリウム

ゲンくん

下げるとか、神経伝達・ だの機能を維持するの るとか、尿酸やたんぱく 筋肉の収縮などを助け に必要なもので、血圧を ころで、カリウムはから と考えることができま す。成人は約一・五し も六十・八B排出される ので、二g摂取している と考えることができる 場合、放射性カリウム40 が尿として排出される

男性 女性 目安量 目安量 (g/日) (g/日) 1~2(歳) 0.9 0.8 3~5(歳) 1 1 6~7(歳) 1.3 1.2 8~9(歳) 1.5 1.4 1.9 1.7 10~11(歳) 12~14(歳) 2.3 2.1 15~17(歳 2.7 2.5 2 18~29(歳) 2.5 2 30~49(歳) 2.5 2 70以上(歳) ・カリウム摂取目安量は体の恒常性維持に

適正と考えられる量と現在の日本人の 摂取量から考慮した値 出典:日本人の食事摂取基準(2010年版

体重60kgの日本人の体内に存在する放射性物質 放射性物質 放射能の強さ 4,000 ベクレル カリウム 40 2,500 ベクレル

炭素 14 ルビジウム 87 500 ベクレル 鉛 210・ポロニウム210 20 ベクレル セシウム 137 トリチウム 20- 60 ベクレル 50 ベクレル

すると四十二・六B/Q の排尿量を一ℓ/日と ・四gですから、子供

と小さいことがわかり

ウム40の十分の一程度

ウム13の影響度はカリ

Sv/日となるので、セシ の等価線量は〇・五四ム

ℓ検出されたことが報 シウム13が一・一三Bg/ のカリウム摂取目安は ています。八歳の女の子 カリウム40も排出され 道されましたが、同時に

のカリウム40が排出さ リウム40とセシウム134 れることになります。カ 人体への影響度が

(原産協会•政策推進

の等価線量は六・六ムい してみます。カリウム40 価線量に換算して比較

(マイクロシーベルト)

、日となり、セシウム134

ワンポイント

3

日本の放射線 福島第一原発事故〈番外編⑷〉 ・放射能基準

対策が大変だね。でも紫

められる実験結果さ 細胞の増殖低下が認 放射線が無くなると ないようです。一方、 地域に住んでいても えあります ガンが増えることは ので、多少線量が高い 環境に順応している へは放射線のある

紫外線は活性酸素も作 るので人類にとっては 外線はビタミンDを作 なるのです。 道付近の人は肌が黒く 素を増やすので、特に赤 カットするメラニン色 ないように紫外線を るので、人はガンになら 必要なものです。一方、

り波長の短い電波であ もいけないんだね。 多すぎても少なすぎて ゲンくん 紫外線も カワさん 紫外線よ ても、ガンが増えること

線が強くなるので、特に 終わってホッとしてい カワさん 夏は紫外 暑い夏が る放射線も、同様に多す

る人も多いね。

ゲンくん

多いことには順応性が けませんが、少しぐらい ぎても少なすぎてもい

ベルが二~五mSv(デ でいます。一九七九~一 があり、約七万人が住ん シーベルト) / 年の地域 江県には自然放射線レ あります。中国広東省陽 1 界にある強さの放射線 果の概要をグラフに示 /年) を受けている

します。遮蔽なしが自然 す。飼育八日目までの結 しているので紹介しま ムシを培養する実験を プラネル氏らがゾウリ 放射線がなくなった場 合について、フランスの はなさそうです。一方、 (一・七五mGy (デグレ の放射線の少ない状態 厚い鉄板で覆って自然 環境科学研究室」では、 追試しました。「遺伝子 いので、大阪府立大学が (ガンマ線量―五十分 一)を作り出し、その 一、中性子線量—四分 ています。

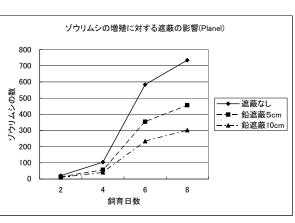
氏の実験の続報が出な 低下することを確認し 合にも細胞の増殖率が する実験も行い、この場 細胞を同じ環境で培養 ています。またマウスの 低下することを報告し 月間培養すると、増殖が 中でゾウリムシを二か しかし、自然 射線が存在する環境で 界にある放射線(ガンマ は常に極低レベルの放 られなくなりました。 養細胞も増殖低下は見 ウリムシもマウスの培 線)の強さに戻すと、ゾ このことから、「生物

います。 順応しているのだと思 重要な役割を果たして 生きており、その放射線 は放射線のある環境に いるのかも知れない」と 結論付けています。生命 は生命維持に何らかの

思議な現象にも踏み込 の)放射線がもたらす不 極めて弱い(低いレベル より広くわかることが われて、放射線の働きが んだ研究がたくさん行 自然界にある強さの

命維持のため必要 定レベルの放射線は

われる地域に住んでい よる死亡率に有意な差 ベル) と比べてもガンに が行われましたが、隣の で、多少線量が高いとい は見られなかったそう 九九八年にかけて調査 恩平県(普通の放射線レ リムシの数になってい 場合のほぼ二倍のゾウ 氏以外にも放射線が無 ることがわかります。 状態ですが、遮蔽がある い状態の実験をした例 ゲンくん プラネル



(注) 遮蔽なしの線量は1.75mGy/年であり、10cm鉛を施すことにより

(原産協会・政策推進部)

望まれます。

カワさん プラネル

日本の放射線 福島第一

原発事故 放射能基準

ゲンくん 新米がセ

ることを心配している シウムで汚染されてい 人が多いね。 カワさん農水省は、

類の外皮(もみ)に

セシウム137等は穀

多く、また玄米の胚芽

に集まるので、精米す

県、山形県、新潟県、長 制限となります。 値を超えた場合は出荷 山梨県、静岡県で行うこ 野県、埼玉県、東京都、 群馬県、神奈川県、宮城 福島県、茨城県、栃木県、 米の放射性物質調査を とにしました。暫定規制

> は穀類の外皮(もみ)に その中で、セシウム13等 報告書をまとめていて、 の調理・加工による放射 多く、また玄米の胚芽に 性核種の除去率」という 金管理センターは「食品 原子力環境整備促進・資 カワさん 財団法人 (番外編(5) 少するそうです。キハダ 水洗や煮沸によって減 性物質は、調理における です。また、魚肉の放射 大幅に低減できるそう まるので、臓物を除くと ムは五〇%除去されま 物質は概して内臓に集 す。魚の場合は、放射性 理(あくぬき)でセシウ 酢による洗浄と煮沸処 ます。グリーンピースは

> > ます。専門機関

セシウムを調べ

分程度、価格が百万円前 のでは、測定時間が十五

ネルギー分析で

ンマ線によるエ

われています。市販のも く維持管理が容易と言

カワさん

ガ

セシウムは大幅低減 米や製粉により

粉にするとセシウムは れます。 品ではどうなの。 ム137は六五%が除去さ 集まっているとしてい ます。精米するとセシウ 二〇~五〇%除去され ゲンくん ほかの食 カワさん 小麦は製 %除去されます。カワマ マグロの魚肉を水洗い シウムは五〇%除去さ するとセシウムは五〇 はセシウムは一~四% 移り、精製したバターへ にセシウムの八〇%が れます。牛乳から脱脂乳 スも煮沸調理するとセ

しか残らないそうです。

ますが、

計数効率(崩壊 定の精度は劣り のエネルギー測 すると、放射線

用いると用いない場合

このタイプは遮蔽体を けるタイプもあります。

限値がなります。バック の半分の数値に検出下

グラウンドと言われて

体検出器と比較 ルマニウム半導

半導体検出器のほか

ション検出器もあり

ゲンくん 収穫した

すことはできないの。 後ではセシウムを減ら に、M(H)シンチレー

除去に有効です。検出

器には、ゲルマニウム

あくぬきもセシウム ます。水洗い、酢洗い、 するとセシウムが一

五%が、小麦では製粉 るとセシウム13は六

0~五0%除去され

調理・	食 品		放射性核種の除去率	実験条件
加工法	原材料	製品	(パーセント)	
精米	玄米	白米	セシウム (65)	放射性降下物(セシウム)
製粉	穀物	小麦粉	セシウム (20~50)	放射性降下物(セシウム)
酢洗いと	グリーン	調理済みグ	セシウム(50)	放射性核種の土壌か
煮沸処理	ピース	リーンピース		らの経根吸収実験
水洗い	マグロ	十分に洗った	セシウム(50)	体内汚染
	魚肉	マグロ魚肉		
煮沸処理	カワマス	煮魚	セシウム(50)	放射性降下物(セシウム)
		(カワマス)		
油脂分離	牛乳	バター	セシウム (96~99)	放射性降下物(セシウム)
出典:(財)原子力環境整備センター「食品の調理・加工による放射性核種の除去率」				

すが、 NaI

Tl

み合わせたシステムを りますが、パソコンと組

構築しているものでは

析を行っていま

を用いてその分

す。また、少し高価にな

(11) を持つものがありま

径十二 cm ×高さ八・五 後で茶筒型の測定室(直

ム半導体検出器 ではゲルマニウ

シンチレーショ

ン検出器もあり

測定時間は十分程度で

ムはどうやって調べる 食品に含まれるセシウ ゲンくんところで、 た、検出器部分を液体窒 率(咖)に対する計数率 (m)の比)が高く、ま す。 を避けることも必要で いる自然放射線の影響

素で冷却する必要がな (原産協会・政策推進部

27

ま す。 NaI

Tl

シンチレーショ

ン検出器は、ゲ

検出器に鉛遮蔽体をか

ませんが、直径約五㎝の す。一方、測定室はあり

フンポイント

B 本 の 福 放射 島第 線 原発事故 放射能 準

〈番外編

16

の放射線影響研究所(R

データから広島と長崎

の低線量放射線では、

RF) では、

9

いる百 ダ シーベルト 量放射線といわれて たデータからは、低線 生存者がガンになっ は見られていません。 では有意なガン増加 (mS)未満の被ばく

広島・長崎の原爆 射線を浴びたらガンに はあまりないんだ。 いる。けれども、弱い放 査から明らかになって なるのか科学的データ

浴びた人はガンにな 放射線を らいいのか論争になっ らないからどう考えた 分からないってこと? ている。弱い放射線、正 /一夕がないって、それ テツにいそう、分か ゲンくん 科学 と主張する学者も多い

ゲンくん そうなん

テツにぃ

低線量

放

画で宇宙飛行士の健康

ゲンくん

すくなることは広島・ 強いほどガンになりや 線なら、浴びた放射線が るって聞いたけど、放射 緑をちょっとでも浴び たらガンになるの? テツにぃ 強い放射 確に言うと百mS未満 会(ICRP) の低線量放射線につい て、国際放射線防護委員)は念のた を示している主なデー なった人がいないこと タは、広島・長崎の原爆 射線を浴びてもガンに で被爆しながら生存し テツにぃ

長崎の原爆生存者の調

すさは放射線の強さに

た人たちのものだ。広島

RERFの清水氏らの

少なくとも百mS未満

七人とほぼ同じであり、 ンで死亡した割合七十 ない北西村落住民のガ 線)となり、被爆してい

(出典1)

離放射線の生物学的効 管理に協力)は論文「電

-日本に贈る一視 の中で、

なるメカニズムから考 放射線によってガンに がないということだし、 ことはガンになる証拠 表明している。けれど 比例する」という立場を 科学的データがない されているのを知って 調査している。 いるかな。 かれた本が次々に出版 線量放射線について書 データにもとづいて低 年以上にわたって追跡 者の健康について五十 · 最近、 RERFの ゚ゲンく

ゲンくん

えても低線量放射線な

らばガンにはならない 以

ん発生率上昇せず よ。僕にもわかるように 知らない

が

IJ

名誉教授(米国アポロ計 ズーリ大学のラッキー 米国ミ 二十人におけるガンで 死亡した割合を計算し てみると、千人当り七十 爆生存者二万八千四

教えてよ。

はガンで死亡した人の る死亡率の違いをみた で被爆した人を被爆線 さが目に付くが、そこで 割合は千人当り六十八・ mS被爆したグループ 量の大きさで7つのグ (三図)。 (七千四百三十人) の低 リソン名誉教授 クスフォード大学のア ないということなんだ。 がんの影響が生じてい この他にも、英国オッ

物理

も含めた広島・長崎の被

mS未満の一回の被ば 百二十七人)から、 氏らがまとめたデータ

(百mSx未満の被爆者

RERFのプレストン

~二〇〇〇年までに固 形ガンで死亡した一万

性」(出典2)

の中で、

、一九五〇

「放射能と理

五人だった。図には被爆

以上二百mS未満の原 で示されている。十mg ガンで死亡した割合(千 を免れた村落の住民の 人当り七十七人) が実線

六・五人(図中の▲折れ

□□□ 10mSv以上被爆生存者 ~10mSv未満の被爆 10mSv以上の累計評価 非被爆者(広島の北西 村落住民) 注) Shimizu 他 "Dose-response

analysis among atomic-bomb survivors exposed to low-level radiation" TABLE を基に 本紙で グラフを作成し、77人の実線を 追加した。

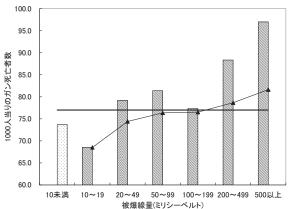
とを示す研究データは

仔在しない』と言ってい

がんリスクが生じるこ

くでは無視できない発

図 被爆生存者の全ガン死亡率



(出典1) T. D. Luckey, "Biological Effects of Ionizing Radiation: a Perspective for Japan", Journal of American Physicians and Surgeons Volume16 Number 2 Summer 2011(茂木弘道訳 『放射線を怖がるな! 』、日 新報道、2011年に訳文収録)

(出典2) Wade Allison, "Radiation and Reason: The Impact of Science on a Culture of Fear", Wade Allison Publishing 2009 (峯村利哉訳『放射能と理性:なぜ「100 ミリシーベルト」なのか』、徳間書店、2011年)

原産協会•政策推進部 関西大学・土田昭

28

日 本の放射線 I 福島第

原発事故 放射能 基準 〈番外編行



は修復されるからです とつは、損傷したDNA ンの原因になることは、 (損傷したDNAがガ テツにぃ 理由のひ

くでは損傷したDN

SV)未満の被ば シーベルト

増加は見られないと書 よく百 ジ S未満の被ば いたいと思います。 からは有意なガンの ゲンくん 新聞にも

ません。

照)。DNAの修復を考 れている放射線⑫」参 十一日付け「広く利用さ 本紙二〇一一年三月三

修復されると考えら

酸)が元通りに正しく

(デオキシリボ核

れます。健康調査を

しっかりして、長寿の

福島県になってもら なるので、ICRP (国 慮しないことは放射線 全側に評価することに の影響を少なくとも安

復効果を採用しません 際放射線防護委員会)は

でしたが、私たちにはて

俊祐氏らは、

一正常組織

市の原爆生存者の調査

1.25 1.20

数 1.10 1.10 1.15

1.00

0.95

10-

490

DNAが修復される目 安としては、だいたい百 ることを忘れてはいけ する能力が備わってい のDNAの損傷を修復 体防御システムとして ゲンくん 損傷した の正常な細胞からガン 掛かりな調査結果から、 と述べています。アリソ スは報告されていない 度の照射を受けた周り が新しく作られたケー 回当り百五十 デ S程

Svと考えればいいん 学名誉教授は、安全な放 ン・オックスフォード大

なら リーミ Sv未満の D の被ばく は修 復

ないの。 されることを示す例は 医学総合研究所の米内 場合があります。放射線 胞にも放射線が当たる 射線治療では、正常な細 だね。他にDNAが修復 テツにい ガンの放 月と述べています。とこ 書「放射能と理性」の中 射線のレベルとして、 場合は百ずS、何回か浴 理子准教授による長崎 びる場合には、百ァSv で、放射線を一回浴びる 長崎大学の三根真

次がんリスク」において の低線量域の増加と一 フランスで行われた大 り べて千 『 S未満では相 被爆していない人に比 結果を見ると、死亡率が 対リスク(普通の人の死 亡率に対する割合)が 一・〇より下まわってお (死亡する人が少な 即ち長生きしてい スク管理アドバイザー る)、結果として、平均 もたちの未来を考える 付けの、「たむらと子ど す。二〇一一年十月七日 寿命の増加が見られま 「福島県放射線健康リ (AFTC)」のコラ ろうと言われています。 発見が死亡率を下げる これは、癌検診率の向上 の平均寿命が延びるだ ます。『今後、福島県民 次のように書かれてい の山下俊一先生へ」にも のです。広島、長崎の平 に起因します。癌の早期

2000-1500· 1990 被爆線量(ミリシーベルト)

均寿命が、原爆投下後延

注) Mine 他 "Apparently beneficial effect of low to intermediate doses of A-bomb radiation on human lifespan" TABLE 1 を基に本紙でグラフを作成した。

1000-

500-

990 1490

長崎市における総死亡率の相対危険度

災いを転じて大きな福 も長生きされるといい 福島県の方々が一日で 調査がきちんとされて、 ね。苦しんだ人が苦しん になってもらいたいし、 に以上にたくさん幸せ なるといいな。 ゲンくん 健康管理

原産協会•政策推進部

県になるのかも知れま は、世界一長寿で有名な びたようにです。福島県 40)の四分の一にあた 質のカリウム40(K 時には、自然放射性物

学総合研究所(放医研)

テツにぃ

放射線医

るセシウム137

日 本の 放射 福島第 線 原発事故〈番外編®〉 放射能基準

9

いセシウムを持ってい いったい人はどのくら

大気圏内核実験の

たの。

が五百六十ベクレル Cs 137 研で測定されたCs13の の内山正史氏は、大気圏 体内の量をグラフ化(= た一九六四年から放医 内核実験が行われてい

による内部被ばくを心 度と推計されていま た。今回はその半分程 (Bg)体内にありまし セシウム と比較してみます。Cs137 図1)しています。最大 六十Bで、K40の四千Bq 九六四年の五百

が体内にあったことに と、K40の四分の一相当 数なら、K40の二倍の強 すことになるといわれ さで人体に影響を及ぼ ており、その換算を行う 長いので、同じベクレル なりました (=図2)。 ほぼK40の十分の一に 計しています は〇・〇二mwとなり、 例にとると、K40は〇・ Cs 137の年間摂取量を推 セシウム 134 九ミリシーベルト(m Cs 134 Cs 137 の合計 K40と合わせて、 Ĉs 134 උ 。福島県を

核 セシウ 実 験 時 島で 半

年十二月二十二日開催 故ではどうなったの。 Bqまで減少しました。 なります。その後約二十 テツにぃ 二〇一一 ゲンくん 今回の事 被ばくとしては、K40か 半分程度です。 大気圏内核実験の時の がらも克服してきたん ら大きい影響を受けな ゲンくん 人は内部

生審議会食品衛生分科 会放射性物質対策部会 は必要栄養素で、血圧を テツにぃ カリウム

で摂取を制限すること 泄を促す働きをするの

ルカリ金属で、筋肉に集 リウムやセシウムはア 質の燃えカスなどの老

まで付き合わなければ

が起こることはまずな

いと言われています。 (原産協会•政策推進部

なりません。しかし、カ

廃物の腎臓における排

配する人が多いけど、

は体外への排出

ゲンくん

600 600 '66 '68 70 772 '74 '76 '86 '88 500 500 ۵ ا 人知問内核实验 400 137年以前, 400 300 300 200 200 おかひ々… 5.5 µ\$\ 100 100 '66 '68 '70 '72 74 76 '86 '88 成人男子群のセシウム-137 体内量の推移

図1 0.25 0.2 摂取量 (mSv/man 0.15 □ K-40 © Cs134 + Cs137 0.1 0.05 0 東京 宮城 福島 注)厚労省の資料を基に 図2 地域別の放射性物質の年間摂取量 本紙でグラフを作成した

るとか、尿酸やたんぱく 筋肉の収縮などを助け 下げるとか、 神経伝達• と生まれた時から死ぬ はできま 。私たちは内部被ばく ますが、その筋肉にがん まりやすい性質があ

30

ムとストロンチウム

が降り注ぎました。そ して、セシウムとスト

日 本の放射線 **|福島第一原発事故〈番外編⑲**〉 ·放射能基

結果を公表(図1)して る状況を測定していて、

らも降り注いでいます が行われなくなってか います。大気圏内核実験

より日本にもセシウ 大気圏内核実験に

なったの。 テツにいいいえ、一

九四五~一九六三年に のあらゆる地域にも降

遍なく沖縄から北海道 循環しているものが満 から、おそらく地球上を

セシウムは以前か 世界中に 降ってい 5 た

ウムとストロンチウム 行われた大気圏内にお が、気象研究所ではセシ ける核実験の時から日 とが無かったので、皆が た。最近、話題になるこ 本に降り注いでいまし 忘れていたと思います ます。 り注いでいると思われ ロンチウムはあったと 界中にセシウムとスト 実は日本だけでなく世 いうことなの。 テツにぃ ゲンくんそれなら、 大気圏内

> •— 137Cs 90Sr

Koenji, Tokyo

すが、難しいと思いま ることは理解できま 食べていましたので、

ゼロベクレルを求め

ロンチウムがわずか

ですが入った白米を

めて日本で出るように ムって今回の事故で初

が日本に降り注いでい

核実験が行われてから

/ mBq m² 10

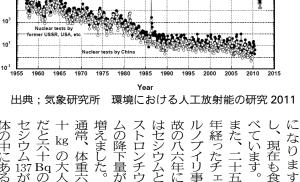
Radioactivity deposition

ゲンく

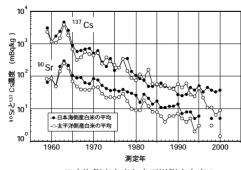
h

セシウ

すが、一九六三年には最 とストロンチウムの量 含まれていたセシウム を報告(図2)していま から行っていた白米に 佐子氏らは、一九五九年 術環境研究所の駒村美 はそうなります。農業技 白米を食べていたこと トロンチウムが入った が多少はセシウムとス 0 あったそうです。この年 kg なので、多くの日本-大で約十ベクレル 全国平均は約四Bq . ㎏ を記録した白米も



体の中にある 前でもゼロベクレルを す。 可能な願望でしかあり 良くわかりますが、残念 きなかったんだね。 求めることは、本当はで ながら、ほとんど実現不 レルを求める気持ちは テツにぃ ゼロベク ゲンくん 福島事故 に危険なのかどうか見 直す勇気も大事だと思 と判断したことも本当 経ったときに、当初危険 が、状況は常に変化して 行動はとても大事です 心配して危険を避ける います。ある程度時間が とに初めて直面すると、



日本海側産白米と太平洋側産白米の 90Srと137Cs濃度の経年推移

出典;駒村他、農環研報24『わが国の米、 図2 小麦および土壌における 90Sr と 137Cs 濃度の 長期モニタリングと変動解析』

ら、念のために管理 で、この値を超えた 基準値と考えるべき 危険値ではなく、管理

しますよ、と言う消費

(出荷停止等の対応)

日

本の放射線 福島第 原発事故 放射能 基 **〈番外編②〉** 準

ていることさ

9

射性セシウム新基準値 値より厳しくなった放 が適用されるように が認められていた百五 なったので、以前は輸入 ブルーベリーが廃棄さ -〜二百ベクレル (Bg) kgのセシウムを含む

新しい食品基準は、

れました。 うに注意していること だ。僕も被ばくしないよ ゲンくん そうなん

る改定と考えられま 者の安心をより高め

いるの。 があるよ。 テツにぃ 何をして

使われることになった から新しい食品基準が

ゲンくん 四月一日

テツにぃ

暫定規制

草を食べないようにし ゲンくん ほうれん きなポテトチップスに

くて、放射性セシウムが

ないですか。冗談はさて 注意されているのでは るようにお母さんから いるのではなくて、食べ テツにぃ 注意して 被ばくしちゃうの。だけ べてガンになったなん ど、ポテトチップスを食 トチップスを食べたら

ウム (K) 40はいろいろ 注目される前から、カリ おき、放射性セシウムが 内部被ばくしますが、体 聞いたことないね。確か に、ポテトチップスでも て聞いたことないよ。 テツにいそうだね、

新基準値 なく「管理 は 基準 危険 値で 値

ことを忘れてはいけま あります。ゲンくんの好 科学技術庁パンフレッ せん。代表的なものが旧 含有量が多いもので、干 な食品に含まれていた トに示されていますが、 昆布の二千Bg / kg が SOD(スーパー・オキ るので、心配する必要は サイド・ ディスタム 酸素で、その活性酸素は ありません。 ターゼ)酵素で除去され の中にできるのは活性 ゲンくん K40が良

も四百 Bg あります。 kg の K 40 が

ゲンくんえ~、ポテ という区別は科学的に くわかりません。自然に 性セシウムは体に悪い あるK40が良くて、放射 テツにぃ 理由は良

規制されるのはどうし はなく、どちらも原子が

いたものが食べられな

ます。但し、放射性セシ ので、人体に影響はあり ら、単純に考えると、K く影響しますが。ですか ウムはK40の約二倍強 崩壊して放射線を出す よく摂取することを妨 必要なカリウムを効率 えません。また、人体に の規制が現実的とは思 くなってしまうので、こ

40では放射 います。 げることにもなると思

の数値を一 性セシウム 規制値を考 倍に緩めた ばいいの。 新基準値はどう考えれ テツにぃ ゲンくんそれでは、 新基準

kg を超える Bq/ わかめ、ほう K 40が含ま れん草など チップス、生 たけ、ポテト 布、干ししい し、干し昆 を超える です。 ということでは、暫定規 より高める改定と考え 制値も新基準値も同じ てよいと思います。安全 下げた、消費者の安心を いう管理を始める値を 等の対応)しますよ」と のために管理(出荷停止 「この値を超えたら念

表 放射性セシウム規制とカリウム40含有量の比較			
食品群	放射性セシウム		カリウム40含有量 (ベクレル/kg)
	(ベクレル/kg)		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,
	暫定規制値	新基準値	《新基準値以上の食品例》
一般食品	500	100	干し昆布;2000、干ししいた け;700、ポテトチップス;400、 生わかめ;200、ほうれん草; 200、魚;100、肉;100
乳児用食品	_	50	_
牛乳	200 (乳製品含む)	50	牛乳;50
飲料水	200	10	_
注記)放射性ストロンチウム プルトニウムかどを含めて新其準値を設定			

まで食べて (原産協会•政策推進部)

えるべきで

は危険値ではなく管理

基準値と考えるべきで、

しょう。しか

日本の放射線 I 福島第 原発事故 放射能基準



年齢の方にとっても 考慮された基準値と 般食品」の四区分と れ以外の食品の「一 品、「牛乳」と、そ 要と考えられる「飲 し、一般食品はどの 新しい食品基 水、「乳児用 特別な配慮が必 食 準値に四月より引き下 げました。

と健康診断などの結果 値に適合している食品 けど、どうしてなの。 理基準が厳しくなった はセシウムに対して管 暫定規制 モニタリング検査の結

レル Bg

て、すべての年齢区分に

般食品の基準値を満た

すことを原則としてい

干し、するめ、干 ただし、のり、煮

原産協会•政策推進部

ける限度値のうち、最

活動ができなくなる)と

材料だけでなく、製造、 加工食品については、原

加工された状態でも一

値を適用します。

般食品の基準

食品からの線量の上限値 1ミリシーベルト/年

★飲料水の線量(約0.1ミリシーベルト)を引く

般食品に割り当てる

線量を決定

年間一mSvに基づく基 シーベルト (ms)から から、暫定規制値で許容 る安心を確保する観点 ますが、厚労省はさらな の安全は確保されてい から理解され、また、そ している年間線量五 デ ・卵・魚・その他」と区 とし、それ以外の食品を る「飲料水」、「乳児用食 分していたのを、特別な 品」、「牛乳」を独立区分 配慮が必要と考えられ とから、年間一mwとし 水」、「牛乳・乳製品」、 暫定規制値では、「飲料 い間低下傾向にあるこ セシウムの検出濃度が たそうです。それから、 「野菜類」、「穀類」、「肉 間の経過とともに長

コーデックス委員会の 現在の指標では、年間一 際規格を作成している mSvを超えないように Svとしたのはどうして。 ゲンくん 年間一m テツにぃ 食品の国 沿って、基準値を十ベク が示している基準に 世界保健機関 み、代わるものもなく、 て、全体で四区分として 飲む量が多いことから、 は、全ての人が必ず飲 います。飲料水について 般食品」にまとめ WHO と仮定し算出しました 〇%が汚染されている る(出荷停止により生産 の影響が生産者に現れ が、流通の現状を考える の際、流通する食品の五

と厳しすぎる仮定で、そ

るの。

材料の状態と食

テツにぃ

製造食品、

を行った状態)で べる状態(水戻し た食品はどう考えてい

ゲンくん

ゲンくん

新基準

般食品はどう考えた ゲンくん まとめた も厳しい (小さい) 値= 百二十BJ/kg から全年 齢の基準値を決定する

〈番外編21〉

を守れるように、「飲料 については、年間一msv 値を算出しています。こ 量と体格や代謝を考慮 年齢区分別の年間摂取 りの約〇・九msv/年を SV/年)を差し引いた残 水」の線量(約〇・一m した係数を使って限度 テツにぃ 一般 食品 乳児用食品と牛乳につ とっても考慮された基 ことでどの年齢の方に 性が高い可能性がある いては、放射線への感受 準値を下回る数値==百 / ㎏に設定しました。

る状態を考慮して基準

値を適用します。 ぞれで一般食品の基準 態(乾燥した状態)それ 態、製造、加工された状

> て飲んだり使用したり 油など原料から抽出し

テツにいお茶、こめ

態と飲用、使用する状態 する食品は、原材料の状

で食品の形態が大きく

保するため、実際に食べ べる状態での安全を確 りする食品は、実際に食 して飲んだり使用した 行い食べる食品や抽出 ます。ただし、水戻しを

る食品は、原材料の状

乾燥させ、そのまま食べ しブドウなど原材料を

飲んだりする食品につ

ゲンくん 抽出して

から、独立の区分とし、

とされる子供への配慮 「一般食品」の半分の五

教えて。 う少し具体的に テツにぃ 乾

㎏ としていま 調理され せた後、水戻しを は、食べるときの 原材料を乾燥さ 類、乾燥野菜など 海藻類、乾燥魚介 行い食べる食品 燥きのこ類、乾燥

新

基

準

Bq

kg

す。

+ Bq

な

年

齢

考

慮

実態を踏まえ、原 限度値 (ベクレル/kg) 年齢区分 性別 1歳未満 男女 460 310 320 190 210 1歳~6歳 7歳~12歳 120 150 13歳~18歳 130 160 妊婦 160

ととしています。 値を適用するこ ゲンくん も 各年齢層等ごとに、通常の食生活 を送れば、<u>年間線量の上限値を十</u> 分に下回る水準に設定 100ベクレル/kg に基準値を設定 すべての年齢区分の限度値の うち最も厳しい値(120)を 下回る数値に設定

120

適用します。 で一般食品の基準 どを原料とする油は油

値

出典;厚労省HP「食品中の放射性物質の新たな基準値」より

間、大豆は九か月間遅れ 的で、米と牛肉は半年 ることが今回の経過措 て新基準値が適用され 費者の混乱を避ける目 についても教えて。 置になります。 ゲンくん 経過措 テツにぃ 市場や消

準値を、米ぬかや菜種な

飲む状態で飲料水の基 お茶は、製造、加工後、 用対象にはなりません。 の状態では基準値の適 異なることから、原材料

フンポイン

日 本の放射線 福島第

原発事故〈番外編22〉 放射能基 準

が低下して、ガンが成長 るものでなく、自然免疫

3

が原因であると考え 性のため、ストレス が増えた現象は一過 促進を早めると推察 低線量被ばくはガン していますが、ガン による免疫力の低下 トンデル博士は、

のことだね。今中哲二・ 博士の行った疫学研究 の影響調査が行われた ウェーデン国内で事故 テツにぃ トンデル ゲンくん

放射能汚

加の原因は、放射線によ

テツにい

最初の調査

因をどう推察している

射線被ばくである」とい ルとガン発生率の増加 京大助教によると、 うのが、トンデル論文の にともなう低レベル放 に考えられるのが、汚染 れ、その原因として第一 に有意な関係が認めら による放射線汚染レベ 「チェルノブイリ事故

ブイリ事故の後、ス ゲンくん チェル えていない」そうです。 よってスウェーデンで 助教も「チェルノブイリ が『証明された』とは考 からの放射能汚染に し、トンデル博士も今中 ガンが増えていること 結論になります。しか 均で二十五年程度の時 間がかかることから、ス ウェーデンでのガンの増

いるの。 汚染が原因と主張して いのに、どうして放射能 たとは証明されていな 染が原因でガンが増え どが起こり、ガンの顕在 期)にあったガン患者の 化、病勢の急速な進行な QOL (生活の質) の悪 化やガン死の増加とし する進行期(ないし末

は、「スウェーデンでのガ ンの増加の原因はチェル ノブイリ事故による放 テツにい 今中助教 で固形ガンになるには ル博士も放射線が原因 推定しています。トンデ て統計上現れてきたと

りストレス ガン増加は被 原因 ばくよ 説 も

に対して、藤田京都府立 と説明しています。これ 明であると思っている」 射能汚染である、と考え 始まりから末期まで平 医大名誉教授は、ガンの るのが最も合理的な説 ます。 促進現象により、すでに 長い時間がかかるので、 はガンを促進させた原 かろうかと推察してい 存在したガンの病勢が 早く進行したのではな ゲンくん 藤田先生

る機会も多かったと考え のコミュニティを引き払っ て退去・疎開を強制され 制限され、多くの人は元

制限はもちろん、市販も 自らの酪農産物の摂取 期間(一九八八~一九九 年の四年間)、住人は られ、これらのストレス

藤田先生はストレスに の原因をトンデル博士 は放射能汚染だと考え、 ゲンくん ガン促 私たちの健康との関係。

たと考えています。 き、ガンの病勢を促進し が自然免疫の低下を招 山下福島県立医科大学 めにストレスをためな 月二十一日の『放射線と と後で率直に反省して 副学長も、言葉が過ぎた い工夫が考え出せます。 いますが、二〇一一年三

ころで、除 るけど。と るんだね。 と考えてい 染のほかに こした根本 す。ストレ 疫の低下だ 能汚染にな 原因は放射 スを引き起 よる自然免 そうで テツにぃ ていることを考えると 増加分が最初の四年間 ストレスをできるだけ 過性の現象と思われま 最初の四年間だけの に比べて大きく減少し 後(一九九二年)からの ルノブイリ事故の六年 ます」と言っているのは よくよしている人に来 いる人には来ません。く は、実はニコニコ笑って 講演会で「放射線の影響 ためない提案です。チェ

0.12 0.1 期間毎 0.02 1988~1991年 1992~1995年 1996~1999年 注)Tandel他 "Increased Incidence of Malgnancies in Swede Chernabyl Accident - A Pramating Effect?" TABLE 1Vを基に 1986/4/28; チェルノブイリ事故発生 る場合に の思考をす 問題解決型

図 増加相対リスク推移

は、ガン促 と報告しています。 原産協会•政策推進部

年後からの八年間には、 すし、トンデル博士も六

意な増加はなかった

ンポイン

9

て、本当にびっくりした

別して報道された例 論ずる時には、「実効 線量」が使われます。 論する際には、 不安を生じさせてい は極めて少なく、 を見ると、二つを区 て放射線防護基準を がんリスクに基づい が使われます。 これまでの新聞報道 人々に無用な誤解や 「甲状腺等価線量」 「内部被ばく」を議 力 四十倍も大きな量の被

ゲンくんつい最近、

被ばく線量は、 腺の最大被ばく線量は、 後一年間に受けた甲状 時一歳だった子が、事故 よって、避難区域内の当 で「福島第一原発事故に 新聞(五月二十八日付) 読んだよ。ぼくたち日本 S)」、と書かれた記事を ているから、これより約 msv(一年間)と言われ 八十二』,シーベルト(m 介が日常生活で受ける 、約二·一

日本の放射線 一福島第一原発事故〈番外編23〉 ・放射能基準

を読んだ多くの人は、ゲ ね。新聞記事に掲載され びっくりするでしょう ンくんと同じように カワさん その記事 る量ですから、話が全然 ちがうのです。 全身への被ばくに関わ で受ける被ばく線量は、 それに対して、日常生活

ゲンくん どういう

ける線量が、同じ単位 た線量と日常生活で受 カワさんそれは、臓

二種類あるので注意 被ばく線量の表し方は

が、今は

「損害の

大きさ」を表すものと

被ばく線量は、甲状腺と すよね。でも実際はそれ 影響が大きいとか小さ ほど単純ではないので いとか言ってしまいま ら、単純に割り算をして す。新聞に書かれていた (mSV)が使われていた 器によって放射線の影 ということです。この違 響を受ける程度が違う 算するための係数(組織 量」を「実効線量」に換 P)が、「甲状腺等価線 線防護委員会(ICR いを考慮して、国際放射 うというのです。 で、そういう場合でも なっています。基本的に たに死なないがんでも 状腺がんのようにめっ は死亡リスクですが、甲 「生活の質」が下がるの

「損害」を考慮しておこ

るようです。

ばくを受けていたなん

の影響を表しています の臓器のみへの被ばく 事だけれど)小さな一つ いう(放射線に敏感で大 もともと **(標準人)** す) を勧 といいま 告したの 加重係数

加重係数」をかけること

リスク のです のだった を表すも リスク」 亡 がんに **紅織加重係数** 組織加重係 ICRP60 (1990年 ICRP103 (2007年 生殖腺 0.08 0.2 各0. 12 各0.12 各(). 乳房 0.12 0.05

組織・臓器 ICRP23 0. 25 赤色骨髄 各0.12 0.15 0.05 甲状腺 0.04 0.03 各0.04 各0.05 項目な 食道 0.01 0.01 0.03 皮膚 0.01 0.01 項目な 各0.01 0.12 0.05

と、新聞に載っていた田 は、甲状腺等価線量にI 状腺等価線量で八十二 CRPが勧告した一組織 になりますが、実効線量 のような数値になるの。 mSは、実効線量ではど ゲンくん そうする カワさん 繰り返し 数値に書き換えること ができるのです。 (原産協会・政策推進部) X〇・〇四) msyという

量で三・二八(二八十二 腺等価線量で八十二m ます。そうすると、甲状 Sという数値は、実効線 は、〇・〇四となってい ので、他の臓器の影響は の後に足し合わせたも 器についても同じよう に対する組織加重係数 七年)によれば、甲状腺 Pの最新の勧告 (二〇〇 無視)できます。ICR 腺に溜まる性質がある が、放射性ヨウ素は甲状 のと定義されるのです 生殖腺や肺など他の臓 いますと、実効線量は、 によって換算(厳密に言 に等価線量を求めて、そ

ンポイン

日 本の 福島第 放 射 線 放 射能

原発事故 基 準 〈番外編

24

る年間の被ばく線量は、

「人の自然放射線によ

定)」が刊行(二〇一二年

十一月に一部修正)され

3

の放射線による被ば てきました。しかし、 く線量はこれまで年 ・五ミリシーベル 日本における自然 (msv)と言われ 究所が福島第 発電所事故直後の二〇 まで、放射線医学総合研 図 「放射線被ばくの早見 一年四月に作成した ゲンくん 僕はこれ を見て、 日本人は自 一原子力

H

年

間

自 然

被

ば

線

量

は

?

(主にポロニウム

は

今から約二十年前の

「一九九二年版」に載って

理由を探ってみたい 九mS増え、年二・ いることがわかりま 被ばく線量が〇・五 最近の資料を見ます mSに変更されて 食品からの内部 その変更された れているよね。どういう でも、早見図の最新版 いると思っていたんだ。 然放射線から毎年、「約 (二〇一三年五月)では、 |約二・| mslと変更さ ・五 mS」被ばくして 性物質 ら入々を照射して「内部 の放射線は体の内側か 側から人々を照射して と②の放射線は、体の外 とを知っていますか。① 210 (Po 21) など) にあるこ 被ばく」を生じます。日 「外部被ばく」を、③と④

食品中に含まれる放射 質(主にラドンなど)、④ 主に、①宇宙線、②大地 放射性物質、③気中に浮 遊する天然の放射性物 は、自然放射線の起源が カワさん ゲンくん

量の算定)」(下表参照) が公表されてきました。 生活環境放射線(国民線 子力安全研究協会編: し合わせたもので、「原 一・五 msという数値 によってその時々の数値 いれら4つの影響を足 が増えたことがわかり を比べると、特に食品中 う数値はこの新しい公 ました。二・一mSとい 表値です。新旧の公表値

理由だったのです。 ゲンくん どうして

故で食品が汚染された 食品からの影響がそん なに増えたの?原発事

いでしょうね。 因と思う人が少なくな 刊行された時期を考え の算定に関する新版が のではないの? ると、ゲンくんのように 福島事故の影響」が原 カワさん 国民線 でも本当

必要になり、詳細な調査

人々の生活状況が変化 いたものです。その後、

し、国民線量の見直しが

分析センターによって行 前の二〇〇五年に日本 が、事故の起こる六年も ①食品影響の調査 からの放射線の大部分 が、天然に存在する われていたこと、②食品 Po21」による(その年間

を直接測定」して被ばく

に含まれるPo

210の濃度

の被ばく量は〇・八m 関係がないのです。そ り、原発事故とは全く Sv)ことが知られてお 線量を計算したので、高 が新旧の被ばく線量に い検出感度が得られ した。この測定法の違い

からです。もう少し具 な「アルファ線」だった はその主な原因は、 〇〇五年の報告では、 体的に言いますと、二 Po 210 が放出する放射線 れでは何故でしょう。実 実は透過力の小さ 被ばくを高めていると 魚介類に多く含まれて でも高い値です。Poloが は年〇・八msと見直さ です。Po10からの被ばく 大きな変化を生じたの いるためで、 れましたが、これは世界 魚好き」が自然な内部 日本人の

測定して体内のPo11濃 |臓器の外から放射線 る上で基本となる量の な理解がまずなされる への放射線影響を考え つであり、内容の正確 自然放射線の情報は

ばく線量の変動が主な ます。この食品からの被 放射性物質からの線量 日本と世界の自然放射線による-人当たりの年間被ばく線量(mSv/年) 日本 日本 世界平均 0.29 0.38 0.40 0.41 1.48 日本 (2012年修正) 0.30 0.33 0.48 0.99 2.10 (2008年) 0.39 0.48 1.26 0.29 外部被ばく(宇宙線) 外部被ばく(大地放射性物質) 内部被ばく(吸入摂取)(気中放射性物質) 内部被ばく(経口摂取)(食品中放射性物質) 合計

日本:原子力安全研究協会「生活環境放射線」(1992年) 日本:原子力安全研究協会「生活環境放射線」(1992年) 日本:原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線 (国民線量の算定)」(2011年) (2012年11月一部修正:食品中放射性物質の炭素14が2011年0.0025→2012年0.01に修正で合計2.10) 世界平均:UNSCEAR2008年報告書の集団実効線量から年間実効線量を算出

れませんでした。 度を求め、被ばく線量 十分な検出感度が得ら を計算」していたため、

べきことと思います。 (原産協会•人材育成部

放射線

(国民線量の算

十二月に「新版 生活環境

が進められ、二〇一一年

日 本の放射線 福島第 原発事故〈番外編 放射能基準

3

られたラジウム(R226)

探ってみました。 ます。その理由 界平均の方が約二・ 量」は日本よりも世 放射性物質の吸入に よる年間の被ばく線 ると、「大気中の天然 ハ倍も高くなってい |00八年報告によ 国連 (UNSCEAR) 科学委員会 を

気づいたんだ。どういう 八mS)も高いことにも

ばく線量が、世界平均の 品から受ける年間の被 魚を多く食べるため、食 ロニウム21) が含まれた 編24) で、日本人は、天 然の放射性物質(主にポ **子力ワンポイント(番外**

約二•六倍(世界平均: は逆に、世界平均の方が わかったよ。その後もう の放射性物質の吸入に いたら、「大気中の天然 く線量の比較表を見て よる年間の被ばく線量」 (m S)、日本:〇·四 ・二六ミリシーベルト 度じっくり、年間被ば とラジウムは、自然界で ですから存在箇所を移 しますが、金属状の原子 は土壌や岩石中に存在

ゲンくん 前回の原 は、ウラン (U238) が放いるのです。このRn 222 الحالي: わっていく現象)して作 て次々と別の元素に変 という元素が関係して 射性壊変(放射線を出し つきましたね。実はRn22 カワさん よく気が ガスですので地中の空

の方が屋外よりも数倍

「中川のがんの時代を

(原産協会・人材育成部

例えば

列」です。なお、ウラン の一種です。この様子を から生成される希ガス 示す図が「ウラン壊変系 25 同時に体内に入ってき をすると、この親と娘が ますので、私たちが呼吸 で「娘核種」を生み出し みます。この移動の先々 の住む家の中に入り込 ます。 いずれも α線また び出し、最後には私たち 隙を通過し、大気中に飛 はβ線を出しますので 人は内部被ばくを生じ ます。 在する」からと推測され 地域が世界には多く存 が高くなる原因は、「屋 すと、世界の被ばく線量 で過ごすことを考えま %)を自宅や会社の屋内 内のラドン濃度の高い 高くなります。私たちが 一日の大部分(約八〇

→ U-234 → Th230

Po-218

(娘核種)

Ra-226

Rn-222 (親核種)

体的に説明して。 ゲンくん もっと具

Th-234

Bi-214 (娘核種)

Pa-234

Pb-214 (娘核種)

ます。注意すべき点は、

のラドン濃度は低め)な どがあります。これらの の開閉が多いほど屋内 機密性、③換気状態(窓 度は低め)と住居の高い 類(木造住宅のラドン濃 有量の多さ、②建材の種 要因には①土壌や岩石 中におけるラジウム含 屋内濃度を高める主な カワさん ラドンの

> ませんか。 す)。 ずいぶん線量の大 に日本は二・一mSで 紹介しています(ちなみ ランドは約七・五msと 約五mS、そしてフィン きさに幅があると思 でフランス、スペインは 暮らす」という記事の中

日 屋 本より数倍高い国 内 ラ ド ン 濃 が ŧ

ドンと呼ぶ習慣があり スマス (Bi 11)、ポロニ を「親核種」と呼び、そ 動することは殆どあり ます。親核種のRn22は希 種」と言い、合わせてラ ウム (Po11)」を「娘核 の元素「ポロニウム 放射線の分野では、Rn222 ません。ラドンは、自然 の後ろに出てくる四つ (Po 218)、鉛 (Pb 214)、ビ くなります。さらにラド 線量は約四十倍も大き とです。そのためR22が 肺に沈着するというこ 属状の原子で大部分が れますが、②娘核種は金 によって体外に放出さ 吸気後、大部分が、呼気 ンの濃度は、通常、屋内 寄与する被ばく線量を ①親のRn22は希ガスで 一としますと、娘核種の さんあります。 チェコ、フィンランド、 ン濃度の高い国がたく は日本よりも屋内ラド 要因が重なって欧米で

リアなどでは日本の五 る国があります。中川 本よりもかなり高くな 間の総被ばく線量」が日 年)。そのため欧州には、 ンドブック二〇〇九 度が報告されています ~十倍も高いラドン濃 ス、スペイン、オースト 大准教授は、毎日新聞 「自然放射線による年 (WHO屋内ラドンハ Bi-210 Pb-210 【ウラン壊変系列】 を一定に保ち(恒常性) いの? の機会に紹介しましょ 家もいます。詳しくは次 範囲であれば人は適応 自然放射線程度の変動 然環境がある程度変化 りません。人類には「自 多い」と聞いたことがあ 影響を及ぼすことはな 値が違うと健康に何か 射線でもこのように数 ている」と説明する専門 しても体の状態や機能 んや白血病が日本より (順応) する能力を備え カワさん欧州で「が ゲンくん 自然の放

U-238

Po-214 (娘核種)

ワンポイ

日本の放射線 福 島第 ・放射能基準 原発事故〈番外編26

3

D)_ は、 世界で初めて「地熱の リノをはっきり捉え、 起源とするニュート れていた地球内部を 止によりこれまで隠 源とする「ニュートリ 約半分が地球の内部 ンド (KamLAN ていた検出器 カムラ ()の挙動を主に調べ 原子力発電所を起 発電所の停 て教えて。

ギーの関心が高くなっ るんだって。地熱につい 熱を利用した発電があ リーンな自然エネル の事故があってから、ク 福島第一原子力発電所 たけど、そのひとつに地 ゲンくん 東京電力 たけど本当なの。

球が生まれてから地球 れています。 目に見える形で放出さ エネルギーで、例えば、 の内部に溜まっている 火山や温泉などとして カワさん 地熱は地

原子核崩壊に由来」す

にある放射性物質の

とができました。 ることを確かめるこ

したことをきっかけに

他の種類の原子核に変 電所で続いている原子 化すること。以降は核崩 核崩壊(放射線を出して では、福島第一原子力発 ます。 ると反論しました。実 と地球の年齢は古くな 五・五億年と言われてい 際、地球の年齢は約四十 度から判断すると、もっ 質学者が地層の堆積速 の年齢推定に対して、地

壊と略す)と同じことが 起こっているって聞い えたの。 トムソンは計算を間違 ゲンくんどうして、

崩 地 球内部では原子核 壊 が起こっている

ゲンくん 地球の中 測しました。しかし、こ 温度状態になるまでの 発したと考えて、現在の 球が火の玉状態から出 よる年代測定を行い、地 期間は、数千年以内と予 りです。十九世紀後半に イギリスのウィリアム トムソンが熱伝導に カワさん そのとお 考えられている年齢の が予測した年齢と、現在 ントゲンがX線を発見 違いは、地球誕生の火の 十九世紀の終わりにレ かったことにあります。 核崩壊の発熱を考えな 玉状態の熱量のほかに、 カワさん トムソン

学研究センター資料より 東北大学ニュートリノ科

壊が起きています。

三年七月、

地表での熱

ゲンくん そうする

流量四十四・二兆ワット

地表での熱流量 44.2 兆ワット 放射性物質起源の熱生成 ウラン・トリウム・他 約 21 兆ワット

になったので、トムソン られなかったのは当然 のは、ウラン (U23、U 熱源と考えられている でした。現在地球内部の が核崩壊の発熱を考え マントルと地殻で核崩 のことが知られるよう 放射性物質で、ほとんど カリウム(K40)などの 235)、トリウム (Th 23)、 して、核崩壊による発熱 学研究センターは二〇 北大学ニュートリノ科 検出したといいます。東 月までのあいだに百十 された特別な検出器が 月から二〇一二年十一 カムランドなのです。カ と、地球の熱源は、地球 者たちは、二〇〇二年三 ムランドを使って研究 ます。この地球内部から ものなんだね。 る核崩壊が合わさった が生まれたときの火の 六個の地球ニュートリ やってきたニュートリ 壊する時、放射線と一緒 地球の放射性物質は、崩 玉とその後起こってい にニュートリノを出し ノを捕らえるべく設計 かもしれないものを カワさんそうです。 の熱源の半分は自然放 リノのわずかな信号を 予測・報道発表しまし 地中の蒸気を使用する 射線によってつくられ、 ができたそうです。温泉 よりはっきり見ること 部で作られるニュート 消えたことから、地球内 ニュートリノの影響が による熱であることを の約半分にあたる約一 言う人もいるようです。 みたいなものですね、と ネルギーで動いている 地熱発電は、原子力のエ 子炉を起源とする 停止したことにより、原 全ての原子力発電所が 子力発電所事故により 十一兆ワットが核崩壊 た。その後、福島第一原

ンポイント

からは、 その後、福島第一原発事故に対応して同年四月 ついて解説したいと思います。 初心に帰り、「広く利用されている放射線」に が踏み出されたと言えます。ここではもう一度、 再建を目指して将来設計の構築に向けた第一歩 まだまだ多くの課題が残されていますが、生活 難区域の再編が完了しました。 完全な復興には 約二年半が過ぎ、今年の八月八日には原発から 外編〉」をとりあげてきました。今、事故から をシフトして「日本の放射線・放射能基準〈番 の周りにある放射線の基礎」について解説する 一十キロ圏内の警戒区域とその外側の計画的避 「原子力ワンポイント」コーナーを設けました。 原子力産業新聞では、二〇一一年一月に、「身 「緊急時の放射線影響・管理」に論点

広く利用されている放射 線 **13**

ついて紹介します。 環境保全技術などに 素酸化物を除去する 放射線(電子ビーム) を利用して燃焼排煙 となって進めてきた 中の硫黄酸化物や窒 今回は、日本が中心

燃やしたときに出る煙 当ですか? 来るって聞いたけど、本 ものに変えることが出 所などで、石炭や石油を で有害な物質を無害な タクさん 火力発電 ゆりちゃん 放射線

x)や硫黄酸化物(SO 含まれていて、大気中で x)といった有害物質が には、窒素酸化物(NO 酸 (H2SO4) に変わ

(HNO3)、 および硫

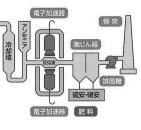
効」って聞いたことがあ 理にも「放射線は有 効果的な処理技術の開 枯死などの被害をもた 硫酸や硝酸に変化しま 九七三年頃から注目さ らします。わが国では、 が酸性雨であり、樹木の れて地上に達したもの す。これらが、雨に含ま 太陽光の作用を受けて 諸外国に先駆けて、 ことができるのです。こ 安)などの有用な肥料に 硫酸アンモニウム(硫 ニウム(硝安)、および との中和反応によって されているアンモニア ります。そして予め添加 害物質から肥料を作る 最終的には硝酸アンモ

変わります。つまり、有

無 放射線で有害物質 害化 し環境保全 を

発が進められました。す 酸化物はそれぞれ硝酸 ると、窒素酸化物や硫黄 くる電子ビームを当て の電子加速器から出て ニアを加えた後に、図中 なわち、この煙にアンモ 有効に活用され、大気汚 中国の火力発電所でも の技術は日本で開発さ 立てられたのですよ。 染の緩和にずいぶん役 れ、その後ポーランドや ゆりちゃん 下水処

> 放射線」 出典:中部原子力懇談会パ ンフレット「生活に役立つ や土壌改良剤にする 射線を当てて、肥料 リサイクル技術が、 インドやアルゼンチ



ゆりちゃん 放射

ンでは実用化してい

電子線による排煙処理法の流れ フライアッシュ

菌などで広く知られて るけど本当ですか? いるように殺菌効果が 放射線は、医療用具の滅 タクさん本当です。

あるので、下水汚泥に放 焼却施設などでの実用 どに再利用するための の焼却灰を土木原料な が期待されています。 なされ、ごみや汚染土壌 (原産協会•人材育成部

す。その一つとして 少化する技術開発が オキシンに電子ビー 発ガン性のあるダイ だたくさんありま 性があるのですか? 境改善に役立つ可能 線はそのほかにも環 ムを当てて分解・減 タクさん まだま

ンポイン

広く利用されている放射線

9

駆除に使われたりし を手助けしたり、害虫 品種を生み出すこと ダイズなどの新しい ています。ゴーヤも全 放射線は梨・稲・ か?

に利用されているのです 農業の分野ではどのよう ゆりちゃん 放射線は

国で食べられるよう 種のできることがありま 頻繁に起こり、新しい品 は、宇宙からくる放射線 す。米国のスタッドラー などの影響で突然変異が タクさん 自然界で 安全です。

になりました。

は一九二八年、植物に放

線を当てると不妊化し、 虫やさなぎに適切に放射

(原産協会・人材育成部

陰です。

改良することを「放射線 させることに成功しまし 突然変異を効率よく起こ 射線(X線)を当てて、 た。これを利用して品種

育種」と言います。自然 当て、突然変異を起こさ 用して苗木にガンマ線を 林省の放射線育種場を利 城県常陸大宮市にある農 たため、研究者たちは茨 と呼ばれる病気に弱かっ 「二十世紀」は、黒斑病

沖縄縣:八江根絕記念面

根 放 射 絶 で農 線 業 種 や害 貢 献 虫

種の具体的な例を教えて できた農作物を食べても せんので、放射線育種で 異自体には違いがありま 界と放射線による突然変 ゆりちゃん 放射線育 稲では米の品質がよく ね備えた「アキヒカリ」 いなどの多くの長所を兼 出しました。同じように、 ルド二十世紀梨」を作り せ、黒斑病に強い「ゴー 収穫量が多く、寒さに強 のエノキタケ、変わった パーなどで見かける純白 に実を結ぶ「ライデン」 という品種を作り出しま の期間が二十五日も短く べて種まきから収穫まで した。この他にもスー なり、寒くなる前に十分

記ミ 県) 絶

14)

タクさん 青梨系の

危ない」で、ニガウリ 班/最強の害虫・野菜が 者たち:起死回生の突破 介されました。オスの幼 なウリミバエの撲滅が紹 ロ/八ミリの悪魔い特命 話だけれど、NHK番組 例を教えてください。 品種改良されました。 種の他にも放射線利用の 沢山の植物がこの方法で ターフィールド」など、 したコウライ芝「ウイン ところでは冬でも青々と (ゴーヤなど)が大好き 「プロジェクトX~挑戦 タクさん ゆりちゃん 放射線育 少し古い ので、ついに害虫を根絶 全なオスと交尾する機会 生息域で繰り返し放して きなくなります。不妊化 と交尾しても受精卵がで 成虫になったときにメス も、ウリミバエ根絶のお 出荷できるようになりま することができます。こ やると、メスが野生の健 したオスの成虫を害虫の べられるようになったの から野菜や果物が島外へ 絶に成功し、これらの島 れによりウリミバエの根 できる割合が減っていく が少なくなり、受精卵が した。 ゴーヤが全国で食

大豆では、親の品種に比 を作りだしました。また

ンポイント

紹介します。 用とは何かについて れています。ここで 射線の使用が許可さ は、食品への放射線利 ために世界各国で、放 食品の殺菌などの

> ターキーを食べていた 射線を当てたスモーク 宇宙ステーションで放 宙飛行士の山崎さんが 三年前になるけれど宇 突然、「そういえば二~

抑

すが、本当のことです ね」って言い出したので

成したファクトシート

ション円卓会議にでは、

広く利用されてい る放射 線 15

照射食品」を用意してい 食の一つとして「放射線 構(JAXA)は、宇宙 るのです。放射線照射食

しています。

ゆりちゃん

3

品については、内閣府に 設置された食品委員会 全なのですか?

放射線を照射しても安

二〇〇六年九月に発足 タクさん安全です。

が、二〇一二年六月に作 制 品 や殺 照 虫 した。食のコミュニケー 殺 発 菌

宇宙では長期間保存が できないと宇宙食とし タクさん本当です。 物の発芽抑制、熟度調 概要書)の中で、「農作

県内の内之浦宇宙空間

ゆりちゃん

鹿児島

ンロケット試験機、打ち 観測所からの「イプシロ

整、食品の殺虫・殺菌な (科学的知見に基づく 世界の動きを詳細に調 X線透視 (レントゲン検 査)を受けても X線は体 査・分析して、「病院で

興奮していたら、友達が

め宇宙航空研究開発機

を食品に照射すること どを目的として放射線

に、放射線は食品の中に の中には残らないよう

組合では一九七四年の 海道の士幌町農業協同

が認められています。北 唯一、ジャガイモの照射

タクさん 国内では

ては使えません。そのた

上げ成功」のニュースに

食品を放射線照射食品 または照射食品」と定義 を食品照射、照射された 食品に ど変わらず、有害な物質 は残りません。食品の栄 養成分や品質はほとん もできません」と説明し

荷しています。その量

境期(はざかいき)に出

は、年によって異なって

ているのですか? 食品が実際に照射され ゆりちゃん どんな

るのですか? も照射される食品はあ 年間約四十万 ゾ の食品 国、地域、約四十品目で ように世界で約三十の 照射が行われています。 タクさん 表で示す ゆりちゃん 日本で

23, 000 14, 200 8,090 404,804

失われますし、芽が出た 損なわれて、おいしさも たものにはソラニンと り表皮が緑化したりし 抑制(発芽すると栄養が 照射施設を用いて発芽 春以来、専用のガンマ線 いう有害物質が増えて、 荷量約四万二千 シの一 約四千少、二〇一〇年で 約八千少、二〇〇七年は の同年のジャガイモ出 〇七年では、士幌町農協 ています。ちなみに二〇 いますが、二〇〇五年が

モを、三月から五月の端 あります)したジャガイ 食中毒をおこすことが 年に発行されダウン 産業協会から二〇〇七 射Q&Aハンドブック」 ロードも可能な「食品照 たれた方は、日本原子力 た。食品照射に興味をも (原産協会・人材育成部) をお読み下さい。 万少の約〇・一七%でし 〇%、全国の約二百四十

41

ンポイント

広く利用されている放射線

クの製造など、多方面 また、発泡プラスチッ 熱性や耐久性の向上、 定・検査、製品の耐 けしてきており、測 、ベーションを手助

放射線は産業のイ

放射線 ⑭」参照)。放射

で利用されています。 か? にも利用できるのです

線は新しい材料の開発

以前、放射線を稲や梨な ゆりちゃん 本紙で が、そこで用意したのは 体験してもらいました 理科研究会」で先生方に されています。今年八月 初旬、葛飾区で開かれた 「第六十回全国中学校 タクさんはい、利用

> と元の形に戻りました。 もう一度、お湯に漬ける ずに残り、さらにそれを を当てた方だけが切れ して引っ張ると、放射線 十~八十度のお湯に浸 一種類です。これらを六 16 ど、橋がかかったような 隣り合う高分子の一部 に放射線を照射すると、 ラスチックやゴムなど い分子でできているプ 高分子という非常に長 がつながって、ちょう 専門的になるのですが タクさん ちょっと

利 放射線の橋かけ 用 新 素材 開 反 発 応

れたのです。 憶合金のような性質を よって熱に強く、形状記 放射線を当てることに 持つ、新しい素材が生ま と呼んでいます。この反 応が起こると元の材料 構造が作られます。これ を「橋かけ (架橋) 反応 が、熱に強くなったり、

硬くなったり、新しい性 質が生まれるのです。 ゆりちゃん 橋かけ いますが、天然の生ゴム タイヤはゴムでできて

することを知りました どに照射して品種改良

CL)と呼ばれるプラス

ポリカプロラクトン(P

チック材料と、それに放

ことが起こるのです

てそのような不思議な

ゆりちゃん どうし

「広く利用されている

射線を照射したものの

か?

一三年九月十九

(架橋) 反応を利用した 生ゴムに放射線(電子 用できません。そこで、 は弱く、そのままでは使

\$\frac{\phi}{\phi}\$\frac{\phi} \$\$\$\$\$\$\$\$\$\$\$ → ○ が つながる 橋かけ 平成20年10月号

図の出典:原子力だ

製品にはどのようなも した。

製品は、規定の厚さに で作られたいろいろな か? なっているかどうか厳 タクさん 実は、工場 て利用されているので す)する大事な手段とし

ルタイヤ」があります。 ものに自動車の「ラジア

合格したものが私たち 重な検査を受け、これに (原産協会・人材育成部)

な製品ができあがりま されており、軽くて丈夫 あるいはサーフボード 風呂や自動車の内装品 です。その他、家庭用の 線)を照射して橋かけ などに使われている発 て、強度を高めているの 泡プラスチックにも、橋 かけ(架橋)反応が利用 (架橋)反応を起こさせ ゆりちゃん すごい のフィルムに溶接内部 のような薄いものも含 のような紙やフィルム はトイレットペーパー ているのです。その中に の身の回りに届けら 放射線を当てて、反対側 ありますが、その部分に まれています。また金属 の状態を写すことによ つなぎ合わせる場合が には、接続部を溶接して

利用されているのです ですね。放射線は他にも そのままの状態で検査 ます。このように放射線 いることを確認してい り、きちっと溶接されて は、製品を壊すことなく (非破壊検査と言いま

のがあるのですか?

タクさん 代表的な

フンポイント

術」について紹介しま なものとなっていま を利用する「診断技 後、多くの研究者によ の発見から百十余年 と「治療」に不可欠 らかにされ、今や医学 り放射線の特性が明 が経過しました。その 分野における「診断_ よる放射線(X線) 、。今回は先ず放射線 レントゲン博士に

医

学

分

野

に

放

射

線診

を利用する診断技術に

ですか? はどんなものがあるの

撮って胸や骨の異常を でしょう。身体の外から ちゃんはレントゲン写 フィールドです。一九七 検査するのです。このX X線をあてて写真を 真を撮ったことがある はX線診断です。ゆり つに大別できます。一つ たのが英国のハンス タクさん それは一 診断に革命をもたら るものです。核医学で 組織に取り込まれ、そこ されると、特定の臓器・ 射性薬剤は、体内に投与 剤」を投与し、病気の診 線をだす薬「放射性薬 は、体にごく微量の放射 断や治療を行います。放

広く利用されている放射線 17)

築いたのです。もう一つ 新的なX線診断の礎を T(X線コンピューター 断層撮影)と呼ばれる革 技術」を発明し、X線C 観察する「画像処理診断 は核医学診断と呼ばれ にスライスした状態で

とができるのです。がん 一つです。 医学による診断技術の 診断に人気のPET(陽 出して疾患を調べるこ れた放射線測定器で検 れを身体の外に設置さ 電子放出断層撮影)も核 ゆりちゃん PET ドウ糖に近いFDG(フ ルオロデオキシグル は、 身をPETで撮影しま -18など)を組込んだブ DG)が多く集まるとこ コース)を体内に注射 す。するとブドウ糖(F し、しばらくしてから全 放射性物質 【フッ素

診断についてもう少し 断技術 貢 献 で ろがわかり、がんを発見 ら放射線を当てるのに する手がかりとなりま

詳しく教えてくれませ 法の一つです。がん細胞 断はがんを検査する方 が、正常細胞に比べて三 タクさん PET診 体の内側から外側に向 発見でき、早期の治療に 断よりも小さながんを です。 PET診断は、 レ ントゲン検査やCT診 かって放射線を出すの 対してPETは、逆に、

しかしPETも万能で 有効と言われています。 発生するごく早期のが るなど、発見の困難な場 胞 などの消化器官粘膜に おかねばなりません。 合があることを知って 下)が散らばって存在す んや、ごく小さながん細 ゆりちゃん がん以 (数ミリメートル以

▲ 従来のがん検診による 見期を見が可能 PET検査 発見が可

义 がんの成長過程とPET診断による早期発見

外の病気にもPET診 らなる貢献が期待され ルツハイマー病、躁うつ 到来に伴い、認知症、 りました。高齢化社会の ています。 (原産協会・人材育成部)

出典:PET検査ネット 断は利用されているの ですか? タクさん 今年の九

病等の精神疾患の増加 うプレスリリースがあ います。PET診断のさ は大きな問題となって 代PET診断システム_ 脳の病態を解明し、的確 臨床研究への橋渡し促 DO)の「基礎研究から 技術総合開発機構(NE の開発に成功したとい 進技術開発」で、アルツ 月、新エネルギー・産業 な治療につなげる「次世 ハイマー病等の患者の

ゆりちゃん 放射 一年に、人体を輪切り状

で放射線を出すので、そ

り込む、という性質を利 用しています。診断で

はありません。胃や食道

~八倍のブドウ糖を取

ンポイン 1

広く利用されている放射

線

(18)

タクさん

放射線療

福島県郡山市の総

e Therapy 以下、 線を利用する次世代 Neutron Captur 子捕捉療法 (Boron がん治療「ホウ素中性 合南東北病院で、放射 と聞きました。どうして 受ける人が増えている 日本でも放射線治療を 思っていたけど、最近、 なったら手術して、抗が ん剤を飲むのが普通と ですか? ゆりちゃん がんに

細胞よりも放射線の影 物と認識して攻撃、効率 まだ生き残っているが 響を受けやすいのです。 す「がん細胞」は、正常 また、放射線照射の後、 ん細胞は、免疫細胞が異

る「がん治療」の最

回は放射線を利用す

島県が担っていく意 力を高める役割を、福 本の医療の国際競争 事が進んでいます。日 BZCH) 」施設の 工

際限なく分裂を繰り返

タクさん 体の中で

気込みを感じます。今

担が少なく、治療後の生 線療法には、身体への負 です。この原理を最大限 術が「重粒子線療法」と 療法であり、その先端技 に応用したのが放射線 的に死滅させていくの 「BNCT」です。 放射 に大別されます。外部照 する方法(内部照射)、 出す薬剤を体内に入れ 照射する方法 (外部照 射)、および②放射線を 絞って外から放射線を てがん細胞だけを照射 法は、①がん細胞に的を

医 放射線診 学 分 野 断 技 貢 術 献

しょう。 ます放射線療法を選択 クが小さい、という利点 する人が増えることで むわが国では、今後ます があります。高齢化が進 活の質を阻害するリス 線療法です。重粒子線と 射の代表選手が重粒子 して加速器で、光速近く ネオンなど) をイオン化 は 原子(炭素、窒素、酸素、 まで加速したものを言 ヘリウム以上の重い

線療法についてもう少 し詳しく教えてくださ ゆりちゃん 重粒子 正常細胞と反応するこ 使うと、体の表面付近で います。この重粒子線を

> にあるがん細胞だけを とはほとんどなく、深部 义

ろ側にある膵臓のがん あげてきました。今で 治療を他に先駆けて行 素線を用いた重粒子線 医学総合研究所では、炭 ことができます。放射線 治療にも効果をあげて は、群馬大学、兵庫県立 い、良好な治療の実績を れており、従来の治療で も重粒子線治療が行わ 粒子線医療センターで は困難であった胃の後 に、エネルギーを調整し なる) 経ってから患部 十二時間(薬剤により異

ださい。 います。 Tについても教えてく ゆりちゃん B N C

脈に注射で投与し、一~ ホウ素薬剤を患者の静 に集まる性質を備えた タクさん がん細胞

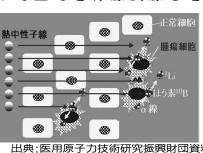
> らの放射線を利用した ます。BNCTとはこれ

とリチウム粒子)が生じ て二種類の放射線(α線

治療法です。これまでは

B N C T の 原 理

実験用原子炉から



出典:医用原子力技術研究振興財団資料

研究センターで研 波大学、国立がん 発生装置が開発さ 年、加速器による ていましたが、近 の中性子を活用し ています。また、 医療用小型中性子 **究開発が進められ** れ、京都大学、

> された陽子線治療装置 間病院では初めて導入

瘍ガンマナイフから民 がん診断のPET、脳腫 病院などの指定を受け、 拠点病院、地域医療支援 院は、地域がん診療連携

ホウ素の核反応によっ た熱・熱外中性子(一~ 分照射すると、中性子と 〒KeV)を三十~六十 器の薬事承認取得を目 入が進められ、二〇一五 年春の完成から医療機 島県郡山市)の敷地に導 属の総合南東北病院 神経疾患研究所では、 般財団法人 脳 附 臨床研究の段階にあり、 は、未だ症例数も少なく 治療施設となります。 類をみない総合最先端 Tを加えると、世界でも 本BNCTに関して

年の治療開始を目指し 指し、治験を開始する予 ています。 がんを対象に二〇 定です。そして脳と頭頸 (けい) 部の進行・再発 。 総合南東北病 ています。 実な取組みが求められ とともに、実用化への着 重ね、データを集積する 行に向けて、治療実績を 今後の先進医療への移 (原産協会・人材育成部)

44

たに設置されるBNC 総合病院です。今回、新 そろえた日本で有数の など最先端治療装置を

ンポイント

長く「湯治の湯」と 年前です。それ以来 れたのはその約七百 ドン)温泉が発見さ 世界遺産「キングズ して親しまれてきま 本で鳥取県三朝(ラ いだされました。日 ンです。一九〇三年、 たのはH. 含まれるのを発見し バス (英国)」で見 温泉水にラドンが S. アレ

広く利用されてい

る放射

線

19

病院三朝医療セン

値をバックグラウンド 浮遊する自然放射能で、 です。ラドンは大気中に が崩壊してできたもの 均で、ほぼ十五ベクレル 立方メートル中には平 日本では、室内の空気一 ラドンはこのラジウム ム」は知っていますか。 天妻が発見した「ラジウ ンって何ですか? (本コラムではこの数 タクさん キュリー ゆりちゃん ラド

> とっても少なく、放射線 影響を心配する必要の ないことが、岡山大学と すると内部被ばくを生 あるいは皮膚から吸収 出てきたラドンを吸気、 じます。でもその量は まれています。温泉から してもらう治療を行っ 間、合計六~八時間過ご 十分、隔日で三~四调 を設置し、一日一回約四 ウナ(約四千ベクレル) 三百倍に近いラドンサ 療をしています。また バックグラウンドの約 ターを設置して温泉治

科 ラ ドン温 的 研 泉 究 0 効 進 能 む

うことですか? りしてきました。 究で科学的にもはっき 構(JAEA)の共同研 日本原子力研究開発機 は、三朝地区に医学部付 タクさん 岡山大学 ゆりちゃん どうい を利用するのです。一方 二つの組織が協力して、 技術センターで、ラドン 機能を活性化する性質 ています。ラドンが生体 経験しています。これら の工学的な取り扱いを JAEAは、人形峠環境

と呼ぶことにします)含

ラドン吸入による臓器・組織別のラドン濃度の実測例 吸入ラドン濃度 「4000 Bq/m³」 単位「Bq/kg」 血液1.6 血液1.6 脾臓 肝臓 1.2 腎臓 0.4 た。岡山大 どうなった 始されまし 年度から開 は二00七 のですか。 Aは、 マウ 学と JAE んそれで 共同研究 ゆりちゃ タクさん

発展に貢献できるので 温泉を利用した医療の はないかと考えたので に証明できれば、ラドン ぼす刺激効果を科学的 明らかにでき、生体に及 いラドンの体内挙動を まだよくわかっていな 二百匹を飼育しながら た、最近、これまでは計 備」を構築しました。ま せる「大規模動物実験設 高濃度ラドンを吸気さ 器別の蓄積量」を、動物 かった吸入ラドンの「臓 算でしか予測できな ス百五十~ 六ミリシーベルトです。

(原産協会・人材育成部

成功したとの報告がさ れました。 実験で観察することに は、二〇一三年二月十七 山岡聖典岡山大学教授

さい。 し具体的に教えてくだ ゆりちゃん もう少

そうです。もしマウスが 吸気したとしても、臓 布も同様に考えて良い 確認しました。人での分 は極めて小さいことを 実験で、脳、肝臓、腎臓 約四千ベクレルの高濃 かO·O一六~O·O五 量(等価線量)は、 器・組織が受ける放射線 蓄積されるラドン濃度 度ラドンを吸入させる など七つの臓器・組織に 日、この高濃度ラドン タクさん マウスに

朝温泉に三十分程入っ と述べています。ラドン 〇〇一ミリシーベルト た場合、全身の被ばく線 量(実効線量)は約〇・

ンポイン

は、「放射線と体内の の宇野賀津子先生 ル医学研究センター もの防御システムが も生体には、このが スクの主役です。 で が発がんを生じるリ 生じる〝活性酸素〟 水との反応によって ん化を抑制する何重 ルイ・パストゥー

広く利用されている放射線

20

性の生物にであり、発生

役」ってどういうことで 素が発がんリスクの主 ゆりちゃん 「活性酸 べきことは、当時、地球

す。これには諸説ありま は「アミノ酸」の生成で の宇宙線が反応して創 すが、「炭素・窒素・水 ります (=図1)。まず 歴史をたどる必要があ の大気と、高エネルギー 素を主成分とする原始 には人類の長い進化の タクさん その理解

たのです。ここで注意す できる「生命」が誕生し 酸を基にして、細胞分裂 です。そして今から約三 られた」という説が有力 して子孫を残すことが 十五億年前、このアミノ らどうなったのですか。 テリアと呼ばれる藍藻 約十億年の年月が経っ 場所は、深い海の中だっ た時、海中にシアノバク たということです。 (らんそう) が発生しま タクさん それから ゆりちゃん それか

た生 化 一体防 過程 で構築され 御システム

空からは多量の紫外線 素を必要としない。嫌気 物。ではなく、増殖に酸 を利用する、好気性の生 が降り注いでいたため、 に酸素がほとんど無く、 「生まれた生命は、酸素 る「光合成」を営む特別 の炭酸ガスを取り入れ した。この藻は、海水中 物にとって酸素は猛毒 て、逆に、酸素を放出す ですので、多くは死に、 な生物でした。嫌気性生

・ギ ― 未 来 技 術 フォーラム | 興:電力中央研究所第十六回エネ



生物をも自分 の細胞内に取 れた、真核生 込んで保護さ でなく、好気性 には仲間だけ たのです。さら 物。へと変化し

思いもよらぬ行動に出 底深くに逃れていきま は、「先ず仲間同士で融 たものがいました。彼ら したが、ほんの一握り、 合し、生命にとって最も 部は酸素の少ない海 コンドリア」の起源と 中の大事な小器官「ミト 糖を結び付け、エネル 食事で摂取したブドウ 参照)。これが、酸素と ギーを生み出す細胞の 四十億年はるかな旅1 り込み、合体・ 共生したので す(詳細はNH K出版 「生命 変化し、「DNA」を傷 動に必要なエネルギー ドリアが営む「酸素代 化力の強い活性酸素に われた酸素の一部が酸 を得る一方で、代謝に使 謝」によって、動物が活 た問題でした。ミトコン トコンドリアに関係 題が生じます。それはミ しかしここで大きな問 の悪い影響を抑制する 得たのです。 悪い影響を防ぐ能力を 構築し、微量な放射線の 進化の過程で、活性酸素 (原産協会・人材育成部)

生体防御システム」を

大事な ˝DN Az を膜で包み 上では、海中から移動し なったのです。一方、地 きるようになりました。 り、有害な紫外線が遮ら 成されます。これによ なり厚いオゾン層が形 から約五億年前にはか 徐々に高まっていき、今 てきた酸素の濃度が な、生物が地上で生活で 性酸素が大事」と説明さ よることがわかってい ナスの両面があったの 物は、酸素毒を体験した れたと思います。でも生 は、「放射線リスクは活 近くは、この活性酸素に して放射線の害の七割 です。活性酸素は放射線 酸素にはプラスとマイ 高めるということです。 ます。それ故に宇野先生 によっても生じます。そ つけ、発がんのリスクを

ンポイント

もの生体防御システ の過程を経て、「が は人類が、長い進化 カワンポイント」で ステムの実際の構成 今回は、この防御シ まとめてみました。 ムを構築した歴史を ん」を抑制する何重 前回の本紙「原子

広く利用されてい る放 射 線

21

出典:電中研レ

も含まれています。人の ますが、その中に放射線 限に増殖し、死に至る場 遺伝子が傷つくには多 さらに増えることで無 合もある怖い病気です。 くの原因が知られてい 異常な細胞に変異し、両 り、遺伝子に傷が付いて とブレーキの関係にあ ちょうど車のアクセル いるのです。これらは ループが、深く関係して 子」と呼ばれる二つのグ

何ですか。謎だらけで すが、そもそもがんとは 怖い病気なのは常識で ゆりちゃん がんが

ある「たんぱく質」の設 体の主要な構成要素で 傷ついて、正しく情報が 計図である「遺伝子」が 伝わらず、分裂・増殖の 御機能を失った細胞 タクさん がんとは、

します。

が 生 体防御の四つの砦 発 症 までに

が生み出され、この数が りません。細胞の増殖を ます。しかし、どの遺伝 万五千個と言われてい 促進する「がん遺伝子」 なるというわけではあ 子が傷ついても、がんに 遺伝子の数は二万~二 る可能性が出てくるの とき、無限に増殖する 者のバランスが崩れた です。でも、がんが検査 で見つかるのは一~十 グラム程度、 「がん」という病気にな 一億~十億 低線量放射線(百ミリ と考えられています。図 シーベルト以下)であれ

ば、心配することはない

ける場合(間接作用)が

増殖途中の細胞を自殺

(原産協会・人材育成部)

制する「がん抑制遺伝 と、逆に細胞の増殖を抑 以上の時間が必要です。 るまでには、早くても数 きてから、がんが発症す 年、遅い場合には三十年 んの元になる細胞がで 時です。最初に一つのが 個のがん細胞になった 元になる細胞ができた ら、誰でもいつかは、が んになるのですか。 タクさん いいえ、そ ゆりちゃん がんの

テム」が有効に働いて、 生命の進化の過程で構 築された「生体防御シス んなことはありません。

> 図1 生体の多重防護システム 酸素、紫外線、放射線などの発がん因子 (直接作用) 活性酸素の生成 抗酸化物質による 活性酸素の除去 DNA損傷 アポトーシスによる 著在的が人場底の降土 ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ ・ 潜在的がん細胞の除去 **免疫系による** がん細胞の除去 ↓ がん細胞の増殖 ↓ 疾患としてのがんの発症

線には、遺伝子と衝突し じる活性酸素が傷をつ の水分子と反応して生 て直接傷をつける場合 1を見てください。 放射 (直接作用)と、細胞内 どが正しく修復されま 残る可能性があります。 すが、それをすり抜け、 増殖を繰り返す細胞が 子の傷はここでほとん みです。遺伝 をしっかり摂取すると、 生体防御システムの機 線の害をより効果的に 能が高まり、低線量放射 克服できる」と説いてい 「緑黄色野菜や果物

復」する仕組 す。第二段目 物質と呼ばれ では、抗酸化 は「傷を受け を除去」しま て「活性酸素 る物質を使っ ムの第一段目 あります。 た遺伝子を修 体防御システ う。さらに、ルイ・パス ターの宇野賀津子先生 トゥール医学研究セン 異細胞が少しでも残っ が、身体の中に生じた変 免疫は、外部からの異物 スの仕組み」です。次は 後の砦と言えるでしょ ていた場合に備えた最 を処理する仕組みです 第四段目の「免疫」です。 に追い込む「アポトーシ

この場合の第三段目が、 ます。

ンポイン

広く利用されている放射線

をつける、②体内に存在

同じなのですか。 A)を傷つける仕組みは 放射線が、遺伝子(DN

多くの人は「放射

内の工場(ミトコンドリ ネルギーを生産する体 タクさん 酸素が、エ

必要な酸素も遺伝子 ますが、生命維持に る悪玉」と思ってい 線はがんのもとにな

(DNA) を傷つけ

射線の場合は、①DNA 反応してDNAに傷を の活性酸素がDNAと つけるのです。一方、放 素)がつくられます。こ 応性の高い物質(活性酸 ア)で消費されると、反 と述べていますが、実 は、放射線の場合も酸素 は、全体の五%くらい」 接的に傷をつける割合 がDNAに衝突して直 射線(X線やガンマ線) 放

ます。日常生活で生 るという事実があり

らでしょうか。

自然放射線」のどち 当の主役は、「酸素と じる DN A損傷 の本

ゆりちゃん

酸素と

に衝突して直接的に傷

の傷は「活性酸素」に と同様、DNAの大部分

る場合 (二本鎖切断)、 ほぼ同じところで切れ

が、放射線がつくる傷は Aの傷は「修復可能」だ す。 よってつくられるので ②鎖が一本だけ切れる

22

傷をつける、という二通 する水と反応して活性 酸素をつくり、間接的に か。 かり怖がられるのです は、どうして、放射線ば ゆりちゃん それで

線と健康」の中で、「放 野之男博士は著書「放射

りの方法をとります。舘 DNA損傷の主役は のように、「遺伝子の情 ちょうど梯子(はしご) タクさん DNAは、 れています。酸素がつく

射線よりも酸素 鎖で支える」構造をして れらは、①鎖が二本とも 種類に分けられます。そ います。DNAの傷は三 を真ん中にして二本の 報をになう物質(塩基) ら、従来、体内に取り込 まれた酸素が作るDN 多いのです。このことか の傷のうち二個程度」と 線がつくる割合は「百個 個程度」なのに、放射 一千万個の傷のうち です。

る二本鎖切断の割合は

これに較べて二本鎖切 ことがわかっています。 塩基だけが傷つく場合 症の主な原因と考えら 断は治しにくく、がん発 場合(一本鎖切断)、③ はほぼ百%修復される 本鎖切断と塩基損傷 (塩基損傷) ——です。

表1. 酸素と自然放射線のどちらがDNA損傷の主役か 損傷の種類 DNA損傷(総数) (個/細胞/日) DNA損傷(2本鎖切断)(個/細胞/日) 作用源 酸素(細胞呼吸) 1,000,000 0.1 自然放射線 0.0001 0.005 館野之男著「放射線と健康」より作成

1に示します。驚くこと けるか」、理論的に計算 何個の傷をDNAにつ の原子カワンポイン に、自然放射線がつくる しました。その結果を表 り、一個の細胞当たり、 自然放射線が、一日当た して、「呼吸する酸素と ト)」があることを考慮 体防御の四つの砦(前回

イロン・ポリコーブ博士 の主役ですか。 ができあがっていたの のどちらがDNA損傷 活で酸素と自然放射線 タクさん 米国のマ ゆりちゃん 日常生 がつくる傷の約千分の だったのです。 体内に取り入れる酸素_ ている主役は、放射線で り日常生活で、修復不能 はなく、「人が呼吸して なDNAの傷をつくっ しかないのです。つま

修復不能」という常識 二本鎖切断の数は、

は「がん発症までには生

(原産協会・人材育成部)

48

酸素

疫力が高まり、低線 話をされているそう 的に克服できる」と 量放射線の害を効果 の最後の砦となる免 すると、がん化抑制 果物をしっかり摂取 会で、「緑黄色野菜や 福島県における学習 宇野賀津子先生は、 ル医学研究センター ルイ・パストゥー

ゆりちゃん

およびウィルスや異常

ゆりちゃん このよ

病気の原因となるがん て何ですか? タクさん免疫とは、 免疫っ

細胞、ウィルス、細菌な 体内に侵入した病原体 に攻撃・排除するシステ 対して相手を特定せず まれるがん細胞などに す。免疫は、体内に侵入 ム(自然免疫)と自分の した病原体や体内で生 どから体を守るもので がん細胞を狙って攻撃

などを覚えていてそれ

するキラーT細胞およ

がどのようなときに増

一種で免疫と深い関係)

広く利用されている放射線 23 びキラーT細胞の増

て殺すマクロファージ るシステム (獲得免疫) 疫を担う主な兵士(細 を特異的に攻撃・排除す 胞)には、病原菌を食べ に大別されます。自然免 ぞれ重要な役割を果た を助けるヘルパーT細 しています。 んには獲得免疫がそれ が、また大きくなったが 胞があります。初期のが んの抑制には自然免疫

摂取で免疫力上がる 緑黄色野菜や果物の

ラルキラー(NK)があ を担う兵士(細胞)には、 ります。一方、獲得免疫 つけて攻撃するナチュ な細胞(がん細胞)を見 一度出会った病原体や うな免疫力を上げるに るのですか。 はどのような方法があ フェロン(たんぱく質の は、ご自身のインター タクさん 宇野先生

ビタミンE ピタミンC アントシアニン フラボノイド ケルセチン ェラグ酸 クルクミン リコピン ルテイン カプサイシン

る大きな要因と認識し、 再発を防ぐ食事」など、 ジ」、「がんを抑制、また 法」、「ハンドマッサー メージ療法」、「化粧療 法として「笑い」、「イ トレスが免疫力を下げ 年間にわたって測定し え、また減るか、二十五 この影響を緩和する方 に体験から、心理的なス ス(ストレスを緩和)さ 提案しています。免疫学 神経を刺激し、リラック の中で「野菜は、体の中 にならない三大免疫力」 授)さんは、著書「病気 日常生活で比較的簡単 織を沈静化させ、副交感 から活性酸素を奪い組 者の安保徹(新潟大学教 にできる対処の方法を えてー 野菜や果物の産地です。 島県は抗酸化能の高い 案されています。 問題のない野菜果物は 放射線量を測って、特に 著書(低線量放射線を超 への提案)の中で、「福 大いに食べよう」、と提 しました。宇野先生は、 (原産協会・人材育成部) -福島・日本再生

り摂取することを推奨 色野菜や果物をしっか ザイナーフーズ計画」を よる死亡率減少に貢献 してアメリカのがんに な抗酸化食、つまり緑黄 実施し、表1に示すよう 所が一九九〇年より「デ せる」と述べています。

49

ンポイン

者の小保方晴子理化 生き延びようとする の細胞もストレスが 学研究所ユニット める「適応応答」と 次に来る多量の放射 す。少量の放射線は、 では」と語っていま メカニズムが働くの かかると何とかして リーダーが「私たち STAP細胞発見

広く利用されている放射線

すか。 の「適応応答」って何で ゆりちゃん 放射線 射線を浴びてしまった。 B君は、足の骨が折れて

学教授)が染色体をヒト 司博士 (当時京都教育大 五年程前ですが、生島隆 (人) にみなして面白い タクさん 今から十

傷)をした。A君は仕方 怪我(DNAに軽度な損 射線を浴びて、足に軽い ある時、A君は少量の放 とB君は大の仲良しだ。 元気に暮らしている」、 てしまった。A君は益々 が、あっという間に治っ

いう働きをします。

度は二人とも、多量の放 君はゴルフばかりして 読んでいた。その間、B フを止めて、沢山の本を がないので好きなゴル いた。しばらくして、今 24 応答を示すものとして 応答」と言います。適応 れることを「放射線適応 て「抵抗する力」が生ま 受ける強い刺激に対し 受けておくと、その後に め弱い放射線 (刺激) を

る 次の強い刺激に 適 応 応 開え 答

おい」、「熱」、「味覚」、

は、放射線以外でも「に

の骨が折れてしまった A君もB君のように足 好きなゴルフもできず しまい (DNAを切断)、 ます。 応応答」は確かめられて 動物実験でも「放射線適 などがよく知られてい ゆりちゃん 実際に

なわち、「染色体のA君

説明をしていました。す

応応答の現象は、一九八 いるのですか。 タクさん 放射線適

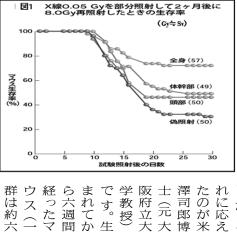
出典: 月刊エネルギー、vo.39kg 二〇〇六

くなりま

群)に分け、二か月後に

八千ミリシーベルトの

れに再照射し、その後の 多量の放射線をそれぞ というのです。あらかじ



ウス() 学教授) 群は約六 経ったマ 阪府立大 士(完大 です。生 ら六週間 まれてか 澤司郎博 の放射線を全身に当て シーベルトの放射線を スの全身に八千ミリ に示します。健常なマウ ておくと生存率は有意 す。しかし、事前に少量 は約七〇%が死亡しま 照射すると三十日後に 実験結果の一例を図1 生存率を観察しました。

こるのかどうか知りた ンパ球を使って見出し ア大学の教授であった 胞ではなく、動物でも起 ウォルフ博士が、人のリ ました。でも人々は、細 一年、当時カリフォルニ 線(五十ミリシーベル 対して、一方は少量のX 事前照射しない群(対照 た群(照射群)、他方は ト)を事前に全身、胴体 三箇所に分けて照射し (体幹部) および頭部の 十匹に けを与えているのでは もう一度見直すきっか する一般的な考え方を 果は「放射線の影響はど に増えます。この実験結 (原産協会・人材育成部) ないでしょうか。 んなに少量でも悪い」と

まっています。 は「線量」よりも を指摘する声が高 放射線の影響評価に 分かってきました。 けてわずかずつ受け 浴びても、短時間で に違いのあることが た場合とでは、影響 合と、長い時間をか 線量率」の重要性 挙に被ばくした場 同じ量の放射線を

えてください。 りません。例を示して教

地域があります。このよ 高くて多くの人が住む 日本よりも数倍~数十 倍、自然放射線レベルが タクさん 世界には

広く利用されている放射線 25

れませんでした」と述

までのデータを解析し も続いています。Nai の下で住民の健康調査 ターの所長であったM が進められ、それは現在 KNair博士の指導 r博士等は二〇〇九年 ンドラム地域がんセン 同じ量の放射線を浴び を超えて被ばくした 昇が確認されています。 は、同じ線量(六百ッSV 島・長崎の健康調査で 短時間で被ばくした広 を驚かせました。 べ、放射線防護の専門家 人々に、明確なリスク上 一方、

ばくなら影響現れ わずかずつ長期間 ず 被

います。一九九〇年に 約四十万人が暮らして 面した海岸地帯があり、 線地域」と呼んでいま うな場所を「高自然放射 ララ州のアラビア海に としてインド南西端ケ す。代表的な地域の一つ ましたが明確な発がん で六百 『 Sを超えてい てからこれまでの累積 た人々の線量は、生まれ 発表しました。その中 ス・フィジックス」誌に てその結果を米国「ヘル で、「最も多く被ばくし 時間をかけてじわじわ か。 響を予測できるのです 響が現れないのです。 被ばくした場合には影 ても、何十年と言う長い と「線量率」で放射線影 ゆりちゃん 「線量」

の重要性って良く分か

入ってから、当時トリバ

リスクの増加は確認さ

タクさん 電力中央

います。この図から言え

で追っていきますと、線

ゆりちゃん

線量率

図 1 10 図 1 10 8 • 放射線影響の線量・線量率マップ 10 線 量 (Gy) 0 10 10 10 10-7 10⁴ 104 10 線量率(Gy/hr) 障害の誘発 生体防御機 有意な生物! ,Vol. 39, No.3, 2006(Gy = Sv 追記

軸)と線量率 (横軸)の 成果をもとに、線量(縦 関係について整理して ざまな研究機関の研究 量率マップ (=図1)」 ギー (二〇〇六年) で を紹介しています。さま 「放射線影響の線量・線 究所が月刊エネル りそうだということで 位置を横軸に沿って目 す。同図上で、インド南 れる効果を生じる領域 西部ケララ州で注目さ て生理的に有益と思わ 体の防御機能を刺激し れた線量 (六百 j S) の -の三つの領域があ ③免疫力 が見られ 何も影響 などの生 ない領域、

られる領 ①障害が ることは、 によって 域、②照射 明瞭に見 影響には、 放射線の ということが分かりま 線量で評価されてきま よって決められそうだ ります。一方、自然放射 す。放射線影響は、従来、 有害な領域は現れませ いくら増えていっても 線に相当する線量率の 領域に入ることが分か 超えた辺りから有害な 線の影響は「線量率」に 領域であれば「線量」が ん。このことからも放射 量率が「十』、SV/時」

性を指摘する声が高 よりも「線量率」の重要 れてきましたが、「線量 影響を及ぼすと考えら わずかでも生体に悪い した。そして、放射線は

(原産協会・人材育成部)

51

)ンポイント

書は四月公表とされ 影響の中間報告を行 六十八回国連総会 員会は昨年十月の第 いました。最終報告 に関する国連科学委 原子力発電所事故 原子放射線の影響 東京電力福島第

ています。

射線の影響に関する国 連科学委員」ってどのよ うな委員会なのですか。 ゆりちゃん 「原子放 燃料サイクル、自然放射 したが、時代とともに核 ウト)の影響評価が主で 射性降下物(フォールア 最初は、核実験による放

常に大事な質問なので、 間違いのないよう、第六

広く利用されている放射線 26

線防護規制作成上の重 図一に示すように放射 科学的所見からまとめ 員会の報告書は純粋に 対象になりました。同委 線 られています。それ故、 医療被曝なども調査 響について最も注目す 報告書の三十九項では、 の (三十九項) と (四十 項)です。すなわち中間 べき部分は中間報告書 します。公衆の被ばく影 載内容を引用して紹介

福島: と国 被ばく線量低 連科 学委報告 ()

る放射線被ばくへの懸

会は、大気圏核実験によ

タクさん この委員

念が増大したことを受

放射線影響をどのよう 学委員会は福島事故の いるのです。 要な基礎資料となって に見ているのですか。 ゆりちゃん タクさん これは非 国連科 非常に低い。被ばくした 被ばく線量でも生涯被 「一般公衆への被ばく ばく線量の推計値でも、 線量は、最初の一年目の 般的に低い、もしくは

として設置されました。

らかにすることを目的 環境に及ぼす影響を明 き、原子放射線が人体と 回国連総会決議に基づ けて、一九九五年の第十

康影響の発症を識別し ついて、放射線による健 般公衆やその子孫に 量はその半分か三分の 生涯の平均の実効線量 得る増加は予期できな 初の一年目の被ばく線 は十mS以下であり、最 て、国連科学委員会は、 い」、また四十項では、 「福島県の成人につい

二〇一一・一一より改編学術会議「学術の動向」出典:佐々木康人:日本 一より改編

スクモデルによる推定

であると推定する。リ

された中間報告書の記

十八回国連総会に提出

研究成果 (放射線影響) 統計資料 (線源と被ばく) UNSCEA IAEA 防護·管理基準 報告書 Ú ICRPの勧告、IAEAの提 案する基準に基づいて国 内の放射線防護管理規制 が作られている。 国内規制 障害防止法 医療法 他 ICRP 勧告書 団における、福島事故に 性のがんは、現時点で されない」、と述べてい 識別し得る増加% は予期 いである。がん発症率の よる放射線被ばくのせ かない。ゆえに、この集 は、他のがんと区別がつ 示唆するが、放射線誘発 はがんリスクの増加を

す。

このように、昨年十月

がある」と述べていま 評価されている可能性 た線量は約二〇%過少 被ばくとして評価され おらず、その結果、内部 の可能性が考慮されて

放射線防護規制作成の国際的枠組み

(最新はICRP2007年勧告、現行の障害防止法は1990年勧告を取入)

ます。 ばく過少推計か、内部被 告書の三十六項では、 報道しています。中間報 ばく二割多い可能性」と 十二日)は、「作業員被 「特にI‐13など、短半 方 朝日新聞(十月 書と内容の相互比較を たら、慎重に、中間報告 最終報告書が公表され されると聞いています。 えられ、四月初めに公表 の検討が必要になるで 行い、今後に向けた課題 告書はその後、修正が加

核種の摂取による寄与 減期のヨウ素の放射性 しょう。 (原産協会・人材育成部

がぬぐえません。この報

づく評価段階との印象

書では、未だ、予測に基 に発表された中間報告

3

事故の影響につい 査結果を紹介しま の陰膳方式による調 県「コープふくしま」 るものとして、福島 少ない」と発表しま は確認できないほど 体でみたがんの増加 て、「福島県の住民全 した。これを裏付け 巨 国連科学委員会は 福島第一原発 風習です。コープふくし える」という日本古来の う一セットつくって供 みんなと同じ食事をも の健康を願って、食卓の などその場にいない人 うのは「もともと旅行者 ですか。 ふくしま」による陰膳

広く利用されている放射線 **27**

の食事から受ける内部 性物質(放射性セシウ つくって提供してもら 事をもう一人分、余計に 被ばく線量を予測・評価 い、食材に含まれる放射 ム) 濃度を測定し、 日々 が、全体の八割を占めて よび県中地域三十八家 北地域の四十二家庭お た。中通りに位置する県 対象として行われまし 庭、合わせて八十家庭 住する組合員、百家庭を 福島県の五地区に居

調査で食の安全検 コープふくしま陰 膳 証

(かげぜん) 調査って何

ゆりちゃん 「コープ

タクさん 陰膳とい

年十一月~二〇一二年 目の陰膳調査(二〇一一 するものです。 査の方法を教えて下さ タクさん ゆりちゃん 陰膳調 高く、「放射線の影響を 地域の線量が相対的に す。各家庭からは、二日 たいという意識の表 いました (図1)。この れ」、と考えられていま 実際に測定して確認し 行われました。二〇一四 でこれまでに五回、延べ に一回、ほぼ同様な方法 陰膳調査は約六か月毎 射能測定がなされます。 ウム半導体検出器で放 五百家庭を対象として

その家で食べている食

四月)を例にとって説明

分の食事(六食分と間

年度も継続して実施さ

度が、一㎏あたり一ベク

レル(ゲルマニウム検出

した。放射性セシウム濃

とのコメントが寄せら

れているそうです。

(原産協会・人材育成部)

まの陰膳調査とは、普段

佐藤理「食の安全・安心セミナー講演」 出典:食品分析開発センターHP

してみましょう。調査

ですか。 果はどうだったの れる計画です。 ゆりちゃん 結 うち十二家庭でした。最 も大きな放射性セシウ ていたのは、二百家庭の 器の検出限界値)を越え

県内の合計二百家庭で す。調査に参加したのは 月~二〇一二年九月で 膳調査の期間は、二〇一 掲載されました。この陰 年三月と、二〇一二年六 ** n, 33, 2013) N 年十一月~二〇一 gical Protectio 英国の学術誌(Jou 回目と第二回目の 陰膳調査の結果が rnal of Radiolo う点で、大変意義深い 限度の十分の一)を超え 学誌の論文であるとい 行われた活動で、しかも 考えられている生協で ることはありません。 間の内部被ばく線量は 国際的に評価が高い科 が、科学とは縁がないと 門家から、「今回の論文 コープふくしまには専 〇・一『S(公衆の線量 食べ続けたとしても、年 ム濃度の食事を一年間、

ターに送られ、ゲルマニ 食)が宅配便で検査セン

タクさん

広く利用されている放射

線 28

の「WBC検査によ 調査の結果」が引用 で、早野東大教授等 放射線レベルと影 が四月に出した「東 る福島県内における 響」報告書付属書A 力発電所事故による 日本大震災後の原子 大規模な内部被ばく (DZWOEAR) 国連科学委員会 ないと、空間のガンマ線 しっかり遮蔽されてい

を検査する装置です。 性セシウムなど)が出す BC)って何ですか。 ガンマ線を測って、内部 体内の放射性物質(放射 ディーカウンターとは、 ボディーカウンター (W ばくがあるかどうか タクさん ホールボ

ゆりちゃん ホール 界値は三百ベクレル、 全身(セシウム13、137と されたWBCの検出限 れます。この調査に使用 き、その間に測定がなさ 査に使用しました。検査 蔽された少し狭い空間 を受ける方には、この遮 で約二分間、静止いただ



図 1 2251, Canberra Inc. (Fastscan Model 検査に用いたWBC

の場所があり、当初、

れが今回、日本から発信

び近隣住民の調査だけ

(原産協会・人材育成部

も測定してしまいます ので、早野教授等は図1

されています。

で囲われたWBCを検 のように「厚い金属の板 く教えて下さい。 についてもう少し詳し 授等の内部被ばく調査 量の約百分の一)です。 ベルト/年(自然放射線 すると約〇・〇二。デシー ゆりちゃん 早野教 実効線量に換算 可能性」が懸念されてい リシーベルトを超える ました。早野教授等はそ 内部被ばくが、年に数ミ 民の方々の食品由来の ままあてはめると、「住 ら得られた知見をその チェルノブイリ事故か

タクさん 福島県内 被ばく低 BCで福島の内部 いと確 のことを確かめるため、 認

密度が一平方メートル シウム13、13) で汚染さ の土壌は放射性物質(セ あたり約十万ベクレル セシウム13の地表沈着 れました。福島市などの 八口密集地においても、 隣の住民を対象にして 万人の福島県および近 ひらた中央病院で、約三 月)に発表しました。そ した。その結果を日本学 WBC検査を実施しま 士院紀要 (二〇一三年四

表1 三春町の小中学生のWBC検査結果 2012年4月1日 時点での在校生徒数 2012年秋の 測定者数 測定率 R は 同報 告書の中

早野教授は、福島県およ と評価しました。一方、 スは全体の一%に低減 ウムが検出されたケー づき、現在、放射性セシ WBC検査(二〇一二年 三月~同年十一月)に基 と近隣住民の大規模な で「福島県 る事実が確認されまし 常に低く抑えられてい 初めて、内部被ばくが非 バイアスのない状況で、 出された生徒はいませ す。放射性セシウムが検 の結果を表1に示しま んでした。サンプリング

報の一つ S C E A た。 U N されまし 書に引用 A R 報告 N S C E としてU された情 批評される可能性を心 り)がかかっている」と グバイアス(被験者に偏 検査だから、サンプリン を払った住民の自主的 配しました。そのため一 な 要望 に 応え た W B C では「食材に十分な注意 小中学校の児童生徒の 〇一二年秋に、三春町の

54

全員を検査しました。そ

経済産業省は四月

ゆりちゃん 「場の線

ターンの違いによっ む人でも、生活パ 関する調査」の結果 表し、「同じ地域に住 をホームページで公 る個人線量の特性に 量は大きく変わる」 子力発電所事故に係 十八日、「福島第一原 個人の被ばく線 原子力発電所の事故か 測定へってどういう意 味ですか? 量」から「個々人の線量」

広く利用されている放射線

29

定される被ばく線量で

とが被ばく低減につな

たそうです。これに対し がるだろう」と紹介され

て、 ICRP 第四専門委

の変更を期待する声が て、個別対応する方法へ 定する方法から、「個々 計算で、その地域に住む なわち「場の線量」から 人達が受けた線量を推 への線量」測定に基づい す。 111) で明示していま 当と判断、 え方は、国際放射線防護 と提言しました。この考 ることを基本とすべき 委員会 (ICRP) も妥 勧告 (Pub.

被ばくレベルほぼ決定 個人の行 動」によ ŋ

タクさん 福島第

があった初期の「緊急時 途上の状況と言える「現 被ばく状況」から、復興 た。高いレベルの放射線 行した今、空間線量率す 存被ばくの状況」へと移 約三年が経過しまし ばくの生じる可能性 価は、空間線量率から推 住民の被ばく線量の評 で具体的に、「帰還後の する基本的考え方」の中 けた安全・安心対策に関 三年十一月、「帰還に向 力規制委員会は二〇一 高まってきました。原子 すか。 CRP国際シンポジウ 行った実例はあるので の線量」測定を実際に ム参加報告 (Isotope で開催された第二回I タクさん ゆりちゃん 「個々人 アブダビ

純に積算すれば九 『 Sv

が理解して行動するこ

(原産協会•人材育成部

はなく、個人線量を用い 第1図 TUH 社員 34 名が 2011 年 5 月から 1 年間携行した積算線量計データ 出典:日本原子力学会誌、Vol.56, No.1(2014) バックグラウンドを含む積算線量(mSv) 108 8 0 福島市のモニタリングポスト 8時間外 16時間屋内(×0.4) だとこの程度か [2011年5月 ↑ 2012年1月 であった。 三ッ Sv/年 平均値は 量計の積算 際には、平 しかし、実 -<u>i</u>:+O

> ばくレベルは、個人の行 シャール委員長は、「被 員会のジャック・ロ

動〟によって、ほぼ決定

た結果、空間線量率を単 線量計を一年間装着し タッフ三十四名が個人 第1図を示し、 学)の講演内容が紹介さ れています。早野教授は)) で早野教授 (東京大 News No718(2014 レビ局 (TUF) のス 、「福島テ する取り組みを行って 果を各人に丁寧に説明 とに線量を記録できる 均値だけの評価では不 数値を示す人がおり、平 いる。何をしているとき 個人線量計を配布し、結 十分。現在は、一時間ご に線量が高いのか、各人 かなり高い 均値よりも 対応が必要なフェーズ 量測定に基づいて、個別 福島県田村市都路地区 うです。国は四月一日、 要」とコメントされたそ に入ったと言えます。 の避難指示を解除しま たきめ細かな対応が重 報告されたように、個々 されるので、早野教授の した。まさに今、個別線 人の被ばく線量に応じ

ンポイント

被ばく線量の評価 すい」と反対する人 被ばく線量 は、「帰還後の住民の 計は低い数値が出や いますが、「個人線量 いるべし」と述べて 量と定義する)を用 線量計で測定された 原子力規制委員会 胸につけた個人 (個人線

9

計」って本当ですか。 低く出やすい個人線量 タクさん 毎日新聞

量計のデータを集めて が低く出やすい個人線 量の推計値に比べ、数値 討チームを設置。空間線 の帰還を促すための検 は先月二十八日、避難者

ゆりちゃん

「数値が

ていました。でもこれは

や家屋の遮蔽率を一律 は、住民の生活パターン

という記事が掲載され

避難者を安心させる…」

広く利用されている放射線

30

と仮定して、先ず①航空

は、約六百m圏

在の福島地域の環境中 ウムが広く分布した現 るのですが、放射性セシ るように校正されてい

では、人の体の遮蔽効果 によって偶然ですが、普

近いのです。 明らかに間違いです。個 ている実効線量により せん。個人線量計の値の 出やすい」のではありま **力が、実際に個人が浴び** へ線量計は「数値が低く 分(Y)を計算。次に 引いて事故による上昇 ②屋内外の滞在時間(屋 クロシーベルト) を差し 然寄与分(〇・〇四マイ から一時間当たりの自 線量率の実測値(X)

機サーベイによる空間

空間線量率に基づいてその地域に住む

反映した「場の線量」 冢屋や滞在時間など

に、「原子力規制委員会

(二〇一三年九月五日)

詳しく教えて下さい。 量」の求め方をもう少し て下さい。内閣府原子力 タクさん 図1を見 ゆりちゃん 「場の線 外八時間、屋内十六時 間)、および家屋の遮蔽 合〇・四)を考慮して一 等による低減係数(一~ 一階建の木造家屋の場 ています。

被災者生活支援チーム 日(二十四時間)当たり ゆりちゃん

の被ばく線量を計算。最 後に③三百六十五日を サーベイによる実測値 いが生じる理由を教え 量」と「個人線量」に違 て下さい。 タクさん 航 空機

図 1 人達の平均的な被ばく線量を推定する方式 屋内は、建材による遮蔽、床下に汚染 がない→線量率が低い:低減係数0.4

原子力発電所事故による 空間線量率の上昇分 Y=(X-0.04)µSv/h 航空機 自然 寄与分 による 実測値 放射性物質 Į. 原子力発電所事故による追加被ばく線量(1年間)計算式 Y×8時間(屋外滞在時間) + × 365 ⊞ Y×0.4(低減係数)×16時間(屋内滞在時間) 平均化したも 内の測定値を

通では測定できない「実

個人によって ます。さらに、 大きく変化し ありません。ま 表すものでは 被ばく線量を ので、個々人の た、滞在時間は

の線量」を推定・評価し 掛けて一年間累積の「場 「場の線 ンガ造り)によって大き 屋(木造、ブロック、レ は無理があります。もう 線量計は本来、航空機 く変動します。これらを つ大事なことは、個や 律と仮定することに 低減係数は家 構築」の重要性がさらに 被ばく管理システムの 実効線量が測定できる の被ばくに用いられる ス」第五十五巻・第二号 高まることでしょう。 放射線防護に用いら (原子力学会誌「アトモ

サーベイと同じように 空間線量率」を測定す れる線量概念」参照)。 (原産協会・人材育成部

56

な帰還に備えて「放射線 るのです。住民の本格的 が、数値的には表示され 効線量」に相当する線量

ワンポイン

被ばく線量評価方 災後の原子力事故に 四月に発表した「三 順次、紹介します。 ばく線量」について、 線量」、「作業員の被 法」、「公衆の被ばく わたり「公衆の外部 け、今回から三回に レベルとその影響 〇一一年東日本大震 よる放射線被ばくの (最終報告書)」を受

タクさん 福島第

色骨髄」、「女性の乳腺」

「個人線量」とみなし、

注

目し実効線量計算

壌からの被ばくに

広く利用されている放射線

31

ばく経路に従い、福島県 学委員会はこれらの被 および東日本の近隣県

ものがあったのですか。 法」には何か注目すべき 外部被ばく線量評価方 R)が適用した「公衆の 学委員会(UNSCEA ゆりちゃん 国連科 器である「甲状腺」、「赤 の住民について、重要臓

国連科学委員会が

原発事故による公衆の 沈着した放射性核種に 性雲による外部被ばく、 る内部被ばく、

③土壌に **大気中を移動する放射** 王要な被ばく経路は、① 放射性雲の吸気によ 因は、「土壌に沈着した 受ける被ばくの主な原 涯(八十年)にわたって 効線量」を推定しまし での吸収線量(等価線 た。その結果、公衆が生 量)、および「全身の実

放射性物質から受ける

ている放射線30」参照)。 五日付け「広く利用され 定しています(本紙六月

歳以下)に分け、成人の

ファクターですが、表1

(原産協会・人材育成部

内部被ばくです。国連科 や水の経口摂取による 法」について、もう少し 外部被ばく線量評価方 外部被ばく」であること が分かったのです。 ゆりちゃん 「公衆の これに対して国連科学 し、具体的には「土壌に 線量」を求めることと んリスク、を表す「実効 委員会は、放射線の『が

空間線量率の実測値を 航空機サーベイによる 詳しく教えて下さい。 タクさん日本では、

測値から理論的に計算 する方法を適用しまし 沈着した放射性物質濃 度(放射能濃度)」の実

齢による)、②屋内外の 量は、①個人の体格(年 た。公衆の外部被ばく線

公衆に対

場所の種類 屋内

下記を含む屋外 舗装された環境 未舗装の環境

これに屋内外の滞在時 遮蔽係数を掛け合わせ 間、および家屋の放射線 を三つの年齢グループ、 放射線遮蔽係数に依存 ター)、および③家屋の 滞在時間(居住ファク します。同委員会は公衆

年時点で一六歳以上)、 すなわち成人(二〇一 歳)、一歳(同時点で五 十歳 (同時点で六~十五 集団に対してはさらに、 みましょう。先ず、居住 使われたデータを見て 細分化しました。実際に "主に屋外で働く人"と *主に屋内で働く人*に

て、年間の事故による

「追加被ばく線量」を推

造家屋、(b)一階から 滞在時間が決められて 者を含みます)、および と屋内労働者(年金受給 に示す通り、屋外労働者 います。次に、家屋の遮 二階の木造防火 (しっく 4の標準家屋、 すなわち **敞係数ですが、**これは日 丁供に分けて、屋内外の (a)一階から三階の木

する外部被ばく線量評価に用いた居住ファ

0.85

0.15

0.05

0.8

0.2

0.1

0.9

0.1

0.05

パターン、年齢および居 ばく線量は、生活(行動) られました。個々人の被 という遮蔽係数が与え 四、〇・二および〇・ に対してそれぞれ〇・ コンクリート高層住宅 い)家屋、および(c)

0.7

0.3

0.2

0.1

変わります。 住環境によって大きく

57

ポイン

広く利用されている放射線

のレベルとその影響 A」が公表されまし めて、「科学的付属書 いましたが、今回初 告されるに留まって では、その概要が報 第六十八回国連総会 表しました。昨年の による放射線被ばく 大震災後の原発事故 は四月二日、「東日本 (最終報告書)」を発 (DZSCEAR) 国連科学委員会

3

齢を、①二十歳

した。また評価の対象年

ゆりちゃん 福島に

く線量評価方法につい ちゃん 公衆の被ば

区、②避難が行われな で避難した福島県の地 数日から数ヶ月の単位 委員会は地域を次の四 て教えて下さい。 つすなわち、①事故後、 タクさん 国連科学

馬県、茨城県)および福 県(宮城県、栃木県、群 画、③福島県に隣接する かった福島県の行政区 島県に近い県(岩手県、

千葉県)、④その他の都

迫府県全て、に分類しま

身の実効線量(単位: グレイ。Gy)、および全

区域外で事故の影響を

最も受けた成人の平均

32 シーベルト ´v*)を推 定しました。

児)としました。そして 歳(五歳未満の全ての幼 成人)、②十歳(五歳以 上の全ての小児)、③一 (全ての たのですか。 はどのように評価され 住む人達の被ばく線量

同委員会は、「事故後一 線、量および、甲状腺吸 故後一年間の、平均実効 タクさん 表1は、事

影響小さく検出不 福島県住民への健 康 可

られたモデルとデータ を使って、放射線感受性 準的かつ国際的に認め の評価に重点を置き、標 の高い臓器(甲状腺、赤 年間の積算被ばく線量」 房)の吸収線量(単位: 色骨髄および女性の乳 を表しています。その結 要な被ばく経路(外部被 です。線量は、三つの主 収線量。を評価した結果 果、①避難者および避難 よる内部被ばく)の合計 ばくおよび経口摂取に ばく、吸入による内部被

 事故後1年間の地域平均の実効線量を 居住地

 度け
 実効線量

 地域
 成人

 プ防的機能な(a)
 1.1~5.7

 10
 1.12~5.7

 10
 1.12~5.7

 10
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 1.12~5.7
 1.12~5.7

 <td $\begin{array}{c|cccc}
 & 1.1 \sim 5.7 & 1.6 \sim 9.3 \\
\hline
 & 4.8 \sim 9.3 & 7.1 \sim 13
\end{array}$ 47~83 0.2~1.4 0.3~2.5 0.6~5.1 2.7~15 0.1~0.3 0.2~0.5 0.5~0.9 : 福島でのγ線とβによる被ばくの場

②甲状腺吸収線量は成 約十mSの範囲であり、 1歳児で最大約八十m 実効線量は数mSから Gど推定されました。 人で最大約三十五mG、 チェルノブイリのよう がんについては、「チェ く線量はかなり低く、 と比べ、福島県での被ば 民の甲状腺被ばく線量 ルノブイリ事故後の住 (原産協会・人材育成部)

のですか。 どのように評価された 住む人達の健康影響は ゆりちゃん 福島に ない」と評価しました。 増加するとは予想され に甲状腺がんが大幅に また「不妊や胎児への障

検出できないであろう みなされる。しかしその であっても、がんリスク ば、約十ms(実効線量 直線モデルに基づけ CRPの "しきい値なし の固形がんですが、「I と評価しました。甲状腺 スクに比べ小さすぎて 発生によるがん罹患リ 上昇分は、日本人の自然 の若干の上昇はあると タクさん まず通 り極めて低い。このこと ではないだろう」と総括 健康影響の発生率の増 ばくによる一般公衆の として生ずる放射線被 は、福島第一事故の結果 イリ事故後の被ばくよ 線被ばくは、チェルノブ 故によって生ずる放射 経験から、「福島第一事 チェルノブイリ事故の びに遺伝性の影響は予 しています。 加も、おそらく識別可能 想されない」と評価しま 害、および白血病や乳が した。国連科学委員会は んについての増加、なら

のレベルとその影響

百mS、一年間で最高

〔最終報告書〕」を発

9

大震災後の原発事故 は四月二日、「東日本 による放射線被ばく (UNSCEAR) 国連科学委員会

ばく線量と健康影 作業した人達の「被 福島第一原子力発電 響」の評価結果につ 所の放射線環境下で 表しました。今回は、 いて紹介します。

線量の制限値って決め 作業する人達の被ばく

十七号)まで続きまし

百~千mGの範囲で、成

(原産協会・人材育成部

日(厚生労働省令第百四

ゆりちゃん 現場で

状態が、同年十二月十六

した。

制で定められた放射線 な線量)」は、五年間で 限度(防護のための特別 られているのですか。 作業従事者の「実効線量 タクさん 日本の規

れたのですか。

日には、二百五十mSx まで引き上げられ、この が決められました。さら 時線量限度」とすること し、事故直後、『百mS』 に、二〇一一年三月十四 に引き上げこれを「緊急 。五十mSxです。しか

広く利用されている放射 線 33

量限度として採用しま 保障するため、より低い 定したレベルの遵守を 二百mS*を緊急時線 ゆりちゃん ただ東電は、 、国が設 月までの作業者二万千 七百七十六人の被ばく と前置きしてから、先 ついて「①二〇二二年四 ず、作業者の線量評価に 量(mg)』で評価

響」はどのように評価さ の「被ばく線量と健康影 作業者

線量限度(二百五十m 効線量は東電社員の六 百七十九mS、緊急時の S) を超えたケースが六 緑量の中で、最も高い実

器の被ばく線量を、吸収 元請業者作業員 積算線量(mSv)

* 実効線量には外部および内部被ばく両方の寄与が含まれる

の違いに留意し評 実効線量と吸収線量

Sv)、、また甲状腺など臓 影響を "実効線量 (m 会は全身への被ばくの ター長は「国連科学委員 防護研究センター長に 放医研•酒井一夫放射線 常に大事な質問なので、 解説戴きました。同セン タクさん これは非 うな短半減期の放射性 が遅れたため、130よ 内部被ばく測定の開始 件 (図1参照)。また② た。これら短半減期核種 核種は検出されなかっ 〇%であり、事故初期の よる被ばく線量の約一 による被ばくは、113に 除できないが、その確率

は低い、心血管疾

(期被ばくの甲状腺

症の起こる可能性は排 いては、甲状腺機能低下 る。このような人達につ 線量を受けたと見られ 〜十二Gの甲状腺吸収 作業者が、131により1. 康影響について「①放射 握するためには、さらな していない。②十三人の 急性の健康影響は発生 線の影響による死亡や べられました。次に、健 被ばく線量を確実に把 る解析作業が必要」と述 る健康影響が識別可能 なほど高くなることは を超えたと推定される。 甲状腺吸収線量百m 性は低い。⑤約二千人が 別して診断できる可能 生するがんリスクと区 予測されるが、自然に発 はがんリスクの上昇が 受けた。このグループで 七%(百七十三人)は百 ない。④作業者の約〇・ mS以上の実効線量を 放射線被ばくによ 判断できない。③ が不十分なため 低く(平均約十m %は、実効線量が 作業者の九九・三 については情報 白内障のリスク 患のリスクは非 環境中レベルの変化、作 期の緊急作業従事者の 状腺がんのリスクは高 の十三人については、甲 吸収線量が二~十二Gy 可能性は低い。⑥甲状腺 生率上昇が検出される はなく、甲状腺がんの発 んのリスク上昇の証拠 評価を継続して行いま く防護措置などの情報 業場所・休憩場所の空間 作業履歴、放射性核種の いが、人数が少ないた 線量率、個人線量計を共 れました。国連科学委員 できないだろう」と話さ め、発生率の上昇を識別 詳細な福島事故の影響 を収集・分析し、さらに 有した際の信頼性、被ば 会は今後さらに、事故初

の違いを精査(レ の『放射線感受性』 類の異なる。がん。 線源、影響及びリス 告書「電離放射線の 昨年十月、UZOO を公表し、二十三種 射線被ばくの影響」 Bとして、「子供の放 ク」の科学的附属書 EAR IO I 三 年 報 について子供と成人 国連科学委員会は

ビュー) しました。

んの誘発に関する用語

告書で、「子供が成人よ CEAR二〇一三年報

がんについては、子供の

ほうが成人よりも放射

、が含まれています。が

広く利用されている放射

線 34

りも被ばくの影響を受

けやすいとの一般的な

えて下さい。 性、の定義(意味)を教 "子供"と"放射線感受 ゆりちゃん 最初に

科学委員会が調査した を"成人』に対する用語 ます。したがって、国連 に対比して使用してい 属書Bでは、用語、子供 タクさん 科学的附

率のことです。 放射線による腫瘍発生 放射線感受性」とは、 い。しかし、いくつかの 健康影響に対しては、子 認識は、部分的には正し

性が高いと聞きますが 本当ですか。 人よりも放射線感受 ゆりちゃん 子供は ています。具体的には、 供のほうが成人よりも 抵抗力がある」と説明し 一十三種類の異なるが

うが成人よりも、常に二 タクさん 子供のほ のどちらが発症しやす んについて、子供と成人

肺がんでは成人のほ

児、子供および思春期の 科学文献は二十歳未満 人に対するもので、幼 多いです。原子放射線の 高いと思っている人は 委員会は、最新のUNS 影響に関する国連科学 〜三倍、放射線感受性が うが被ばくの影響大 白血病、甲状腺がん、皮 1参照)。その結果、① 腫瘍を含む約二五%の 膚がん、乳がんおよび脳 いか、精査しました(表

> 子供>成人 25% 10% 食道がん等 20% 30% いと結論し、「子供のほ する曖昧な考え方を否 はほとんど認められな 定しました。 放射線感受性は高い」と

> > mS以上)では、子供は では、「高線量域(五百 た部分があります。それ 時年齢別に分類・整理し スクを、男女別、被ばく

成人より放射線感受性

む三〇%のがんについ んおよび子宮がんを含 腫、前立腺がん、直腸が 低い、③ホジキンリンパ よりも放射線感受性は いては、子供の方が成人 む約一〇%のがんにつ い、②逆に、肺がんを含 線感受性は明らかに高 省庁が発信している情 健康影響に関する科学 基礎知識、放射線による 射線医学総合研究所に めました。その中に、原 報等を収集・整理し、「統 的な知見、それから関係 委託する形で、放射線の 昨年十一月、環境省は放 ろに気がつきますねえ。 さ」も影響しませんか。 一的な基礎資料」をまと には「被ばく線量の大き タクさん いいとこ ゆりちゃん す。」と記載されていま あると考えられていま が高いとみなすべきで の線量域でも、子供は成 線防護の観点からは、ど 分でない。そこで、放射 ず、科学的知見は未だ十 学的手法では検出でき としても小さすぎて疫 リスクの変化があった ある。しかし、低線量域 が高いことは明らかで 人より三倍程度感受性 (五百mS以下)では、

ては、子供と成人の違い 爆被爆者のがん罹患リ (原産協会・人材育成部

ンポイント

の三十三人から十七 以下) は前回 (二月) 供(事故当時十八歳 断が「確定」した子 福島県立医大が五 調査」検討委員会で 腺がんは増えている になったと報告しま 人(前回は四十一人) んの疑い」は三十九 した。 放射線で甲状 **人増え五十人に、**「が 福島県「県民健康 甲状腺がんと診

のでしょうか。

リシーベルト (msv)以

詳細な二次検査を受け

かれました。その会議に

内部被ばくによる甲状

子供四千三百六十五人

と述べています。

(原産協会・人材育成部)

部被ばくの場合は全身

それぞれ二十 皿 および 五皿を超えた場合には、

(しこり)」のサイズが、

線量「実効線量」で百ミ

広く利用されている放射線

甲状腺とは、首の前、喉 がんって何ですか? 仏(のどぼとけ)』の骨 タクさん そもそも ゆりちゃん 甲状腺

よりやや下の方にある 二十~三十グラムの小

射線医学県民健康管理 医療科学センターの放 がんです。ふくしま国際 さな臓器です。この臓器 にできる腫瘍が甲状腺 センターによれば、①外 にもの)」および「結節 康調査」では「のう胞 また、福島県の「県民健 (体液の溜まった袋状

福島県内

には「組織等価線量」百 上、②内部被ばくの場合 mS以上で、発がんリス 35 るのですか? ることになっています。 甲状腺がんが増えてい によって福島県内では、 ゆりちゃん 放射線

2, 468

44

0.7

2,06

56.

者が四~五年以上です。 者が十~十五年以上、後 するまでの期間) は、前 から甲状腺がんが発症 クの増加が観察されて います。 潜伏期 (被ばく 象を受けます。しかし、 えているかのような印 たびに甲状腺がんが増 査の経過が報道される 回目の県民調査が終 タクさん 超音波検

での甲 · 状腺 表1 福島県と環境省が行った甲状腺超音波検査の結果 47. 136, 80

がん増加とは言えず は世界十か国から、医学

と甲状腺がんに関する の数も増えていたので は、同時に、検査対象者 了する本年三月末まで 国際ワークショップ(一 す。最近東京で、放射線 十一日~二十三日) が開 に比べて著しく低い、② ルノブイリ事故の結果 状腺被ばく線量は、チェ が集まり、「①子供の甲 トップクラスの専門家 ク評価専門家など、世界 者、疫学者、放射線リス 弘前市の三〜十八歳の

腺がんの潜伏期間は四 長崎市と甲府市、青森県 は、福島県と同じ手法で きないのですか? 率を比較することはで 他県の甲状腺がん発症 学的知見から、放射性ヨ の増加とは考えにくい 射線による甲状腺がん あった」と評価され、放 児でなく十歳代の小児 甲状腺がんと診断され あるとは考えにくい、③ ウ素(I‐13)が原因で ~五年と考えられる。医 た子供は、事故時点で幼 〇〜五歳児の幼児)で し判断されました。 (チェルノブイリでは タクさん 環境省で ゆりちゃん 福島と くなった。福島が異常な 胞などが見つかりやす 学名誉教授は、超音波検 ぼ同様だったと考えて 健康管理担当参事官は、 た。環境省の桐生放射線 % (福島は○・六%) い 胞になどがあった子は た子供が五六・六%、そ 日新聞(二〇一三年三月 状態でないとわかった」 福島の結果は他県とほ 以下の、じこり、のあっ 表しました(表1)。朝 の結果を昨年三月に発 いる。また、長瀧長崎大 れ以上の大きさの、のう の超音波検査を実施、そ 下の「のう胞」や五ミリ 八日)は、「二十ミリ以 査の性能が上がり、のう

広く利用されている放射線

(表1参照)。

て体によくないのです ゆりちゃん お酒っ

そう思うのですか。 研究センターの「放射線 近ある雑誌で、国立がん タクさん どうして ゆりちゃん つい最

れているのでしょう 説は科学的に検証さ れない」というこの ら体を守るのかもし なったので、タクさんの かれており、少し怖く お酒も減らさないとい ないと思ったのです 「がんの要因」と書 お酒も放射線と同

す。「お酒が放射線か という記載がありま の病体が良くなった とにより原爆被爆後 験」にお酒を飲むこ 証言/長崎原爆体 された書籍「医師の

> 36 表しました。そこではマ ウスに大量の放射線

いる。したがって、日本 基)の除去作用を持って が水酸基(ヒドロキシ

オン線)に対しても効果 なく、重粒子線(炭素イ に効果があるばかりで

ば、「放射線は怖いと 影響を比較してもらえ 身近なお酒と放射線の 待ってください。私は、 タクさん ちょっと ます。その結果、お酒 調べる実験を行ってい て三十日後の生存率を (人に換算すると約四 (純米酒) 〇・六 m L (七・八グレイ)を当て

思っていたのですが、逆 思っている人も少しは 安心」するのでは、と 約八〇%ものマウスが 五合)を事前にマウスに 回 飲ませておくと、

大学出版会から発行 九八二年に東京

か。

果認める実験結果 飲酒に放射線防護効 Ė

教授は論文の中で、「日 タクさん 滝澤名誉

ク比較表」を見たのです と生活習慣のがんリス 63,1-12,2014) に発 ADIOISOTOPES, 射線防護効果」と題して 照射マウスに対する放 お酒の利点を学術誌(R 学)が本年一月、「X線 澤行雄名誉教授(秋田大 になるなんて。実は、滝 と報告されました。 あることが確認された じるのですか。 観察され、お酒には放射 線に対する防護効果の 元気に活動する事実が て放射線防護効果が生 ゆりちゃん どうし リーラジカルを減弱さ 酸化物質の一つである ミノ酸とその誘導体(抗 放射線により生じたフ 防護効果は、日本酒のア 本酒の放射線に対する グルタチオンなど)が、

また、エタノール

年)の中で「ビールには、

が問題だわ。

放射線急性障害の低減

(原産協会・人材育成部)

放射線と生活習慣のがんリスク比較表 の相対リスク 1.8倍 (日本酒換算) 1.6倍 1.4倍 (日本酒換算) 1.4倍 1.08倍

1,000~2,000ミリシーベルト 毎日3合以上飲酒(日本酒換 500~1,000ミリシーベルト 毎日2合以上飲酒(日本酒換 100~200ミリシーベルト

ニュース№77 (=1001) 学総合研究所は、放医研 果は生じるのですか。 以外でも放射線防護効 を下げるのです。 の高い活性酸素を消去 NAを損傷するリスク ます。日本酒は、反応性 発揮される」と述べてい びにエタノールの水酸 て、その相乗作用による 基除去作用があいまっ して細胞膜、あるいはD 放射線防護作用が強く **酒においては、アミノ酸** による抗酸化機能なら ゆりちゃん 日本酒 タクさん 放射線医 理由に飲酒が増える方 クの低減効果が併記さ 直され、飲酒によるリス が進み、表1の表現が見 線防護効果」がありま のように飲酒には「放射 る」と述べています。こ 開発に手がかりを与え がある。この発見は今 りも、放射線防護効果を 安」も軽減されるのでは す。これからもっと研究 作用の少ない防護剤の ちゃんの「お酒への不 後、重粒子線に対する副 ないでしょうか。 れるようになれば、ゆり ゆりちゃん それよ

62

フンポイント

この二つは同じ意味 く」と耳にします。 SVの数値を示したら タが毎時○・二三μ 故後、「サーベイメー 定める一方、 を「一msv/年」と 対する実効線量限度 勧告に基づき公衆に CRP)一九九〇年 射線防護委員会(一 ″ーmsv/年[®]被ば 法令では、国際放 、福島事

広く利用されている放射線

えて下さい。 効線量限度」の意味を教 令で定められている「実 ゆりちゃん まず法

度は〝実効線量〟で年間 Pは一九八五年、 パリ会 合で、一般公衆の線量限 mSvにする声明を発 ません。

測定できる量ではあり

が特徴です。サーベイ

メータは、この、一m線

実効線量は、図1に示す ような人体模型(ファン 表しました。これが現在 『実効線量限度』です。 て何ですか?

なのでしょうか。

トム)を使い、体内臓器 37 量。 の測定はとても難し いので、国際放射線単位

を測定する線量計(サー れる量であり、場の線量 によって初めて求めら み、臓器ごとの被ばく線 の位置に小型の線量計 ベイメーター)で簡単に 量を測定・評価すること (百個程度) を埋め込 りも常に、大きくなるの 当量は、〝実効線量〟よ の線量(一m線量当量) しました。この一m線量 で代用する方法を提案 径三十mの球体を考案 測定委員会(ICRU) し、表面から一mの深さ は、人体と同じ組成の直

年 誤解の多い 間 m Sv」の概念 「除染目標

事なことなので少し詳

タクさん これは大

しく説明します。ICR

定する「一mS/年」っ はサーベイメータで測 ゆりちゃん それで す。 に、校正されているので 量当量、を指示するよう

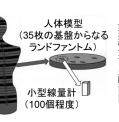
タクさん 実効線 し詳しく,実効線量,と ゆりちゃん もう少 四方八方から飛んでき は〇·六~〇·八MeV、

は本当に年間一mSな 染基準〇・二三μV/h

ないでしょうか。

(原産協会・人材育成部)

ための人体ファントムと 小型線量計の配置図 実効線量測定の



"一cm線量当量# , の 関係

被ばくが中心です。その う。福島では、現在、放 原発事故を例にして具 Cs-13) γ線による外部 射性セシウム (Cs - 13と 体的に考えてみましょ を教えて下さい。 **γ**線のエネルギー範囲 タクさん それでは 効線量で○・五八mwと 単位) でも両者の間に なり、同じ線量単位 (sv 〇一四年二月号)に、「除 ることがわかります。ア 当量で年間一mがは、実 イソトープニュース (二) "一・七倍」の差の生じ

専門家は、「等方照射さ RPは、一九九六年勧告 れる」と言います。IC の関係を求めています。 をいろいろ変えて、一m ます。このような状況を 線量当量 と 実効線量 エネルギーと照射条件 (Pub.74)で、 r線の のか?」、という記事が

福島のような等方照射 の条件下では、一m線量 その結果を利用すれば、 掲載されていました。 する必要があるのでは もっと正確に情報発信 射線の単位については 混乱があったのです。放 やはり除染目標、年間 み解くことができます。 ぼ一・七倍の約〇・三九 これを含むとする) のほ 〇四usy/hと仮定し、 福島の自然
ア線量を〇 ばく線量(追加線量)は、 表すとすれば、サーベイ 令で定める実効線量で mS*という線量概念に O: 三 us/h (但し、 メータで管理すべき被 usy/hになる」、と読 「この一mS/年を、法

怖れがあります。 を忘れると「リスク えて比較」すること 単位(分母)をそろ のリスクなのか」、と 用する際には、「リス を過大に評価」する しこの時、「リスクの いう視点で考えるこ クがあるか・ないか」 とが大事です。しか ではなく「どの程度 「リスク情報」を利 放射線の様々な

Œ

確

な

の単位(分母)をそろえ

めのリスク・コミュー ケーション・ガイド」で ク研究学会は「市民のた て比較」って何ですか。 同じひとりの被害者 タクさん 日本リス す。

然違う。被害者の数だけ りであるか、②十万人に てリスクの大きさは全 ひとりであるか、によっ 者が千人のうちのひと が出る場合でも、①被害 に注目するのではなく、 に教えて下さい。 ル)で、放射線被ばくの イト(サイエンスポータ 術振興機構のウェブサ 東大特任教授は、科学技 タクさん 諸葛宗男 7

ゆりちゃん

ーリスク

その分母となっている

人数にも目を向けて、同

スクよりも約百倍も大 リスクが交通事故のリ

ん。死亡する確率がこれ

広く利用されている放射 線 38

きく勘違いされたケー

るためには、日本人につ

できる」と説明していま きなリスクなのか把握 る問題がどのくらい大 することで、直面してい じ大きさに揃えて比較 て下さい。注目するのは うな勘違いが起こった のかわかりやすく説明 授が作成した表1を見 しています。先ず諸葛教 なぜそのよ

ことのように思えるの ですが、もう少し具体的 ゆりちゃん 当然の 間に死亡する確率」で 亡率とは「一個人が一年 率、という言葉です。死 死亡率 と 生涯致死

生涯 死者数 (**10万人当り** 5.9人 ー % (10万人当り) 死因 致死率 0.66% 100mSvの 被ばくによる 4.5人 0.0045% 0.5%

リスクの分母をそろえ 比較

%」という数値を与えま

欄に示す通り「〇・六六 故による生涯致死率の

とによりその人が、が とは「一個人が、特定の 死亡率がこれにあたり です。放射線を受けたこ ます。また、生涯致死落 す。交通事故による年間 原因』で死亡する確率_ を のリスクは、交通事故死 百mSの放射線被ばく %)」を単純に比較し、 を「生涯致死率(〇・五 %)」と放射線のリスク のは、交通事故のリスク 「死亡率(約〇・〇〇六 にあたります。よくある

思ってしまうのです。 いと勘違いして「だから 母に気をつけて」と言い 〇・五十〇・〇〇六) 高 ければ許容できない」と のリスクと同程度でな 少なくとも交通事故死 はとても許容できない。 ゆりちゃん 最初「分

れを行い、表1の交通事

できませんが、教授はこ

がないと正確には評価 死亡するか」という情報

のリスクより約百倍(= らないと言っておられ るのです。。死亡率を して比較しなければな る「生涯致死率」に換算 放射線リスクで使われ ね。諸葛教授は、これを 表すとお話ししました 計では「十万人当たり何 事故による死亡事故統 人死亡という死亡率」で 警察庁が公表する交通 ましたよね? タクさん そうです。 す。このように、リスク 故と放射線のリスクも 事なのです。 較」することがとても大 は「分母をそろえて比 同士を比較するために 比較すれば、約百倍も異 率 (分母が同じ) 同士で と思いますが、生涯致死 (原産協会・人材育成部) なると思われた交通事 「ほぼ同じ」になるので した。もう既にわかった

する印象が大きく変 よって、リスクに対 ちらで説明するかに 乗せされる(絶対リ きさを「①がんで死 言いますが、その大 りがんが増える」と わります。 スク)、②何倍増える 亡する確率が何%上 (相対リスク)」のど 「放射線被曝によ 、相対リス

9

ういうことですか。 きく印象づける」ってど スクの方が「リスクを大 ゆりちゃん 「相対リ

中で、コレステロール値 ツァ、適応行動・認知学 所、ゲルト・ギーゲレン 驚くほど危険な生活」の センター所長は、著書 プランク人間発達研究 数字に弱いあなたの タクさん マックス・ ました。その結果を表1

て、出す)で評価してみ で死んだ人の数で、割っ

患の新薬 "プラバスタチ を対象にした「冠動脈疾 が危険なほど高い千人 の臨床試験結果」を の死亡者数は、投与しな 与された千人の五年後 い場合の、四十一人、か に示します。同表から、 "プラバスタチン" を投

きく印象づける」と

われています。

クで説明すると「リ

スクを必要以上に大

広く利用されている放射線 対リスク減少率(絶対リ て、出す)、および②相 スク減少率を、治療なし だ人の数を、差し引い 絶対リスクの減少率(治 例にして、「効能」を一 から、治療を受けて死ん 療なしで死んだ人の数 通りの方法、すなわち① 39 少した」と評価します。 スクでは、「二二% (= 価します。一方、相対リ れを絶対リスクでは、千 絶対リスクの減少値、九 たことがわかります。こ 人の数 "四十一人") 減 人あたり九人、すなわち へ。 /治療なしで死んだ 「〇・九%の減少」と評

く見える相対リスク 絶対リスクに比べ大き -ル値を下げる薬に

よる死亡率の低下 32*J* 41.

> 上乗せされる」と述べて 死亡する確率)は、五% スク(生涯の間にがんで がんによる生涯死亡リ わじわと被ばくすると、

考えでは「実効線量で一

いあたり五%の増加」と

ます。 ICRP の 公式 の

増える」と記載されてい ない人よりも約四二%

リスクよりも効能が大 対リスクのほうが、絶対 同じ内容であっても相

きいと思いませんか。

くによるがんリスクの 員会 (ICRP) の被ば 線防護委 患の概要(二〇一二)」

は「放射線のがんリス

ゆりちゃん それで

ク」はどのように定義さ

れているのですか。

公式の考え」が記載さ

コレステロ-治療

(From Skolbekken, 1998)

んこれ

ら 三十二人 に減少し

タクさ

れており、「全身線量(実

した人が七十歳時にが

効線量)で通算一シーベ

ルト(S)の放射線をじ

クは、一Svあたり一・四 んで死亡する相対リス

一倍、すなわち被ばくし

は田崎晴 識」が参 基礎 の著書 明学習院 について 大学教授 いな放射 「やっか

線と向き くための らしてい 合ってく います。 リスク」は使われている のがんリスクにも「相対 ゆりちゃん 放射線

考になり 知 きな問題なのです。人の のですか。 タクさん それが大 たのにその八倍も高 率が増えると思ってい

こには、 国際放射 ます。そ 対リスクにが多用されて 疫学研究の分野では、相 所の「原爆被爆者の死亡 います。放射線影響研究 射線のリスクコミュニ るかもわかりません。放 スクと相対リスクの意 ケーションでは「絶対リ かったのか」と勘違いす

報、がんおよび非がん疾 率に関する研究、第十四 要があります。 味の混同」に注意する必

には、「三十歳で被ばく

(原産協会・人材育成部

65

で一Svで五%がん死亡

告書を見た人は、「今ま なっていますが、この報

線のリスクが変わ 羽京大名誉教授は、 は、がん、になるの の大半も「安心して 放射線の影響はな ことによって、放射 た人もいました。丹 では」と不安になっ よい」と説明しまし たが、逆に「いつか い」と言い、専門家 生活習慣を変える 福島第一原発事故 政府は「直ちに

る」と述べています。

囲の状況を無視して増

え続けます。丹羽先生は

参照) によるものであ 慣に依存する要因(表1 れらはその他の生活習

これは、放射線が正常細

受けないようにすれば、

きるのです。

ますが、がん細胞は、周 えることをやめたり

突然変異が必要だが、こ

広く利用されてい

く教えてください。 生の話をもう少し詳し ゆりちゃん 丹羽先

げられています。体の中 況に応じて増えたり、増 の正常細胞は、周囲の状 対談という形で取り上 四年三月発行)」の中で 放射線リスク学(二〇 なるにはあと「四つ」の

中西準子著「原発事故と タクさんこの話は、 る突然変異は高々「一 基準線量(二十ミリシー つ」である。がん細胞に 量域では、放射線が与え 、ルト/年)以下の低線 射 生活習慣の

線

リスクも変わ

変化で放

知の部分があるという

もしれないという不安

つかは、がん、になるか を受けたはずであり、い どこかの遺伝子に障害 でしょう。しかし、体の を拒否する人は少ない

から将来にかけての未 ということ、つまりこれ

ことです。過去の被ばく

によって少しがんにな

ます。生活習慣によっ を持つ人は多いと思い に「五個」程度の傷がで 「正常細胞の遺伝子上 る放射線 40 す。 で、がんを引き起こすこ とはない」と述べていま

り

低線量放射線だけ

きて初めてがん細胞に す。そしてここがとても なる」と説明していま **入事な点ですが、「帰還** わるのですか。 ゆりちゃん

で放射線のリスクが変 慣を変えると、どうし て、放射線のリスクが変 タクさん 生活習慣 生活

比較(放射線と生活習慣) 生活習慣に依存する要因 喫煙 がんリスクの比較 放射線 (mSv) 2000 - 500大星 大量飲酒 やせすき 肥満 500 - 200加 運動不足 <u>塩分の取</u> 野菜不足 200 100

動するのは、上記の「放 る 胞に一つの突然変異を

射線とその他の要因と ます。放射線発がんで から、自然に導き出され の組み合わせ」の考え方 い潜伏期が見られます。 は、通常、十年以上の長 るまでの期間と考えら の長い潜伏期間で、他の れます。そうなると、こ の突然変異が蓄積され 与えたあと、さらに四つ 要因による突然変異を 響をなかったことにで き算により、被ばくの影 響を減らすことができ 早めた分だけ、これから る進み具合(ペース)を れば、単純な足し算と引 の人生で他の要因の影

変異を生じるかどうか

で、残り「四つ」の突然 十年も生きていく過程 ていません。これから何 点ではまだ、がんになっ を心配する人は、その時 なります。被ばくの影響 症は抑えられることに 放射線によるがんの発

線でも同じことが言え 診断・検査で受けた放射

ゆりちゃん

医療の

るのですか。

です。医療の診断・検査

タクさん その通り

効に利用する道を広げ うになれば、放射線を有

広く受け入れられるよ

わるという知見が今後、 て、放射線のリスクが変

る一助となるでしょう。

原産協会•人材育成部

住み慣れた地域に

帰還したいという思 いという思いとの間 健康被害を受けると いと、放射線による ころには戻りたくな

は、特に、避難指示 県住民の方々から で葛藤している福島 解除の要件「年間」 十ミリシーベルト以

広く利用されている放射線

するのですか。

3

の線量なのですか。 というのはどれくらい タクさん 国際放射 ゆりちゃん 低線量

りやすい説明が求め なのかどうか、わか 下の低線量」が妥当 S) において、発がんリ 爆生存者の約五十年間 この線量域では、原爆被 スクの上昇は認められ にわたる寿命調査(LS 量」と定義しています。 (msv)以下を「低線

P) では百ミリシーベル 線防護委員会(ICR

ていません。ICRP の影響(リスク)の大き ゆりちゃん 放射線

られています

放射線防護の立場か

さは「線量率」にも関係

放射線管理の目的のた ら「百mS以下の低線量 用しています。しかし、 い値がないという仮説 でも、被ばく線量と影響 「このLNTモデルは、 (リスク) の間にはしき (LNTモデル)」を採 41 にして広く観察されて の影響も下がるという おり、動物実験でも、低 細胞死や染色体異常、さ 現象は、細胞レベルでの 量率が下がると放射線 らには突然変異を指標 ても重要な質問です。線 タクさん これはと

線量 がんリスクも下がる 率が下がると発

います。 スク評価に用いるのは 適切でない」とも述べて ある。低線量放射線のリ めにのみ用いるべきで 線量率での照射では「発 す。低線量率の定義もい 果」が確かめられていま がんリスクが下がる効 ろいろありますが、国連

時間以下」を低線量率と AR) は「三・六msy 科学委員会(UNSCE CEARの示す数値よ りもさらに千分の一以 率の環境です。低線量率 上低く、明らかに低線量

表 1 寿命に関する実験結果のまとめ 寿命の長さ 総線量 メスマウス オスマウス 線量率 (400日間) 変わらず 有意な短縮 (約20日) 有意な短縮 (約120日) 20mSv 変わらず 1mSv/日 400 mSv有意な短縮 (約100日) 20mSv/日 8,000mSv

発二十㎞以遠の現在の 放射線レベルは、UNS しています。福島第一原 が、寿命に及ぼす影響を 指標として、マウスを た例はありませんか。 環境科学技術研究所」 タクさん 財団法人 /年について実験し

低線量率影響研究を行 (原産協会・人材育成部) 使った大規模な低線量 難先からの帰還基準(一 減効果を合わせれば、避 とや、低線量率による低 います。低線量であるこ DNAの傷の良好な修 復にある」と考えられて る理由は「細胞、および S/年を目指す」ことを ちろん将来的には「一m 断といえるでしょう。も で発がんリスクの下が 忘れてはなりません。 十mSV/年)は妥当な判 ゆりちゃん 二十m 件ではマウスに有意な 十mSV/年)の妥当性を ス、メスともに有意な寿 よると、①および②の条 率(①二十ms/日、② 使い、三つの異なる線量 せて四千匹のマウスを 裏付けるひとつの実験 んでした。帰還基準(1 命短縮は観察されませ たが、③の条件ではオ 寿命短縮が見られまし を観察しました。それに 連続照射し、寿命の変化 mSV/日、)で四百日間 験には、オス、メス合わ 年に報告しています。実 い、その結果を二〇〇二 結果といえるでしょう。 一mSv/日、③〇·〇五

3

七月十日付けの神

用し、がん細胞を 胞をつくる技術を応 線の発がんメカニズ を標的とした「放射 はっきりし、DNA 次々に生み出すがが 戸新聞NEAT(電 ム」も見直しがなさ ん幹細胞の存在が と報道しました。が ん幹細胞』を人工的 に作ることに成功」

広く利用されている放射線 42

タクさん 最近、医療

教授は、「放射線の真の 標的は 組織幹細胞 に対して丹羽京大名誉 えられてきました。これ 限に増殖していくと教 にはがん細胞になり、無 然変異を繰り返し、最後 は生き残り、その後も突

なものですか? カニズム」ってどのよう での「放射線の発がんメ ゆりちゃん これま

スが生じます。この修復 が、たまに失敗するケー は、正しく修復されます つけます。傷の大部分 的として攻撃、これを傷 核の中の ´DNA゛を標 用し、細胞の中心にある 個の、体細胞、と相互作 体を構成する約六十兆 タクさん 放射線は、

れるのでしょうか。

に失敗した細胞の一部

生の話をもう少し詳し

できないことから、この

からのストレスを防ぐ

競合は、人の年齢に大き

(原産協会•人材育成部

ように、がん細胞を次々 る『組織幹細胞』がいろ 塊を注意して見た結果、 に生産する特殊な細胞 の分野では、がん細胞の いろな細胞を生み出す (これをがん幹細胞と 「組織や臓器の中にあ

メカニズム解明の鍵か がん幹細胞が発がん

明しています。 られる。がん幹細胞が、 放射線があたってつく 担っているようだ」と説 がん化の重要な役割を (※) である。これに ゆりちゃん 丹羽先 かってきました。この 呼ぶ)」のあることがわ で、通常のがん細胞、を 発、転移をなくすことが いる限り、抗がん剤など たたいても、がんの再 『がん幹細胞』が残って

胞』の一部が、がん幹細 射線によって、組織幹細 ています。 胞』であろう」 と予測し 真の標的は、組織幹細 胞に変化すると考え、 ように、丹羽先生は、「放 のような状況に応える ぶ人もいるそうです。こ 細胞を、女王バチ、と呼 チと呼ぶ)の中だけで生 動度などは制限されま なく、つねに正常な、組 胞には、いつまでも優先 す。大事なことは、シェ 存し、その数や寿命、活 微小なシェルター(ニッ 的に居住できることは ルターにいる。がん幹細 織幹細胞 と、場所の取 りしない「発がんの年齢 きそうです。本件につい など)」の理由を解明で ニズムがさらに明らか く依存します。そのメカ ては次回、説明します。 いたよりも小さいこと スクが従来考えられて 依存性(胎児の放射線リ になれば、今なおはっき

DNAから 組織幹細 胞、に変わるとどうなる のですか。 ゆりちゃん標的が、

胞』が放射線を受けて なら、この細胞は、組織 けるはずです。つまり、 幹細胞、と同じ制約を受 『がん幹細胞』は、周囲 "がん幹細胞"になるの タクさん 組織幹細 ます。このニッチを巡る

り合いをしており、競争 に負ければ排除されて

み続けることはできず、 引き続きがん細胞を生 いずれは死んでしまい 排除されれば、その後も いでしょうか。組織から いると言えるのではな しまうということです。 生体防御機能が働いて きるが、皮膚細胞や心筋 細胞には分化できない。 リンパ球や赤血球、血小 る細胞には制限があり、 特別の細胞。ただし作れ で、体の場所ごとにその マウスなど多くの生物 板、白血球などに分化で 場所の細胞を供給する 「造血幹細胞」の場合、

※組織幹細胞=ヒトや

ポイン

広く利用されている放射

えられていたよりも スクが何故、従来考 は、「胎児の放射線リ カワンポイント(十 小さくなるのか」、理 しました通り、今回 二月十一日)」で予告 前回の本紙「原子 果が一九五〇年代に始 期の被ばくにより、非常 まったオックスフォー が誘発されるという結 の被爆を母親の胎内で されました。一方、原爆 ド小児がん研究で示唆 に高い頻度で小児がん タクさん まず胎児

さいとは、どういうこと えられていたよりも小 放射線リスクが従来考 ゆりちゃん 胎児の されていました。どちら う不思議な現象が報告 症が認められない」とい ある。小児白血病の発

が正しいのでしょうか。

響をうまく説明できる えれば、胎児被ばくの影 細胞まで遡った新しい 射線リスク」の中で、幹 発がんメカニズムを考 西準子著「原発事故と放 丹羽京大名誉教授は、

げました。「この内容を 放射線受けた幹細胞

のです。 次回に紹介」と予告した 色体突然変異を生じた 細胞が、何らかの機構で

排除される確率高い

由を説明します

うけた胎児被爆者では、

典型的な小児がんで

身を紹介してください。

ゆりちゃん では中

組織から排除されると

考えれば、胎児被ばく者

血球(リンパ球)の異常 血液のがん(主として白 から発生) です。 放射線 タクさん 白血病は る」と述べています。 ことをうまく説明でき で白血病の増加がない ゆりちゃん 細胞が

43 影響研究所が広島・長崎 で胎児被ばくした子供

組織の維持

たらない。しかし、 ような構造は見当

競い合うことになる。マ るため、多くの幹細胞が

線

として、後者に軍配を挙 中 児が生まれるまでに、染 認められなかったので とそのお母さんの両方 す。丹羽先生は、「新生 もかかわらず、胎児には では異常が見つかるに の頻度を調べると、母親 を採取して染色体異常 から血液中のリンパ球 図1 幹細胞の役割

るのですか? 組織から排除されるこ とは「幹細胞」と関係す

し、最終的には組織から 織をつくる細胞) に分化 チから出たものは 殖を続けるが、ニッ 着している幹細胞 は、ニッチの中に生 れるニッチが形成 成人の組織にみら 誕生が近くなると やがて機能細胞(組 だけが長期間の増 に誕生後の組織で され始める。ちなる 高くなる」と考え、「胎 負け、排除される確率が 生じた骨髄幹細胞は、 によって染色体異常を とを考慮すれば、放射線 ことを確かめた。このこ 劣を調べ、前者の方が後 細胞を移植してその優 髄幹細胞と非照射の幹 ルシク博士等は二〇 者より、競合力、が劣る 〇年、放射線照射した骨 ーッチをめぐる競合で

の『胎生期』は、成人に 多いが、ニッチとわかる 比べて、幹細胞、の数が ばれています。丹羽先生 は、「受精から出産まで 住みかは「ニッチ」と呼 タクさん 幹細胞の こに生着できる幹細胞 少ないニッチに生着す のため新生児期では、数 の数には限りがある。そ は限られているので、そ に完成するニッチの数 ともあれこの誕生前 排除される(図1参照) らかになった結果のほ 評価したのです。 うが、信憑性が高い」と 果より、原爆被爆者で明 がん研究で示された結 オックスフォード小児 児被ばくのリスクは、 (原産協会・人材育成部)

ポイント

3

量が増し、 細胞と組織幹細胞の 年齢とともに積算線 低線量ではありませ 被ばくは、必ずしも ると、理解できます。 めぐる競合」を考え 居場所(ニッチ)を なりますが、不思議 域に住む人たちは、 えていません。実は この理由も、「がん幹 にがんの発症率は増 低線量率の放射線 高自然放射線地 高線量と

細胞って、前回にも聞い たけど、もう一度教えて くれませんか。 ゆりちゃん がん幹

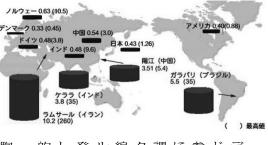
胞に放射線がヒットす 器ごとに存在しており 血幹細胞」と言います。 球を生み出し補充する 簡単におさらいしま います。最近、この幹細 しょう。赤血球やリンパ このような幹細胞は、臓 能力を持った細胞を「造 組織幹細胞」と呼んで タクさん それでは

広く利用されている放射 線 44

%しかありませんが、そ の寿命は非常に長く、 の中のわずか〇・二~ 分かってきました。「が れる場合のあることが れ、がん細胞を生み出す ん幹細胞」は、がん組織 (がん幹細胞)」が創ら 「幹細胞もどきの細胞 る)ことを、数理モデル よりも短いことがわ わる(ターンオーバーす マウスの精子幹細胞が かってきました。クライ の研究で幹細胞の寿命 が、従来考えられていた ン博士等は二〇一〇年、 一週間で半数が入れ替

うのですか タクさん 実は、最近

(国連科学委員会報告書(UNS CEAR一九九三)から作成) 世界の高自然放射線地域



放射線影響の蓄積 細胞寿命を超えず は

影響は、永久に蓄積する と思っていましたが、違 えられてきました。 わたって蓄積する」と考 していくので、これまで 次々にがん細胞を増や ゆりちゃん 放射線 放射線影響は、生涯に このように幹細胞に によって予測しました。 りえません。また、がん 異が蓄積することはあ 放射線がヒットし続け 超えて幹細胞に突然変 定の寿命があるならば、 たとしても、その寿命を

ると突然変異が誘導さ

は、実験でも確かめられ ド・ケララ州 胞のターンオーバー 的に説明できます。 クの増加が見られる 調査では明確なリス たどります。このよ ルト)を超えても、 参照)の高線量地域 デルに従えば、 うながん幹細胞の 場合には消滅の道を 発がんリスクが増加 緑量(六百『シーベ において、「原爆寿命 しない理由」、を合理 ゆりちゃん 幹細 一競合・排除」のモ 図 1 イン 時間とともに減少」して を解明する研究を進め 細胞のターンオーバー ることを明らかにして 胞が大腸の組織内で いくことを確認し、幹細 に由来する組織細胞が、 な管状のくぼみ(クリプ における挙動の解明は、 ています。幹細胞の組織 ゲットと、がん化の機構 し、放射線発がんのター 化するのかを明らかに の頻度がどのように変 放射線照射によって幹 います。そして現在は、 ターンオーバーしてい ト)に潜んでいる幹細胞

究員が、「大腸の内側の 研究所大塚健介主任研 表面(粘膜)にある小さ ているのですか。 タクさん 電力中央 展開が期待されます。 (原産協会・人材育成部 わめて重要です。今後の スクの評価においてき 放射線による発がんリ

境(ニッチ)を維持する も、居場所となる微小環

幹細胞になったとして

なければならず、敗れた 幹細胞との競合に勝た ためには、周囲の正常な

ワンポイン

5DraftForCons 中の「幹細胞放射線 的を絞り論じてきま を「組織幹細胞」に ultation.pdf) 生物学」草案を紹介 が新勧告として準備 護委員会(一CRP) 放射線発がんリスク www.ICRP して結びとします。 org/docs/TG7 した。国際放射線防 (引用先: http:// これまで、低線量

細

胞 0

機

能に注

目

ゆりちゃん ICR

Pについて、 簡単に歴史 は、専門家の立場から放 と役割を教えて下さい。 タクさん ICRP

射線防護に関する勧告 射線障害の防止に関す 九五〇年に今の名称に 九二八年につくられ、一 防護委員会といって一 身は、国際X線ラジウム 組織です。この組織の前 を行う民間の国際学術 なりました。わが国は、 この勧告を尊重して、放 います。ゆりちゃん少し と附属書に分かれてい 我慢して聞いてくださ 序に始まり、第二章では ます。本文は、第一章の い。先ず勧告案は、本文

> ②放射線発がんにおけ における幹細胞の役割、 として、①放射線発がん

る幹細胞と幹細胞ニッ

の説明がなされていま 線発がんの年齢依存性、 スでの検討事項、⑦放射 ベースおよび組織ベー 標的細胞の位置、⑥細胞

す。

附属書では、造血組

る法令等を定めていま

的な特徴」として、

「組織内幹細胞の一般

タを補完するための実

量率効果、④ヒトのデー チ、③放射線発がんの線

験動物研究、⑤組織中の

の組織と器官について

周囲の、正常な組織幹細

(原産協会・人材育成部)

肺、皮膚、骨の七つ 乳腺、甲状腺、消化 す (図参照)。

広く利用されている放射線

45

裂および分化、②組織幹 体組織における細胞

特徴が詳の

は、幹細胞のすみか 胞』の攻撃を受けて多く

Pが準備している「幹細 胞放射線生物学」の内容 ゆりちゃん I C R ける組織幹細胞の役割_ 単離、③組織幹細胞の放 では「放射線発がんにお 幹細胞ニッチ、の説明が 射線感受性およびDN 細胞の機能の同定及び なされています。第三章 胞の老化と枯渇、⑤組織 A損傷応答、④組織幹細

にくいという人が多く 解で、専門家でも分かり 勧告の文章は、かなり難 はどんなものですか。 タクさん ICRP CRPでも組織幹

国際放射線防護委員会(ICRP)

ICRP 国内法令 告

わが国では、ICRP勧告を尊重して、放射線

ちゃん

被ばくに注目した項で、 が、 ICRP では、 胎児 除される」と書きました

ゆ

ます。

されてい

され、最後は組織から排

細に説明

(ニッチ) から追い出

章には、タ

勧告の文

「染色体異常を有する

クさんが

おそらく骨髄ニッチ内 胎児の、骨髄幹細胞、は、

本紙で論

じた「幹細

よって、胎児から新生児 の滞留を巡る競合に

胞を生産する。しかし、 幹細胞になり、これが 長期にわたってがん細 よって傷がつくと、がん な幹細胞は、放射線に たとえば、 載されているのですか。 タクさん そうです。 「臓器の正常 胞の話に ついて記 的なフィルターとして 幹細胞を除去する効果 の段階において優先的 す重要になるでしょう。 高い」と述べています。 機能している可能性が 織幹細胞研究」はますま 放射線影響分野でも「組 ルの競合が、異常な骨髄 に除去される。組織レベ

ンポイン

広く利用されている放射

線

水中を一メートルくら

いしか進みませんが、

タクさんが紹介しま はこの技術について なっています。今回 放射線「ミュー粒子. 大きさを宇宙からの で探る技術が話題に けた核燃料の位置や 福島原発事故で溶

力文化振興財団発行の 粒子」って何ですか? 月刊誌「原子力文化(1 タクさん 日本原子 ゆりちゃん 「ミュー

降り注いでおり、その量 ら飛んできた宇宙線が、 は一平方センチメート きに発生する放射線の どの原子と衝突すると 八気中の酸素や窒素な つです。日々、地上に 「ミュー粒子は、宇宙か 一四年三月号)」には、

> が高い物質にぶつかる 方で、ウランなどの密度 トルも進みます。その ミュー粒子は数千メー

は、物質中での相互作用 います。このミュー粒子 抜けている」と書かれて 体を百万個ほどが通り ルに一分間で一個ほど、 晩寝ている間に人の

> や陽子といった粒子は、 れています。例えば電子 が少なく、透過能力に優 46 です。 測すれば、溶けた核燃料 さを予測・評価できるの (デブリ) の位置や大き ゆりちゃん ミュー

粒子を利用しての予測 するのですか。 評価は、具体的にはどう タクさん ①の性質

法」と呼ばれています。 を利用する方法は「透過

の放射線「ミュー粒子」 応用広がる宇宙から

ミュー粒子を原子炉建 屋の周囲で一定期間、観 して、上空から降り注ぐ の二通りの性質を利用 する性質があります。こ 進む方向が変わったり と、①吸収されたり、② うに、ミュー粒子が原子 ントゲン撮影をするよ 体を透過したX線でレ 炉を透過してくる量を 写真乾板や光ファイ バーを使って測定し、画 像処理する方法です。一 後の粒子の軌跡を解析 原子炉に入る前と出た すると、燃料の位置や形 が立体的にわかる仕組

原子炉を透過する 前と後の進路の変化で、 溶融燃料の位置がわかる

読売新聞(2014年1月24日)より

二台置き、ミュー粒子が ら挟むように検出器を ました。原子炉の両側か が二〇一二年に開発し 東電の日米共同チーム モス国立研究所と東芝、 れていて、米国ロスアラ 方法は「散乱法」と呼ば 方、②の性質を利用する

すか。 ることは初めてなので 粒子を利用して測定す ゆりちゃん ミュー

ていくことでしょう。 原産協会·人材育成部

二月頃、2号機は同年十 は早ければ二〇一五年 乱法」を適用し、1号機 性がある2号機には「散 燃料が残っている可能 されている1号機には 込みです。 月頃、測定を開始する見 「透過法」、炉心部にも 残っていないと推定 リリース (二〇一四年 れば、燃料がほとんど 十二月二十五日)によ 際廃炉研究開発機構 参照)。福島第一原子 みになっています(図 刀発電所の廃炉で、国 (IRID) のプレス 用範囲はさらに広がっ は魅力的であり、その応 らの放射線を利用する 成功しています。宇宙か ある「火道」の可視化に 測し、マグマの通り道で 粒子を原子核乾板で観 授(当時は助教)は二〇 地震研究所田中宏幸教 索でしょう。また、東大 行った未知の空間の探 地のピラミッドの中で 〇年、エジプト・ギザ大 もが最初に挙げるのは、 子の利用事例として誰 〇七年、浅間山でミュー ルヴァレズらが一九七 古くて新しい研究分野 ノーベル賞物理学者ア タクさん ミュー

の健康影響に新説 記事「低線量被ばく 日掲載)に興味深い た。どういうものか ルミ」が掲載されまし (二〇一五年二月) もぐらたたきモデ 日経新聞電子版

探ってみましょう。

説」って何ですか? 被ばくの健康影響に「新 んは、「放射線はどんな タクさん ゆりちゃ ゆりちゃん 位時間当たりの線量)。

に大地からの放射線、宇

析してみました。興味深

かべたのでしょうか、真

じると現れる「小さな細

(原産協会•人材育成部

していくのか」、理論解

タクさん ヒトは常

3

広く利用されている放射

線

思っていませんか。専門 のリスクが高まる」と 西の物理学者グループ NTモデルに対して関 線量に比例、して発がん ル」と呼びます。このL ない 直線 (LNT) モデ 家はこれを「しきい値の に少なくても受けた。総

「低線量 が同じでも、線量率(単 名誉教授)は、 教授、坂東昌子愛知大学 助教、和田隆宏関西大学 (真鍋勇一郎大阪大学 「総線量 違うのですか、もう少し の線量率効果とどこが 詳しく教えて下さい。 とにしたのです。

る突然変異の発生頻度

がどのように時間変化

ゆりちゃん 今まで

いとする

新

仮説

放射線影響蓄積し

であれば放射線を受け リスクは大きく異なる。 の違いによって放射線 シーベルト以下)の領域 低線量放射線 (数百 デ 続けても、影響は蓄積し 47 能)を培ってきました。 守る能力 (生体防御機 あれば、放射線から身を ヒトは、低線量放射線で の放射線にさらされて 宙から飛来する放射線 います。そのような中で など、かなり高いレベル

提案し、これを「もぐら ない」という新しい説を たたきモデル」と呼ぶこ 能」は重視されていませ は、ヒトの「生体防御機 しかし、LNTモデルで

低線量放射線影響に関する従来の考え方と 新仮説との違い 引用: 日経新剛デジタル(2015年2月2日版) LNTモデル 変異の数 時間とともに変異が累積 新仮説の もぐらたたきモデル 変異の数には 上限がある

防御機能を数値化して、 ん。真鍋らは、この生体 放射線が細胞に与え な も されることがわかりま 値)に近づく曲線」で表 るにつれて上限値(飽和 ではなく、時間が経過す 量に比例して増えるの 発生頻度は、単純に、線 いことに、「突然変異の した(図参照)。この曲 〇六年三月)で見つけま

叩き潰す様子を思い浮 線を見て、生体が刺激に じた細胞(変異細胞)を 反応して突然変異を生 創造研究所) が線量率を した。そこでは、馬替純 一主席研究員(当時産業

> この、モデルの証明に が得られていたのです。

射線を照射する実験を 肉腫(がん)細胞」に放 いろいろ変えて「ヒト骨 行い、染色体に異常が生 野であることに間違い はありません。 すが、期待される研究分 いう難関が待っていま は、生物実験での実証と

時間 え方を、

鍋らはこの新しい考

ので、実証されたわ けではないのです モデルは理論的なも ゆりちゃん この

きモデル」と命名し 「もぐらたた ともに変化する様子を 度が、照射時間の経過と 胞核 (小核)」の発生頻 観察していました。得ら

果と同様、時間が経過す 度の曲線は、真鍋らの結 たのですが、小核発生頻 れたグラフを見て驚 るにつれて上限値(飽和

ですが、同じような報告 の月刊エネルギー(二〇 を、日本工業新聞社発行 タクさん 実は偶然 りますが、もぐらたたき モデルと同じ実験結果 れた実験データではあ た。小核形成という限ら 値)に近づいていきまし

ポイン 広く利用されている放射線

ティクス%。遺伝でも 概念に基づいてもう 述べています。この をみはる不思議な現 きされた情報が、目 ない。突然変異でも い概念 エピジェネ 生命観を変える新し 生命像をえがく」の は、著書の「エピジェ が出てきました。 見直そうという動き 象を引き起こす」と 中で、「ゲノム中心の ネティクス-新しい 度、放射線影響を 仲野徹阪大教授 ゲノムに上書

うまく説明できなかっ ジェネティクス」ってど んな意味ですか。 タクさん 実は私も ゆりちゃん 「エピ

る。どの細胞も基本的に の体は皮膚、胃、肝臓 がん研究センター研究 の細胞で構成されてい 来ており、これらは別々 など様々な組織から出 所のホームページが目 探していましたら、国立 たので、いろいろ資料を ているのに、別々の細胞 は同じ遺伝情報を持っ につきました。「私たち

皮膚から胃ができない クスとは、これらの目印 目印をつけているから 子と使わない遺伝子に を解明する学問である。 である。エピジェネティ になれるのは、使う遺伝 しエピジェネティクス と放射線の関係を教え て下さい。

ないということである_ に、エピジェネティクス つくと、容易にははずれ ことに象徴されるよう 的な目印の特徴は、一旦 ピジェネティクス的な P)の二〇〇七年勧告で は、「放射線に対するエ 線防護委員会(ICR タクさん 国際放射

48 影響(ゲノム不安定性 細胞に現れる放射線の

細胞に伝えられること 細胞、あるいは、周辺 ゲノム上に書き加えら をオン・オフする指令が を受けて、遺伝子の働き の刺激(例えば放射線) りません。細胞の外から れ、この記憶が、子孫 れらの目印は、遺伝でも 化(突然変異)でもあ DNAの塩基配列の変 と説明されています。こ い」、と問題提起する専 で試算するよりも大き デル(LNTモデル)_{*} 受けて、「放射線の影響 取上げています。これを ンダー効果)、の二つを と、②放射線を受けてい は、ICRPが勧告する 放射線の影響(バイスタ ない周辺細胞に現れる "しきい値なし直線モ

適 せめぎ合いでは放射線 応応答が優

現れるというのです。 が、時間と空間を隔てて によって放射線の影響 (がん化や細胞死など) ゆりちゃん もう少 は「LNTモデル」は、 もっと厳しく、見直さな ゆりちゃん それで

3つの生物学的応答のせめぎ合い ゲノム不安定性 放射線適応応答 調和領域 バイスタンダー効果 クロメートル程度の極 るのです。直径が十マイ 影響の発現が抑えられ ているなんて、想像する 小さな環境で、このよう な激しい競合が起こっ

門家もいます。 反応」として、①子孫 と呼ばれるシステムが する「放射線適応応答」 は、放射線の影響を修復 はありません。ヒトに 射線適応応答が優勢」に 参照)。その結果、低線 射線適応応答、バイスタ のです。細胞の中では、 かり受け継がれている が現在の私達にもしっ きた中で獲得され、それ 時間をかけて進化して システムは、人類が長い 備えられています。この してがんの発症を抑制 いといけないのですか 量放射線領域では、 をしているのです(図1 定性)が〝せめぎあい〟 三つの生物学的応答(放 作用し、その他の有害な ンダー効果、ゲノム不安 タクさん その必要

のは難しいですね。 (原産協会•人材育成部

一般社団法人 日本原子力産業協会 〒102-0084 東京都千代田区二番町 1 1 - 1 9 興和二番町ビル 5 階 TEL 03(6256)9315 FAX 03(6256)9310 http://www.jaif.or.jp/

2015 年 3 月 第 1 版発行 2015 年 4 月 第 2 版発行 2018 年 2 月 第 2 版第 2 刷発行