

データでなっとく放射線

環境再生プラザ

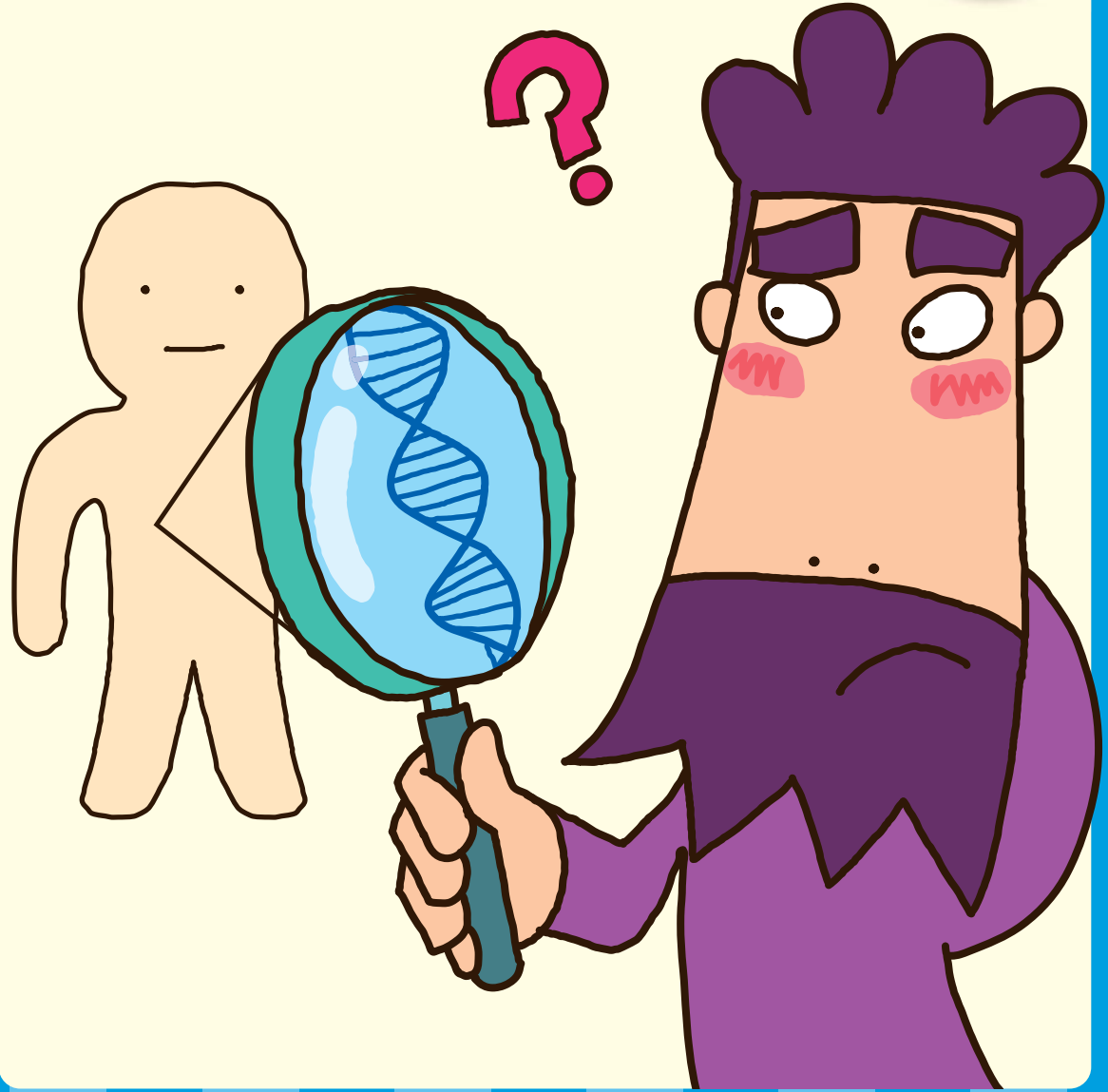
ま
ん
が



なすびの ギモン



健康影響
編

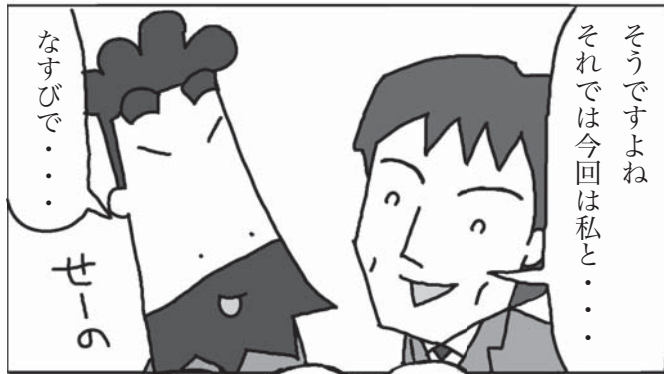




詳しくはP14

高村昇先生のプロフィール





**いっしょに
考えてみましょう！**
デーマもお示しします







ふむふむ

外部被ばく線量について

方法

- ① 行動記録による推計
- ② 個人線量計による推計

まず、この2つの方法で調べた結果を紹介します



① 行動記録による推計

県民健康調査「基本調査」*

期間：4ヶ月（事故直後から）

結果：対象者464,012名の方のうち

1ミリシーベルト未満

62.2%

2ミリシーベルト未満

93.8%

これらから、人体への影響はとて低いと考えられます

行動記録による推計では、このような結果が出ています



*2016年12月31日時点

詳しくはP15

なっとく!データA 行動記録による外部被ばく線量の推計

② 個人線量計による推計

実際に受けている放射線量

また、多くの市町村で個人線量計を使って住民の方それぞれが実際に受けている放射線量もわかるようになってきました

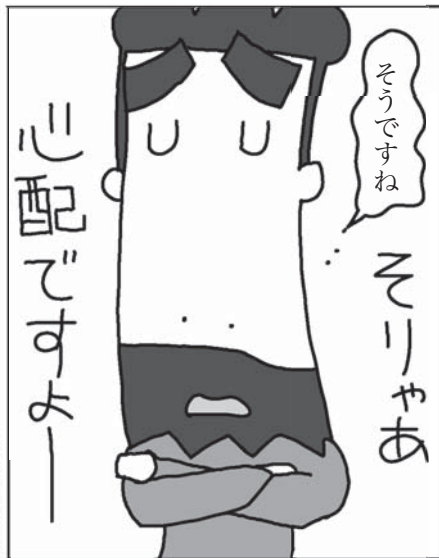
次に内部被ばくです

食べ物から放射性物質を取り込んでいないかと心配されている方もいらっしゃると思います





現在、お店に出ている食べ物は市場に流通する前に食品検査をしていますので安全に管理されています



そうですね

そりゃあ



その他にも、放射性ヨウ素の影響を調べた「甲状腺被ばく線量調査」があります



- ①ホールボディカウンタの測定結果
- ②食事調査の結果

これらの結果から見て、放射性セシウムによる内部被ばくはごくわずかだということがわかりました

事故当時から今までの内部被ばくに関して、参考になるデータがいくつかあります

詳しくは P19-20

なっとく!データD

甲状腺被ばく線量調査について

詳しくは P17

なっとく!データC

内部被ばく線量について

詳しくは P18

ちょっと解説

食事調査って何?

ちょっと解説



山や森に自生する山菜やキノコってどうなんだろう?

山や森に自生する山菜やキノコには基準値*を超える放射性セシウムが検出されることがあります。

仮に、110ベクレル/kgの放射性セシウムが含まれた野生キノコ(乾燥)を毎日100gずつ1年間摂取した場合、内部被ばく線量は0.06ミリシーベルトほどになります。

各市町村などでは、野生のキノコや家庭菜園で作られた野菜などの食品の放射能検査を無料で行っています。



*食品衛生法で定められた基準値:100ベクレル/kg

詳しくは P18

ちょっと解説

野生キノコを食べたときの内部被ばく線量の計算方法



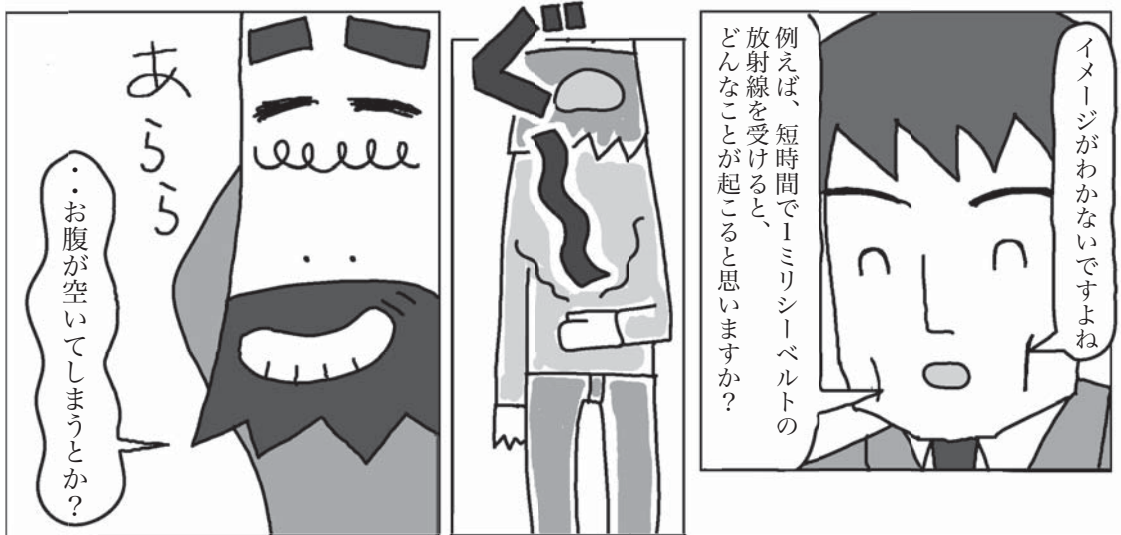
*2016年3月測定結果より



*2016年度個人線量計の測定結果より

詳しくはP21-22

なっとく!データE 福島市の空間線量率と個人線量

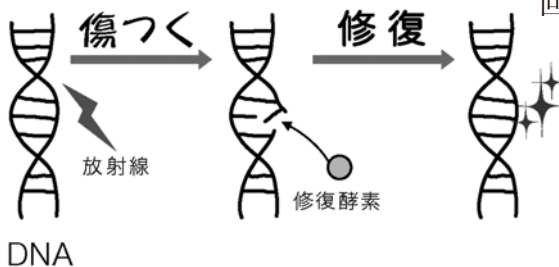




実はですね、なすびさん...

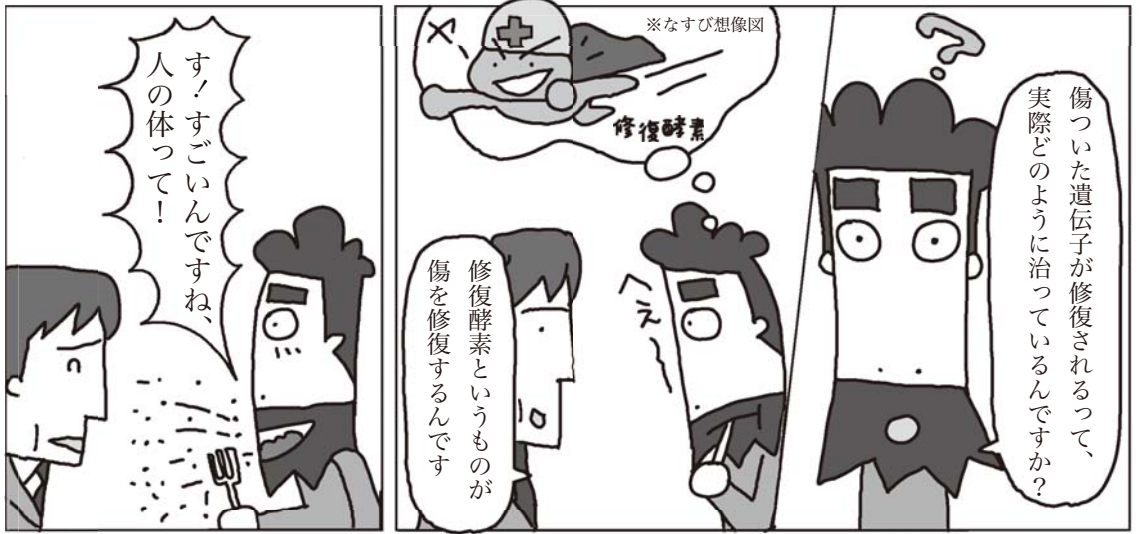


傷ついても修復していく...というのを繰り返しているんです

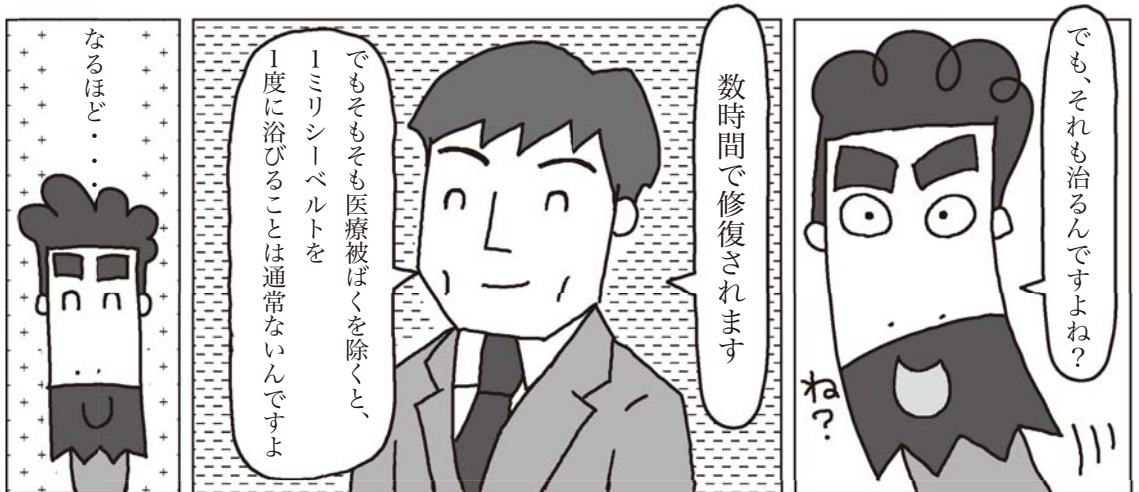


そもそも、日常生活の中で、細胞1つ1つの遺伝子は1日に数万回

●出典：大沢省三・堀寛「分子系統進化学事始」、自然、5月号、26-35 (1980)



●出典：Morgan, W.F. 米国放射線防護測定審議会「第44回年次総会資料」（2008年4月）





野菜もしっかり食べてくださいね



ちなみに、野菜不足も
発がん要因の1つです

詳しくはP25

なっとく!データG

発がん要因のシーベルト換算



被ばくによる影響は、
大人より子どもの方が大きい
と聞いたことがありますか
……? ..?

モグッ!!



放射線は活発に分裂している細胞に
影響が出やすいため、
細胞分裂が活発な子どもの方が
影響を受けやすいのです



それは、
「放射線感受性」といって、

だから

子どもたちの外部被ばく線量を下げするため、事故後の早い時期に小中学校や公園などの子どもの生活環境を除染しました



また、放射性物質が検出された原乳など食品の出荷制限をすることで流通管理を行い、内部被ばくを防ぐ対策をしました



それでも体内に放射性セシウムを

取り込んでしまった場合は、どうなるんですか？

ごちそうさまでした

仮に放射性セシウムが含まれたものを少量食べてしまったとしても、

体の中にたまり続けるわけではなく、

ごちそうさまでした

便や尿などと一緒に体外に排出されるんですよ

スッキリ

その排出スピードは、大人より子どもの方が早いです



データでなっとく放射線

まんが



なすびの

ギモン



食品編

身の回りの放射線物質編

健康影響編



除染や放射線に関する様々なギモンを、まんがでわかりやすく、データを使って詳しく解説！私なすびが、なっとくするまで調べます！



なすびのギモン

検索

調べてなっとく放射線

ミドリくんのギモンを、ペットのアオとなっとくするまで調べます！



ふるさとミドリ

アオ



データでなっとく! 詳しく解説!

ここからは、
まんがで触れた内容を、
データを使って
詳しく解説します。

インターネット上に
公開されているデータも
たくさんありますので、
みなさんも
気になったデータは
なっとくいくまで
調べてみてください。



WEBでは、なすびのギモン
テレビ版もみられます!



なすびのギモン

検索

なすびさん。
空間線量率や
個人線量についても
勉強してきたん
ですよ?



高村先生

そうですね!
除染情報プラザで
わかりやすく教えて
もらいました。



その様子は
パート2
第5回、第6回、
第7回をみてね!

なすび





たかむら のぼる
高村 昇

長崎大学原爆後障害医療研究所
国際保健医療福祉学研究分野・教授(医学博士)

今回は高村先生に
聞きました



現在の専門分野

被ばく医療学、国際保健学、放射線影響学、衛生学、内分泌学、内科学

専門研究テーマ

チェルノブイリにおける被ばく線量評価と健康影響評価、
福島における被ばく線量評価と健康影響評価、生活習慣病の疫学

学歴・職歴

1993年3月 長崎大学医学部卒業
1997年3月 長崎大学医学部大学院医学研究科卒業
2008年4月～ 現職

所属学会

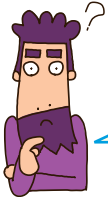
日本衛生学会、日本放射線影響学会、日本内分泌学会、日本内科学会

社会活動

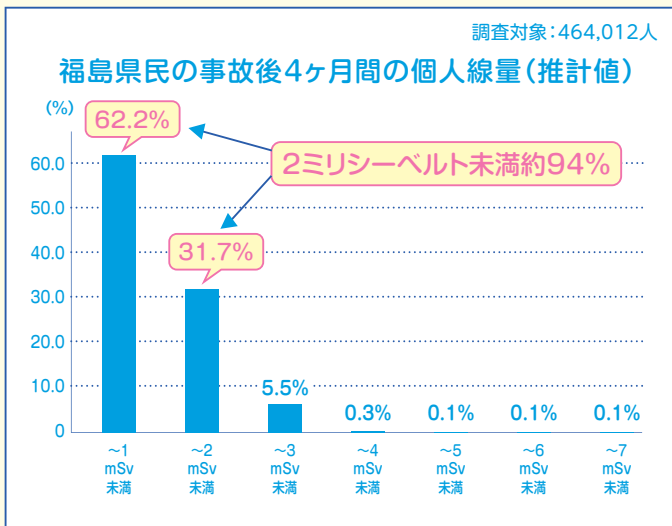
●福島県放射線健康リスク管理アドバイザー ●福島県川内村健康アドバイザー
●福島県「県民健康調査」検討委員会 委員 ●長崎ヒバクシャ医療国際協力会
運営部会委員 副部会長 ●ゴメリ医科大学(ベラルーシ共和国)名誉教授、2005年度
●ベラルーシ医科大学(ベラルーシ共和国)名誉博士号、2006年度 ●東カザフスタ
ン州保健局(カザフスタン共和国)表彰、2006年度

長崎大学として2011年12月から川内村の復興に向けた取組を支援。2013年4月20日には、川内村の復興と活性化に向けた包括連携に関する協定を締結し、村内に長崎大学のサテライト施設「長崎大学・川内村復興推進拠点」を開設。土壌や食品などの放射性物質測定を通じた住民の安全・安心の担保、放射線被ばくと健康に関する個別相談などを実施。2011年12月から2014年10月まで福島民報に「放射線・放射性物質Q&A」を寄稿(全150回)。

原発事故後、自分がどれくらい外部被ばくしたかご存知ですか？



知らないんです。ひとりひとりの被ばく線量は異なるんですよね？



※自然放射線を除いた、今回の事故による追加被ばく線量の推計値
※2016年12月31日時点

はい。大切なのは個人線量、つまり個人がどれだけ放射線を受けたかということを知ることです。



例えば、このデータを見ると、事故後4ヶ月間の外部被ばく線量は、1ミリシーベルト未満の方が約62%、2ミリシーベルト未満となると約94%になります。

※県民健康調査「基本調査」とは？

東京電力福島第一原子力発電所事故により放射性物質が拡散されたことから、空間線量率が最も高かった事故後4ヶ月間における外部被ばく線量を行動記録から推計し、各個人に線量を把握していただくために行っている調査です。

■期間：2011年3月11日～7月11日 4ヶ月間

■対象者：県内居住者/2011年3月11日～7月1日に県内に住民登録があった方

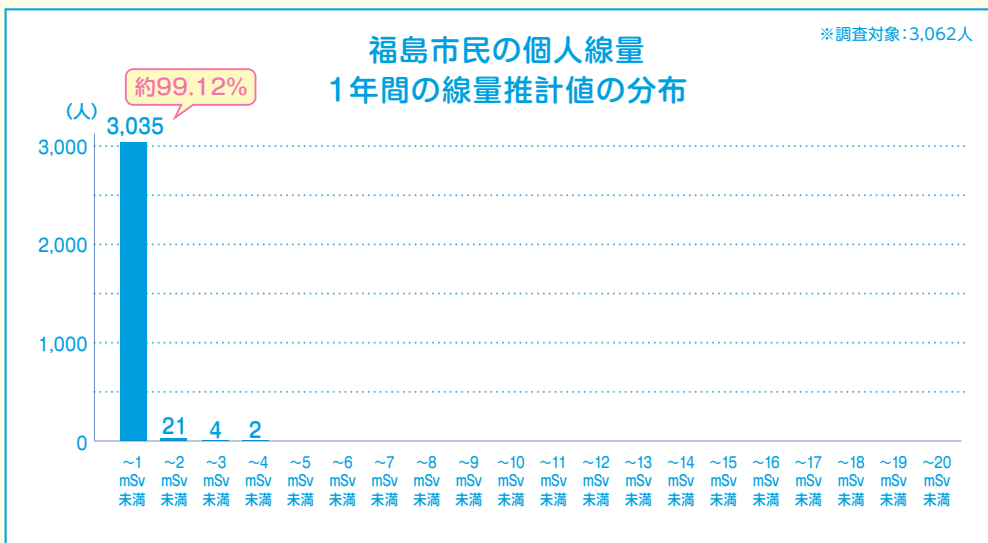
県外居住者/2011年3月11日～7月1日に県内に居住していたが、住民登録が県外にある方/2011年3月11日～7月1日に県内に通勤通学していた県外居住者/2011年3月11日～3月25日に県内に一時滞在した県外居住者

●出典：第26回福島県「県民健康調査」検討委員会(2017年2月20日)

これは「福島市民の個人線量」です。
3ヶ月間の実測値から
1年間の外部被ばく線量を推計したものです。



全体の約99.12%が
年間1ミリシーベルト未満ですね。

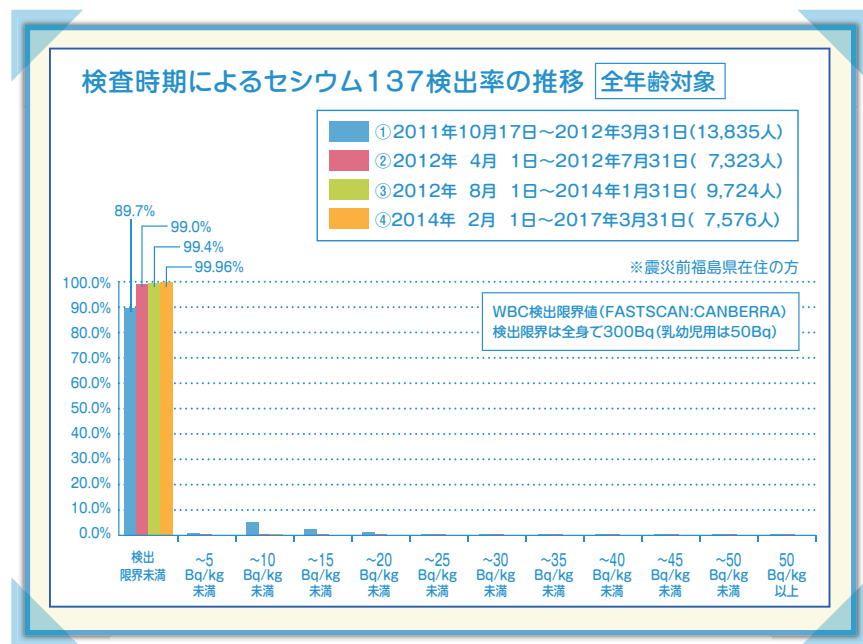


※自然放射線量を除いた、今回の事故による追加被ばく線量の推計値
※調査期間2016年9月～11月の3ヶ月間



これまで行われてきた広島・長崎の原爆やチェルノブイリの
原発事故の被ばくの調査結果を見ても、100ミリシーベルト
以下の被ばくでのがん発症の増加は証明されていません。

内部被ばく線量はどうしたらわかるかご存知ですか？



ホールボディ
カウンタ*で、
わかるんですね？



*体内に取り込まれた放射線物質による内部被ばく線量を測定することができる装置

●出典:公益財団法人震災復興支援放射能対策研究所 慶応義塾大学SFC研究所「第三回 内部被ばく検査結果公表」(2014年3月)、医療法人誠励会ひらた中央病院における内部被ばく検診「ホールボディカウンタ(WBC)による」検査結果 を改定

そうなんです。

こちらは、ひらた中央病院(石川郡平田村)でホールボディカウンタによる内部被ばく検査を受けた、福島県内全域にお住まいの方のデータです。このセシウム137の検出率の結果から、福島県内での内部被ばく線量は十分に低いレベルを維持できていることが確認できます。



預託実効線量*のデータも福島県のホームページで毎月更新されています。

*体内に取り込まれた放射線物質による内部被ばく線量をおよそ一生分にわたって合計した値

詳しくは、福島県のホームページをご覧ください。

ふくしま復興ステーション ホールボディカウンタによる内部被ばく検査 検査の実施について

検索

食事調査って何？

実際の食事に含まれる放射性物質の量を測定することにより、内部被ばく線量を把握することです。

【参考】コープふくしまによる食事調査結果

コープふくしまでは組合員さんの協力を得て、陰膳方式*による食事調査を継続して行っています。

*毎食家族人数より1人分余計に食事を作り、それを2日分(6食+おやつや飲料など含め)保存して検査センターに送ります。
検査センターにおいてミキサーで均一に混ぜ込んだものを検査試料として測定します。

調査期間：2016年7月～2017年1月

調査世帯：100世帯(すべての世帯で福島県産食材も使用)

結果概要：①1kgあたり1ベクレル以上の放射性セシウムが検出された世帯

100世帯中0世帯

②食事調査を開始した2011年度から2013年度までは、検出割合と放射性セシウムの値は、ともに経年で減少し、2014年度以降は検出されていません。



■カリウム40について

カリウム40とは放射性セシウムと同じガンマ(γ)線を出す物質で、通常の食材に自然に含まれています。成人男性の体内に、平均4,000ベクレルあると言われています。今回の測定でも、食事に含まれるカリウム40がすべての世帯で検出(14～68ベクレル/kg)されています。

詳しい結果は、[コープふくしまのホームページ](#)をご覧ください。

コープふくしま 東日本大震災に関する取り組み

検索

野生キノコを食べたときの 内部被ばく線量の計算方法



仮に、放射性セシウムが110ベクレル/kgの野生キノコ(乾燥)を毎日100gずつ、1年間摂取した場合の体への影響はどれくらいか計算してみましょう!

計算条件

- 毎日1ベクレルずつ摂取し続けた場合の年間内部被ばく線量*1(成人の場合)
セシウム134 → 6.9マイクロシーベルト/ベクレル・年
セシウム137 → 4.7マイクロシーベルト/ベクレル・年
- セシウム134とセシウム137の存在比(2014年末時点)およそ1:3程度*2

計算式

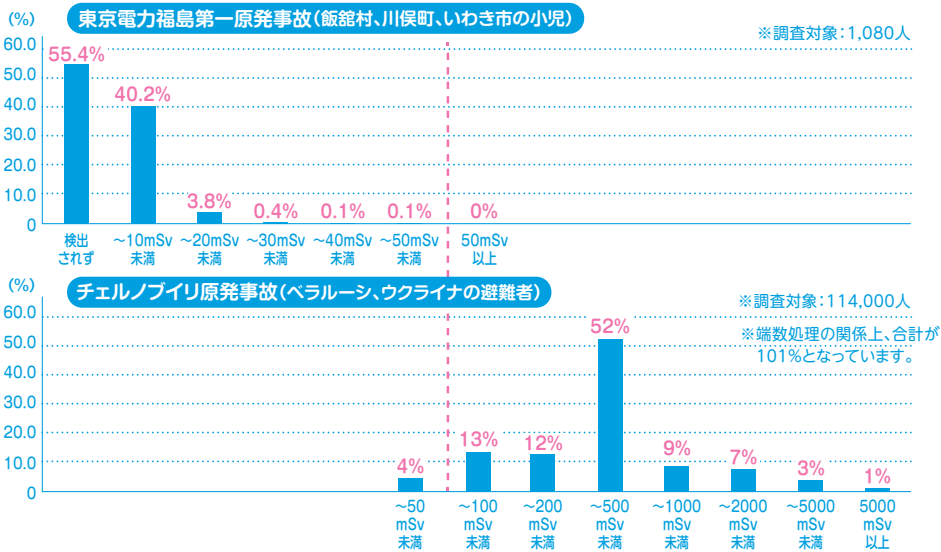
$$(6.9\mu\text{Sv}/\text{Bq}\cdot\text{年} \times 0.25 + 4.7\mu\text{Sv}/\text{Bq}\cdot\text{年} \times 0.75) \times 110\text{Bq}/1000\text{g} \times 100\text{g} = 57.75\mu\text{Sv}/\text{年} \approx \text{約}0.06\text{mSv}/\text{年}^{*3}$$

*1 ICRP Publication 72 (1996) 成人例の実効線量係数に基づいて算出 セシウム134:0.019μSv/Bq×365日=6.9μSv/Bq・年
セシウム137:0.013μSv/Bq×365日=4.7μSv/Bq・年 *2 半減期2年のセシウム134の自然減衰が進んだため *3 1,000μSv=1mSv

計算から、年間でおおよそ0.06ミリシーベルト(mSv)
(累積内部被ばく線量)ほどであることがわかります。

福島とチェルノブイリの原発事故における 甲状腺への放射性ヨウ素の影響を調べた結果です。

甲状腺被ばく線量調査



● 出典: (上図) Shigenobu Nagataki, Noboru Takamura, Kenji Kamiya, and Makoto Akashi, Measurements of Individual Radiation Doses in Residents Living Around the Fukushima Nuclear Power Plant, RADIATION RESEARCH 180, 439-447 (2013), 0033-7587/13
(下図) UNSCEAR2008報告書より作成



このデータは、甲状腺への放射性ヨウ素の影響が
どれくらいあったかを表す「等価線量」で示されています。

等価線量???
チェルノブイリ原発事故と比べると福島は低い数値
のようですが……



そうですね。チェルノブイリの事故における甲状腺被ばくでは、50ミリシーベルト以上の被ばくをした
住民の方が全体の96%でしたが、福島での原発事故では、測定された子どもの100%が50ミリシーベ
ルト未満でした。

なお、甲状腺の等価線量25ミリシーベルトの場合、実効線量は1ミリシーベルトと推定することができます。

福島での調査は、2011年3月26日から30日の間に、いわき市、川俣町、飯館村の0歳~15歳までの小児1,080人を対象に甲状腺被ばく線量を測定した結果です*1。
[2011年3月12日から23日までの12日間に連続的にヨウ素131を吸入した後、3月24日に甲状腺線量を測定する]という仮定のもとでスクリーニングレベル*2を
決定し、甲状腺中のヨウ素131のベクレル数を基に、ヨウ素131の甲状腺への預託線量換算係数(未成年者の場合、70歳までの被ばく総量です。なお、ヨウ素131の
半減期は8日なので、ヨウ素からの被ばく線量は早い時期に小さくなります)により、甲状腺への等価線量を算出しています。

*1 2011年3月24日に川俣町において測定が実施されていますが、バックグラウンドが高かったことから測定結果に含まれておりません。

*2 当時のスクリーニングレベルは0.2マイクロシーベルト/時(1歳児の甲状腺等価線量として100ミリシーベルト)。現在のスクリーニングレベルは国際基準に
あわせて甲状腺等価線量として50ミリシーベルトになっています。

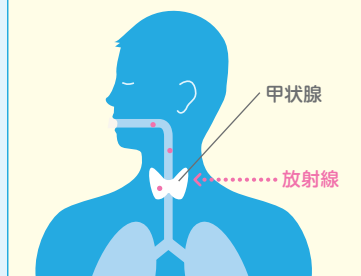
等価線量とは？

放射性ヨウ素(ヨウ素131)は、体に入るとその30%程度が甲状腺に集まります。これは、甲状腺ホルモンを作るための材料がヨウ素だからです。食べ物に含まれるヨウ素も放射性ヨウ素も、人体にとってはまったく区別が付きません。

甲状腺に集まった放射性ヨウ素から放出されるベータ(β)線やガンマ(γ)線で、特に甲状腺が被ばくします。このように、甲状腺や各臓器、皮膚など組織ごとの放射線による影響の度合いを表すのが「等価線量」です。

一方で、外部被ばく(全身被ばく)など、人体「全体」への影響の程度を表すのが「実効線量」です。実効線量は、それぞれの臓器や組織への影響を加味したものです。

●等価線量

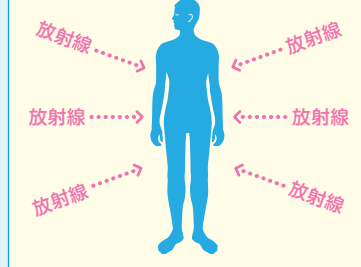


組織ごとの放射線による影響の度合い

実効線量は全身の被ばく線量を、等価線量は組織ごとの被ばく線量を評価していると考えればよいと思います。



●実効線量



人体「全体」への放射線による影響の度合い

実効線量も等価線量もシーベルト(Sv)で表します。



放射性ヨウ素による甲状腺の被ばく線量評価(等価線量)が25ミリシーベルトの場合、体全体への影響(実効線量)がどれくらいなのか換算してみましょう。甲状腺への影響を、体全体への影響として換算するためには、甲状腺の重み付けのための係数(組織荷重係数)0.04を使って、25ミリシーベルト×0.04=1ミリシーベルトとなります。なお、組織荷重係数は、組織によって異なります。

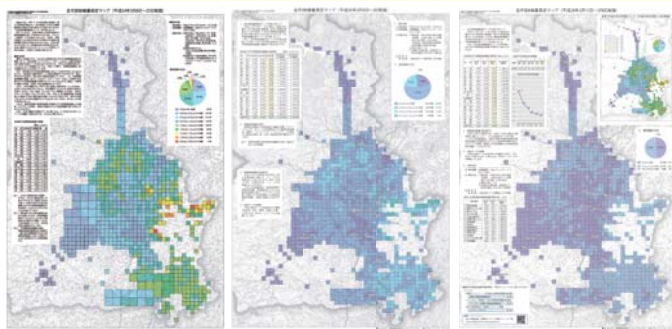
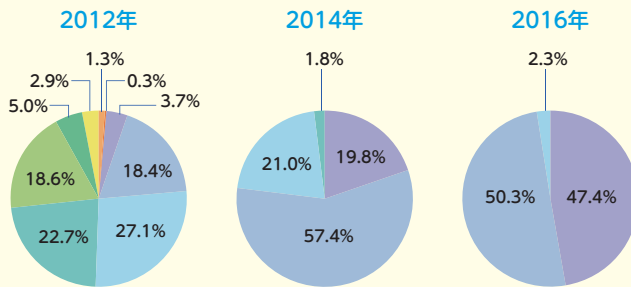


福島市の空間線量率は
どうなってるの？

【福島市の空間線量率の推移】

2012年、2014年、2016年3月時点での福島市の空間線量率をそれぞれ見てみると、時間の経過とともに、線量が下がっているのがわかります。2016年3月では、1時間あたり0.5マイクロシーベルト未満の地域が98%を占め、全地域で1時間あたり1.0マイクロシーベルト未満となっています。

- 0.23 μ Sv/時未満
- 0.75以上1.0 μ Sv/時未満
- 1.5以上1.75 μ Sv/時未満
- 0.23以上0.5 μ Sv/時未満
- 1.0以上1.25 μ Sv/時未満
- 1.75以上2.0 μ Sv/時未満
- 0.5以上0.75 μ Sv/時未満
- 1.25以上1.5 μ Sv/時未満
- 2.0以上2.25 μ Sv/時未満



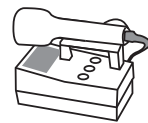
測定機器は？

空間線量計

その場所の空間線量率(1時間あたりの放射線量)を測定します。



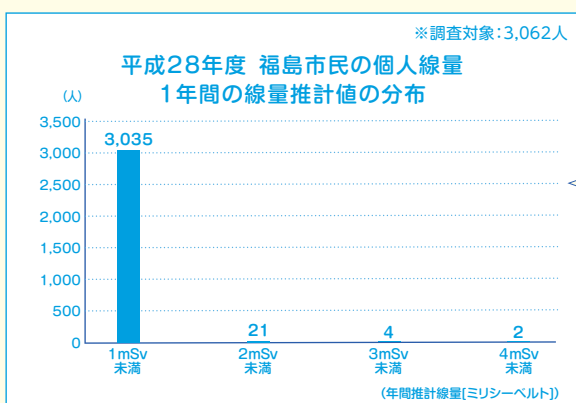
モニタリングポスト



サーベイメータ

「福島市民の個人線量」は3ヶ月間の実測値から 1年間の外部被ばく線量を推計したものです。

【福島市民の個人線量】



分布図の内訳

3ヶ月間の積算線量(A)	年間線量推計値(A×4)	人数(人)	割合(%)
X(0.1未満)		1,689	99.12
0.1	1未満	1,226	
0.2		120	
0.3		16	
0.4	2未満	5	0.69
0.5		2	
0.6	3未満	2	0.13
0.7		0	
0.8	4未満	1	0.07
0.9		1	

※自然放射線量を除いた、今回の事故による追加被ばく線量の推計値 ※調査期間2016年9月～11月の3ヶ月間
※小数点以下端数処理のため、割合の合計が100%になりません。

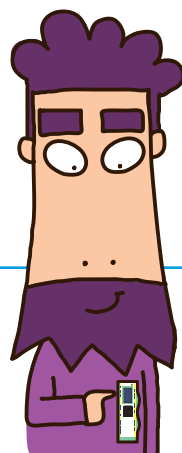
3ヶ月の積算線量
平均0.05ミリシーベルト



1年間の推計積算線量
平均0.2ミリシーベルト/年



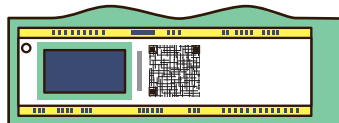
3ヶ月間の積算線量の平均値は0.05ミリシーベルトです。この値を4倍すると1年間の積算線量になります。自然減衰と除染の効果などをふまえると、現時点での値はさらに低くなると考えられます。



測定機器は？

個人線量計

個人が身につけることにより、どれだけの放射線量を受けたか測ることができます。身につけていた期間の放射線量の積算値から、年間の被ばく線量を予測できます。

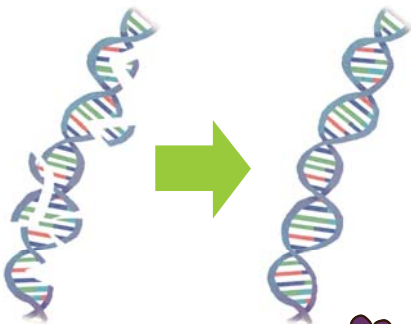


ガラスバッジ

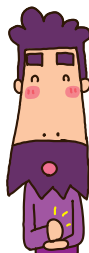
このデータは、人の体の皮膚細胞の
遺伝子に自然発生する傷の数です。

自然要因	1時間に遺伝子に発生する傷の数 (皮膚細胞1個あたり)
酸素 (活性酸素など)	約60
紫外線 (真夏の昼の場合)	約10,000
その他 (アスベスト、ディーゼル排ガス、コaltar、 ヒ素などの化学物質、食品成分など)	約2,750
	合計 <u>約12,810</u>

●出典: Helbock, H.J., et al.: Proc. Acad. Sci., USA, 95, 288 (1998); Setlow, R.B.: In, Assessment of Risk from Low-Level Exposure to Radiation and Chemicals (edited by A.D. Woodhead, et al.), Plenum Publishing Co., 251-260 (1985)より



人の体には、修復という
すごい機能が備わって
いるんですね。



1時間、約1万3千回も!!

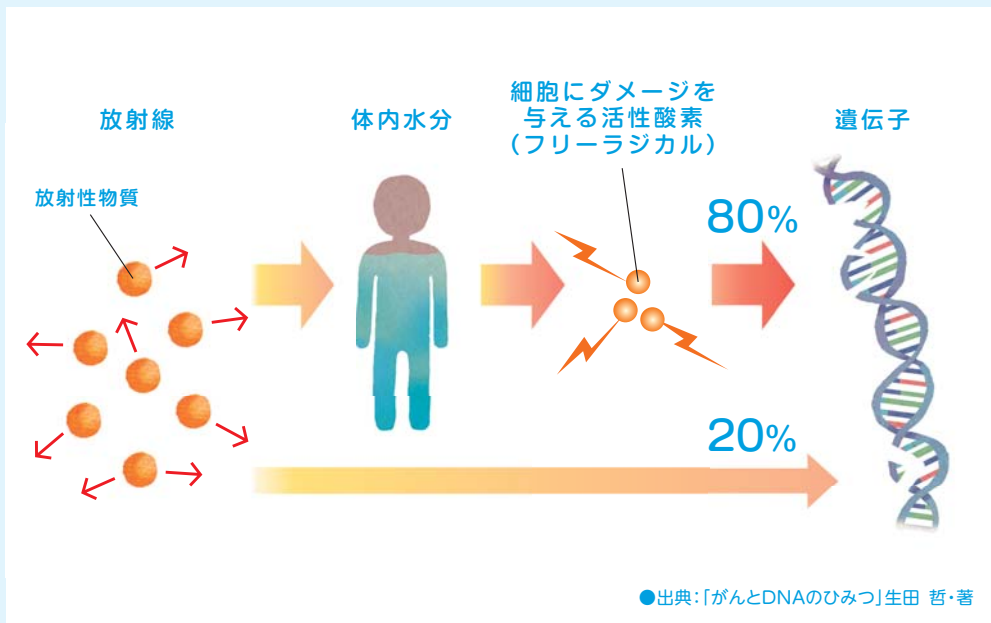


季節や昼夜などの要因で
遺伝子が損傷する量には
差が大きいため、1日平均
数万回くらいと考えて良い
でしょう。そして、その傷も
数時間で修復されるのです。



放射線が遺伝子に影響を与えるメカニズム

放射線は、遺伝子に直接影響を与えるほか、体内の水分に作用して活性酸素を生み出し、細胞の中の遺伝子を傷つけます。



その活性酸素が遺伝子の構造に影響を与えるのが80%、放射線そのものの影響は20%なんです。



そうなんです。

なっとく! データG

発がん要因のシーベルト換算



一般的な発がんリスク要因が、どの程度の被ばく線量に相当するのか、シーベルト（放射線の人体への影響を示す単位）に置き換えてみます。

例えば、野菜不足は100～200ミリシーベルト相当に換算されます。

やっぱり、
たくさん野菜を
食べないと!



喫煙

1,000～2,000
ミリシーベルト相当



受動喫煙*1

100～200
ミリシーベルト相当



肥満*2

200～500
ミリシーベルト相当



野菜不足*3

100～200
ミリシーベルト相当

*1 夫が非喫煙者である女性のグループに対し、夫が喫煙者である女性のグループのリスク

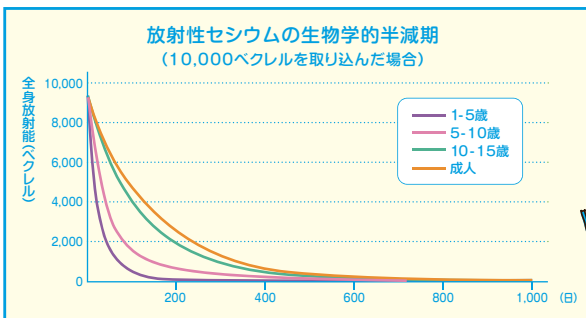
*2 BMI(身長と体重から計算される肥満指数)23.0～24.9のグループに対し、BMI≥30のグループのリスク

*3 1日あたり420g摂取のグループに対し、1日あたり110g摂取のグループのリスク(中央値)

●出典:内閣官房「低線量被ばくのリスク管理に関するワーキンググループ報告書」2011年12月

なっとく! データH

人の排出機能(生物学的半減期)



体内に取り込まれた放射性セシウムが排出されていく様子を示したグラフです。子どものほうが代謝が早いことがわかります。



●出典:放射線の基礎知識と健康影響(57ページ)

環境省 放射線健康管理担当参事官室/独立行政法人放射線医学総合研究所 (2014年3月改訂)

人の体の
働きって
すごい
ですね～!



子どもは代謝が早く、放射性セシウムを摂取したとしても、5～10歳くらいのお子さんでは30日ほどで半分になります。この半分になる期間を「生物学的半減期」といいます。ちなみに成人は100日ほどで半分になります。

親の被ばくの影響が子どもたちに表れているか調べるために、原爆で被ばくされた方々の子どもの詳細な遺伝学的調査を行った結果があります。これは、親の被ばく状況によって、その子どもたちの染色体異常が増加したかどうかを調べたものです。

被ばく者の子どもにおける染色体異常について

異常の起源	染色体異常を持った子どもの数	
	対照群 (7,976人)	被ばく群 (8,322人)
新たに生じた例	1 (0.01%)	1 (0.01%)
両親のどちらかに由来	15 (0.19%)	10 (0.12%)
両親の検査ができなかった例	9 (0.11%)	7 (0.08%)
合計	25 (0.31%)	18 (0.22%)

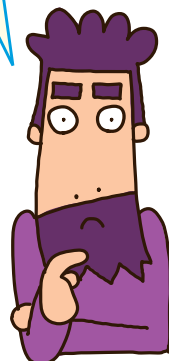
●出典:公益財団法人放射線影響研究所 被爆者の子供における染色体異常(1967-1985年の調査)

この表で、対照群は、両親とも爆心地から2,500mより遠くで被ばく(推定線量0.005グレイ未満)したか、あるいは原爆時に市内にいなかった方々であり、被ばく群は、両親の少なくともどちらか一方が爆心地から2,000m以内で被ばく(推定線量0.01グレイ以上、平均線量0.60グレイ)した方々です。なお、グレイ(Gy)は放射線を受けた物質が吸収するエネルギー量を表す単位です。ガンマ(γ)線の場合、1グレイ(Gy)=1シーベルト(Sv)です。



これまでの調査の結果から、異常の増加を示す証拠は得られていません。
親の被ばく線量が子どもたちに影響するといった関係性はみられないことがわかります。

異常は増えて
いないんですね。





環境再生プラザ

福島県福島市栄町1-31 Tel.024-529-5668 10:00～17:00

休館日／月曜日(祝日の場合は翌日)

<http://josen.env.go.jp/plaza/>

「なすびのギモン」 ホームページ

除染や放射線に関する様々なギモンを、
私なすびが、まんがと映像、
2つのスタイルで、なっとくするまで
調べてお伝えします。
ぜひご覧ください!

なすびのギモン

検索



※画面はイメージです。



なすび

●プロフィール

福島県出身のタレント、俳優

福島県立福島東高等学校、専修大学法学部卒業

劇団「なす我儘」主宰、丸福ボンバーズ所属

● 環境省 福島地方環境事務所

福島県福島市栄町11-25 AXCビル 6F 4F

除染情報サイト <http://josen.env.go.jp/>

● 環境省

東京都千代田区霞が関1-2-2

● 除染と中間貯蔵施設に関するお問い合わせ窓口

☎ 0120-027-582

受付時間 9:30～18:15(日祝除く)



環境省