

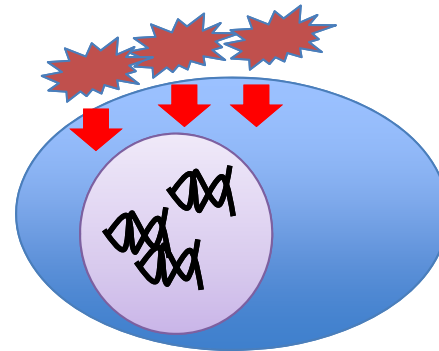
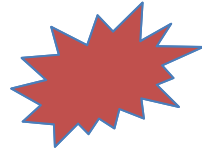
国土を守り国民とともに生きる5項目提案

東京大学アイソトープ総合センター長
医学博士 児玉龍彦

外部被曝と内部被曝

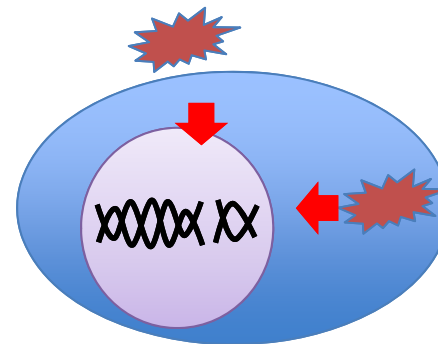
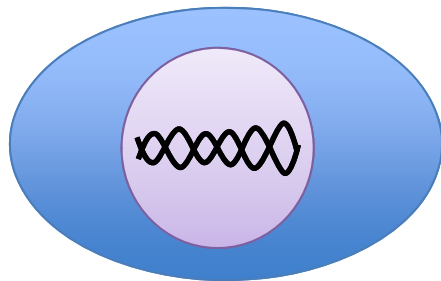
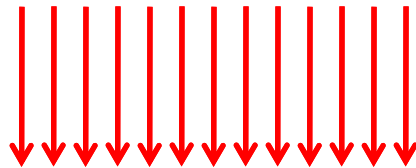
- 外部被曝による急性障害はかなりの量を受けたとき
- 内部被曝による晩発性障害は低線量で起こる
- たくさんDNAがきれると細胞は死滅(がん治療)する。
- 遺伝子に傷をもちながら生き残った細胞は「がん化」しやすくなる

放射性物質



死滅

放射線



修復
または
がん化

生物体内での放射性同位元素の効果

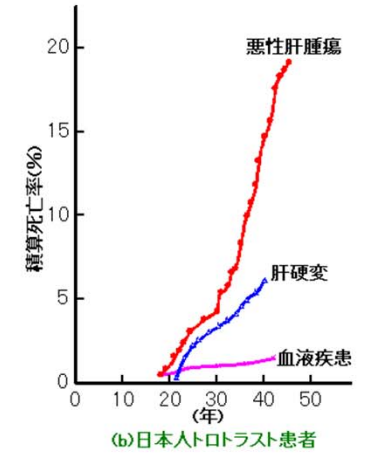
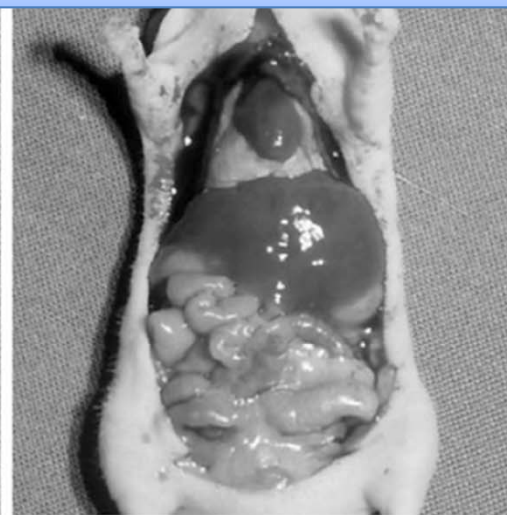
抗体Co17-1だけ

β線Y90標識

α線Bi213標識

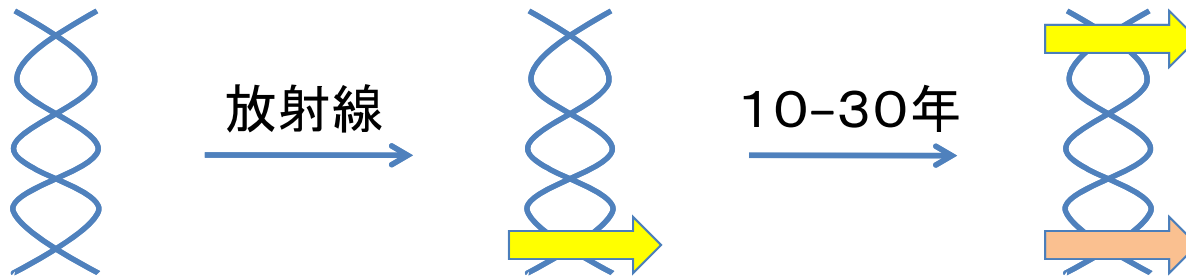
飛程 2.3ミリ

飛程 0.04ミリ



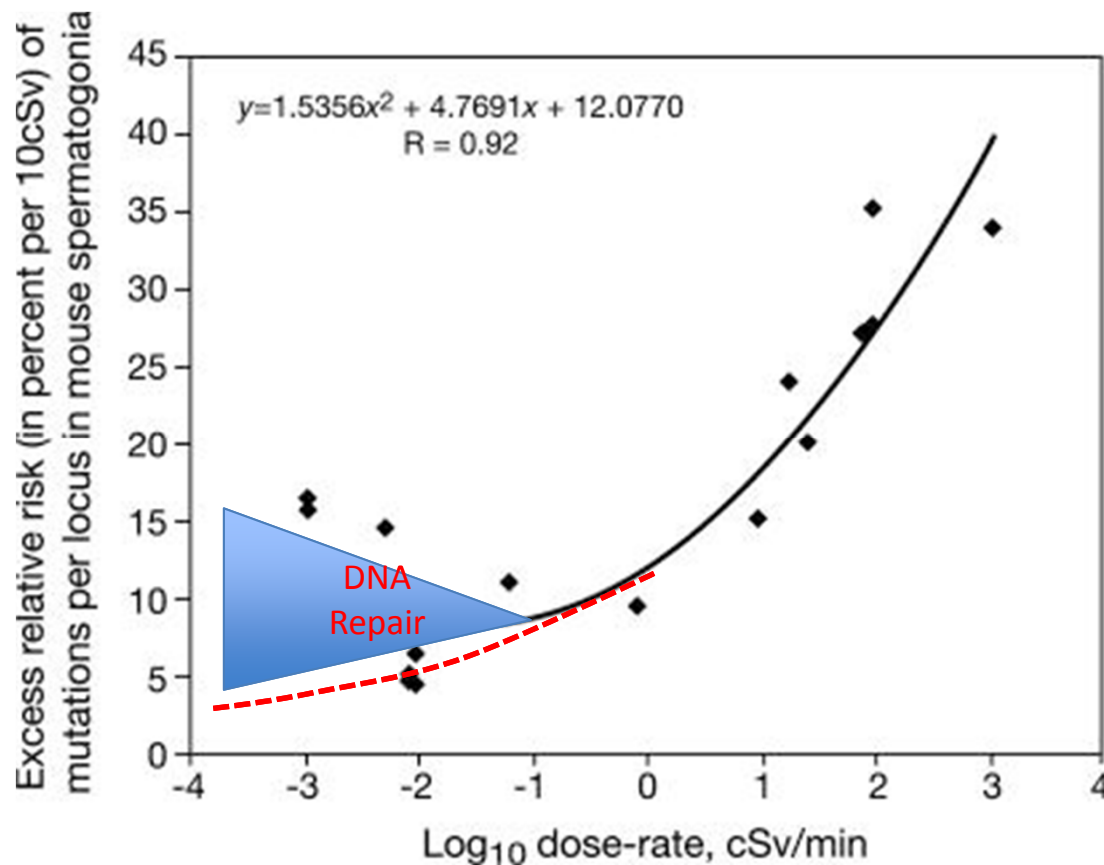
Therapeutic efficacy of ^{213}Bi - versus ^{90}Y -labeled CO17-1A Fab' as compared to radiolabeled irrelevant Fab' or untreated controls in the GW-39 liver metastasis model. A, of animals left untreated or treated at 10 days after tumor inoculation with irrelevant (OKT3) versus specific (17-1A) ^{213}Bi - versus ^{90}Y -labeled Fab' at their respective MTDs. B, microscopic appearance of animals at 8 weeks after inoculation of tumor cells that were left untreated (left), given $250 \mu\text{Ci}$ of ^{90}Y -labeled (middle), or given $700 \mu\text{Ci}$ of ^{213}Bi -labeled (right) Fab' (right) at a 10-day tumor stage. C, histologically, multiple (as many as over 250) microscopic tumor colonies are present in the livers of these mice, having a diameter of $100 \mu\text{m}$ at this 10-days tumor stage (i.e., the time point of therapy). Scale bar, $100 \mu\text{m}$.

Behr et al. (1999) Journal of Nuclear Medicine



遺伝子が一つ変異するだけでは、がん化しない。最初は増殖性の変化であり、それに転移しても死ななくなる変異がおこり、がんになる。

低線量の放射線の効果への従来の考え方



Parabolic plot of published DR (Dose Rate) data on seven specific loci mutations induced by low-linear energy transfer IR in mouse spermatogonial stem cells. These data from the Oak Ridge and Harwell.

放射線による
マウス精子の遺伝子
7カ所の変異

図の左下部分の低線量のところでは、DNAの二重鎖切断に対して、DNAを修復するメカニズムがシグナル伝達系の活性化を介して働く事により問題は少ないのではと期待されてきた。

ところが、チェルノブイリのゲノム科学と慢性炎症の研究は、2つの新たな問題を示した。一つは、染色体の特異的部位におけるパンドローム増幅による甲状腺がん、もう一つは、慢性炎症による増殖性ぼうこう炎と早期ぼうこうがんの増加である。

甲状腺1. ヨウ素131:チェルノブイリで小児の甲状腺がんの増加を証明するのに20年かかった (4000人発症、15人死亡)

ソ連崩壊後、賠償責任のからむロシアの学者が統計に異議をとなえアメリカ、日本の研究者も懐疑的だった。しかし、1986年から増加し、2004年頃に減少したことにより、チェルノブイリ以外の原因はありえないとされた。

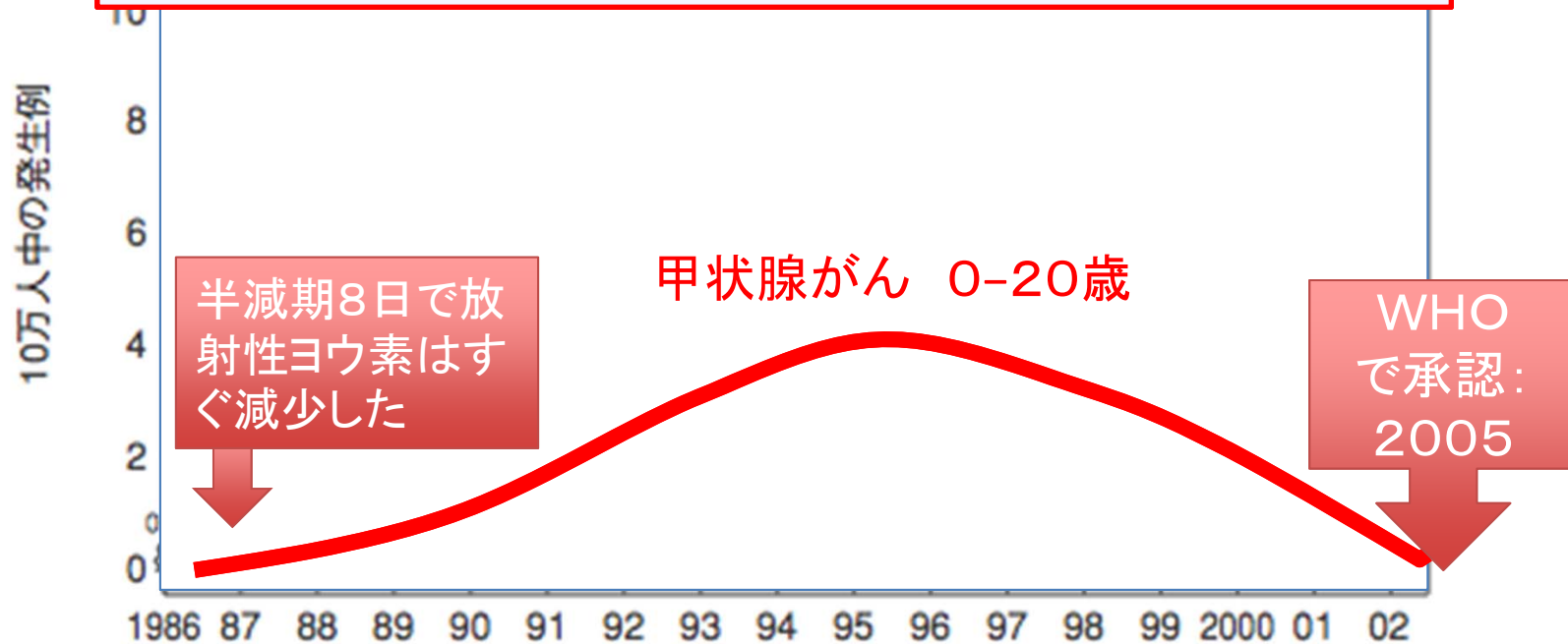
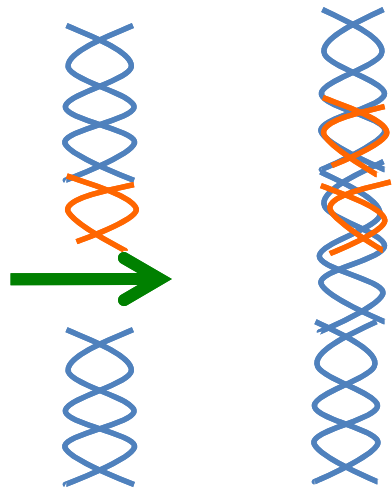


図1 甲状腺癌のベラルーシにおける発生率
(20年目の国際会議における発表, Y. デミチック博士のご厚意による)

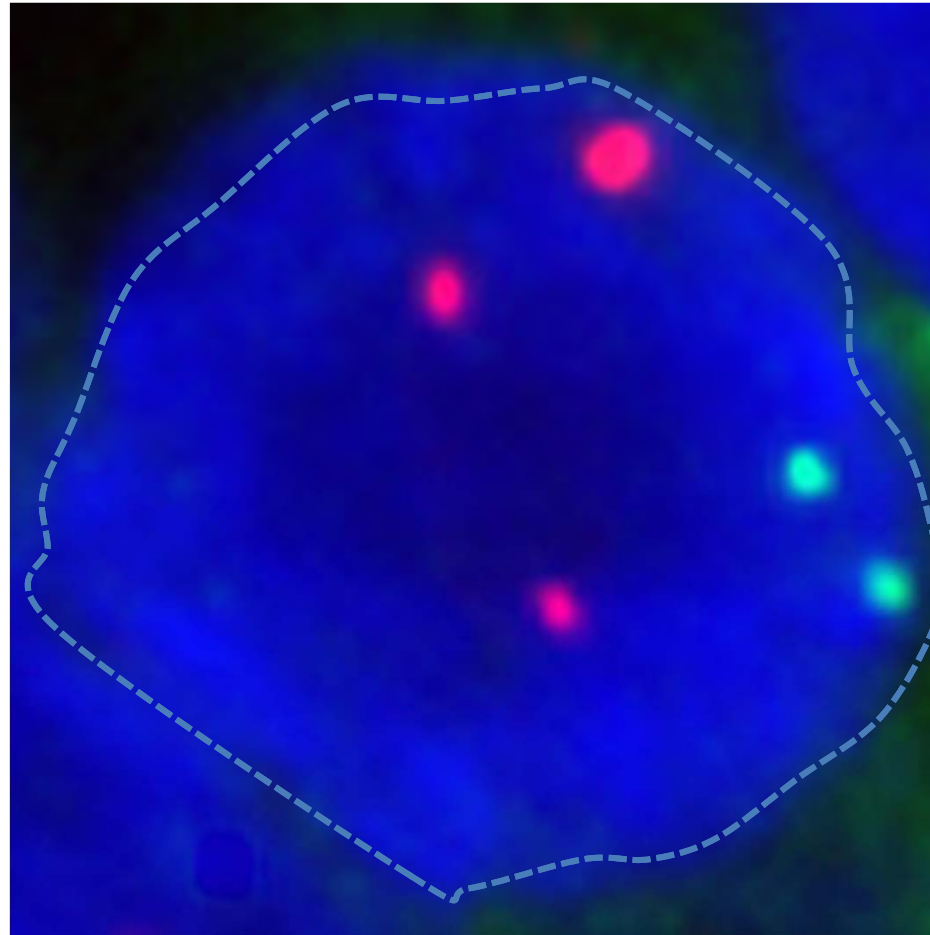
低線量の放射線は、大きな障害をもたらさないのではという予測はチェルノブイリの子どもの甲状腺がん発見と対応を遅らせた。

甲状腺2. 新しいゲノム科学が示す修復エラー: チェルノブイリ甲状腺がん

パリンドローム増幅

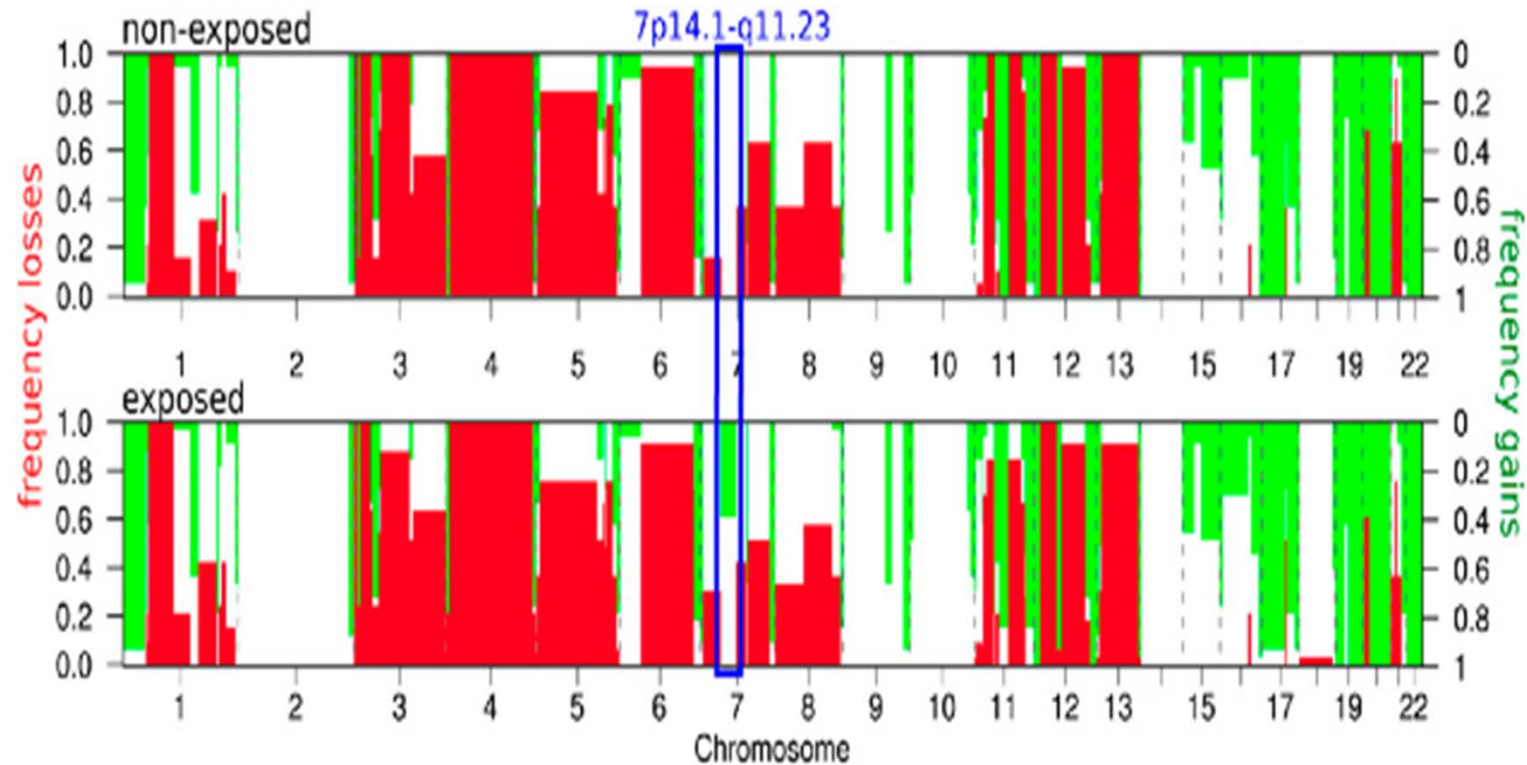


染色体7番の切断と
7q11コピー数増加



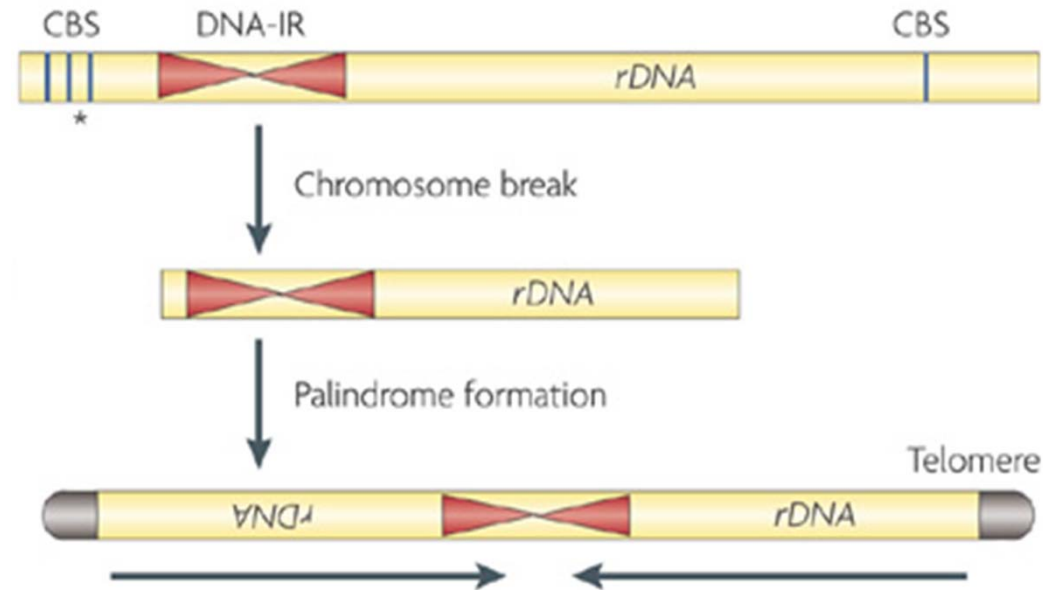
チェルノブイリ子ども甲状腺がん細胞のゲノム異常(点線)
我々の細胞は遺伝子を父と母からもらい2コピー(緑)が普通。
ところが放射線で染色体の7番のq11領域(赤)が3コピーに
増える。アメリカ学士院会報 2011年6月 Ungerほか

甲状腺3. ゲノム科学での解析では全ゲノム領域を対象に変化を見られる
(変異の検出力が画期的に高まる)



アジレントアレーでの全ゲノム領域での小児甲状腺がんの異常部位の発見方法 CNV解析

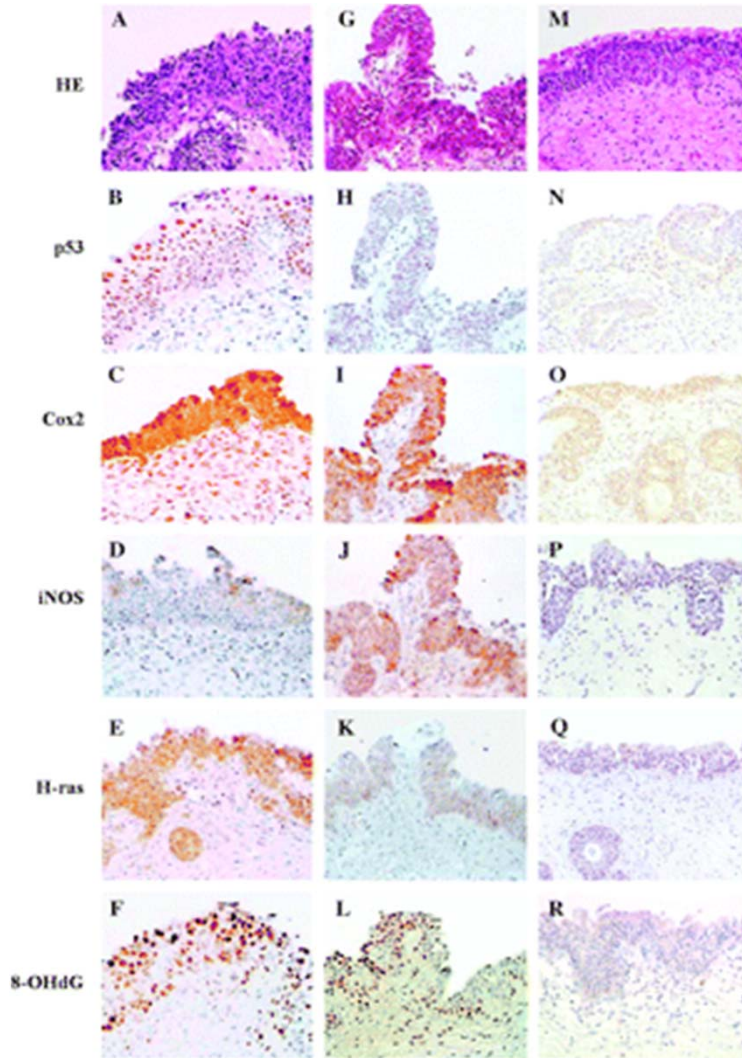
非汚染地区の甲状腺がんと汚染地区のがんにコピー数変異の減少(赤)と増加(緑)のゲノムワイドな比較 青枠でかこんだ、7番の一部に汚染地区の甲状腺がんの4割に特徴的な3コピー化が見られる。他の染色体を調べても被曝例に特徴的な変化は見られていない。



甲状腺4. 染色体切断後に回文的(パンドローム)増幅がおこる

切断配列 (Chromosome Breaking Sequence) のそばにIR (inverted Repeat) 配列があることが鍵であることがわかった。しかし、テロラヒメナでの結果、特にリボゾームDNAでおこる現象が、ヒトのがん細胞で起こるかを疑問視する人も多かった。その後、Hisashi TanakaによりIR配列が、増幅された配列と増幅されていない配列の境界に始めて、2007年に、証明されている。その後、tanaka博士らはパンドローム配列を伴う遺伝子増幅が、ヒトのがんで起こり、それががんの増殖、悪性化、予後の悪化にかかわることを、2009年のNature Review in Cancerで報告している。

(ぼうこうがん) バイオアッセイ研究所福島所長は、ウクライナ研究者と500例をこえるチェルノブイリ汚染地区の住民のぼうこうの生検組織を検討し、**早期ガン**と**増殖性ぼうこう炎**の増加を示した。



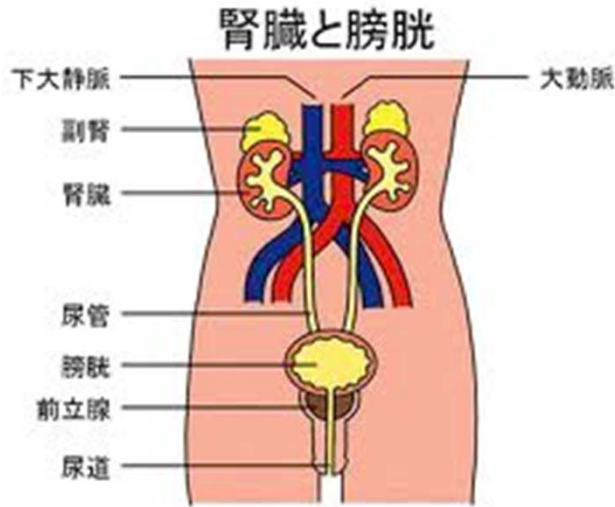
グループ1 グループ2 グループ3

Groups	Soil contamination (Ci/km ²)		No. of cases			
			Dysplasia (%)	Carcinomas Total (%)	CISa (%)	Papillary UCb (%)
1	5-30	73	71 (97) ^c	53 (73) ^c	47 (64) ^c	6 (8)
2	0.5-5	58	48 (83) ^c	37 (64) ^c	34 (59) ^c	3 (5)
3	NC ^d	33	9 (27) ^e	0 (0)	0 (0)	0 (0)

福島博士の論拠をサポートする8つの文献

- | | |
|--------------------------|---|
| 1. P38とNFkB 慢性炎症 | Carcinogenesis. 2009 Nov;30(11):1821-31 |
| 2. 異形性とFGFR3, Raf1 | Cancer Sci. 2006 Nov;97(11):1168-74 |
| 3. 多発性発がん | Hinyokika Kyo. 2006 Jun;52(6):451-5. |
| 4. SUMO化とユビキチン化異常 | J Urol. 2006 Feb;175(2):739-43. |
| 5. カドヘリンとTGF- β 異常 | Cancer Sci. 2006 Jan;97(1):45-50. |
| 6. P53変異の増加 | Oncol Rep. 2004 Apr;11(4):881-6. |
| 7. 膀胱がんの増加 | Cancer Sci. 2003 Apr;94(4):328-33. |
| 8. 膀胱上皮のDNA損傷 | J Urol. 2002 Sep;168(3):973-7. |

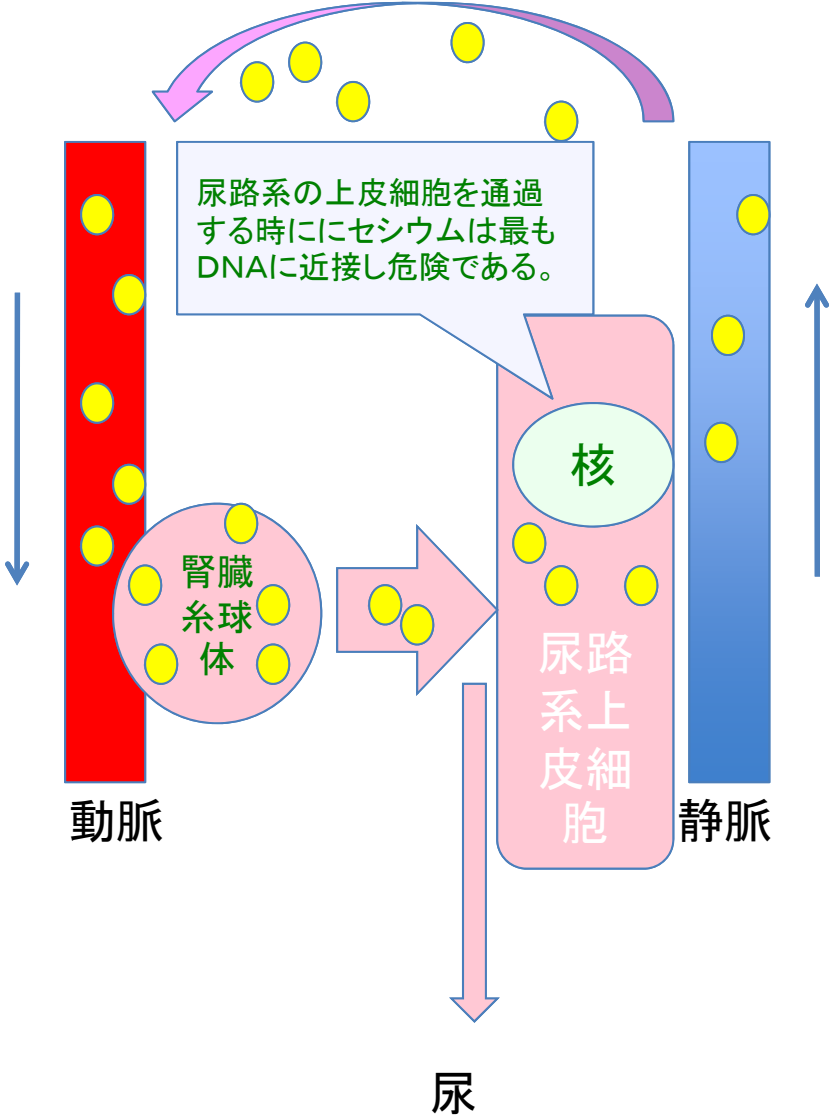
	Group 1	Group 2	Group 3
No. of patients	55	53	12
Contamination levels in soils (Ci/km ²) ^a	5-30	0.5-5	NC ^b
¹³⁷ Cs levels in urine (Bq/l)	6.47 ± 14.30 ^{cd}	1.23 ± 1.01 ^d	0.29 ± 0.0

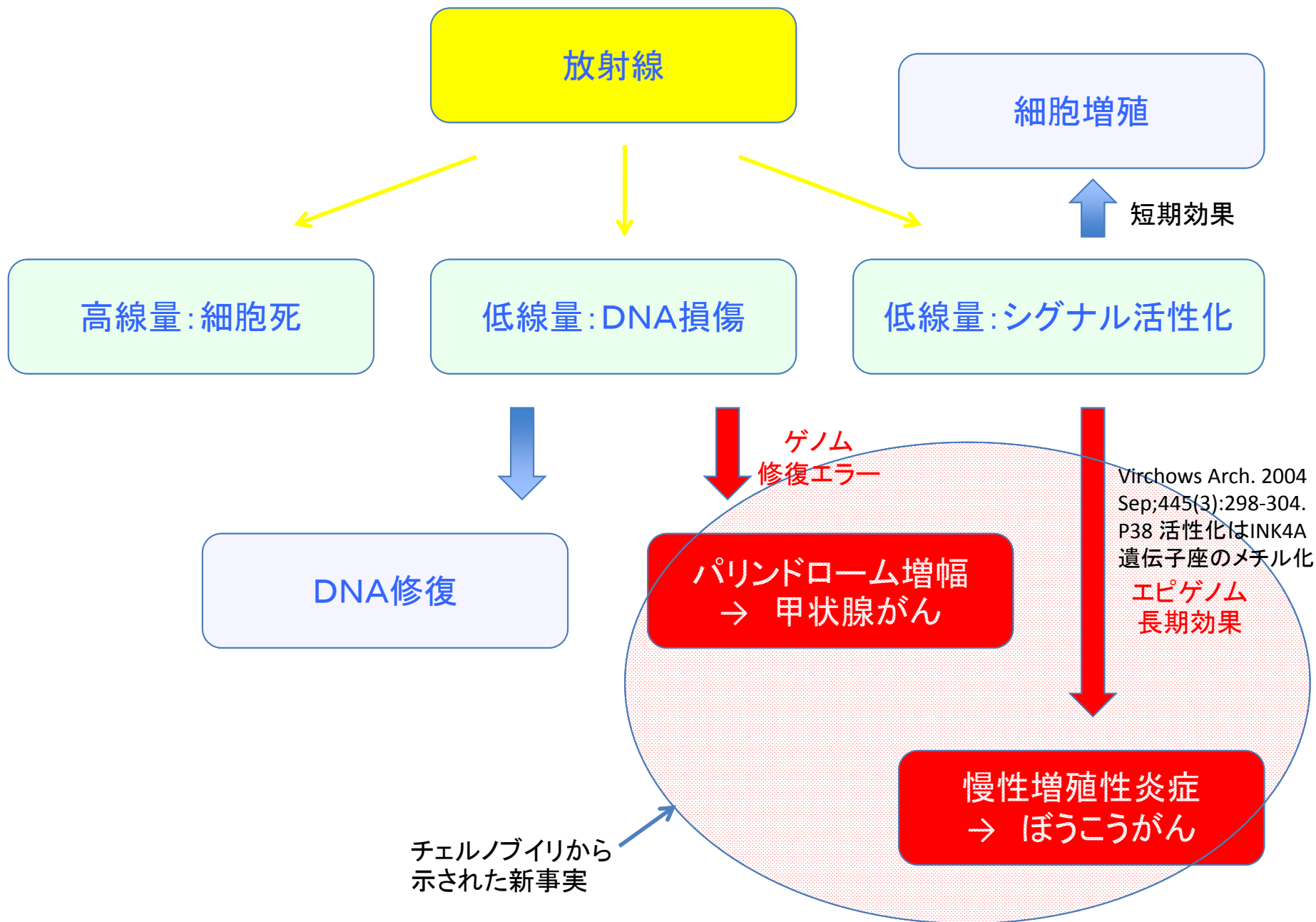


セシウムの尿路系循環とDNAへの危険性

水と電解質は腎臓の糸球体で濾過され、尿細管に効率よくでていく。電解質のうちカリウムなどは遠位尿細管で再吸収される残りが排泄される精妙なメカニズムをもつ。このため、尿路系上皮細胞を通過するトランスポーターなどが重要となる。

カリウムの体内貯留は30日であり、セシウムは100日から200日でありセシウムの再循環が重要である。セシウムはトランスポーターアミノ酸側鎖とカリウムと異なる相互作用を示す。水俣病でも有機水銀と無機水銀の違いが決定的であったが、カリウムとセシウムは違う代謝経路をもつことを理解する必要がある。





放射線

細胞増殖

短期効果

高線量:細胞死

低線量:DNA損傷

低線量:シグナル活性化

DNA修復

ゲノム
修復エラー

パンドローム増幅
→ 甲状腺がん

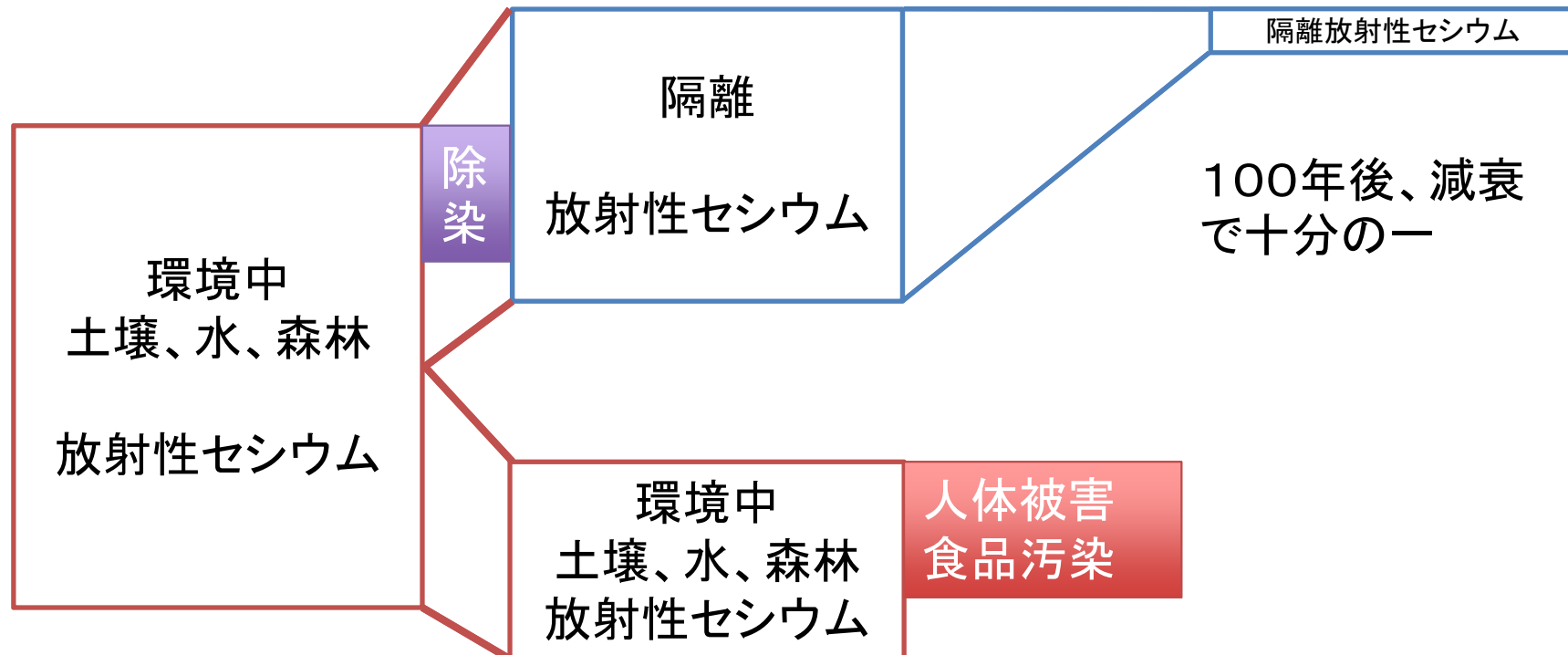
Virchows Arch. 2004
Sep;445(3):298-304.
P38 活性化はINK4A
遺伝子座のメチル化
エピゲノム
長期効果

慢性増殖性炎症
→ ぼうこうがん

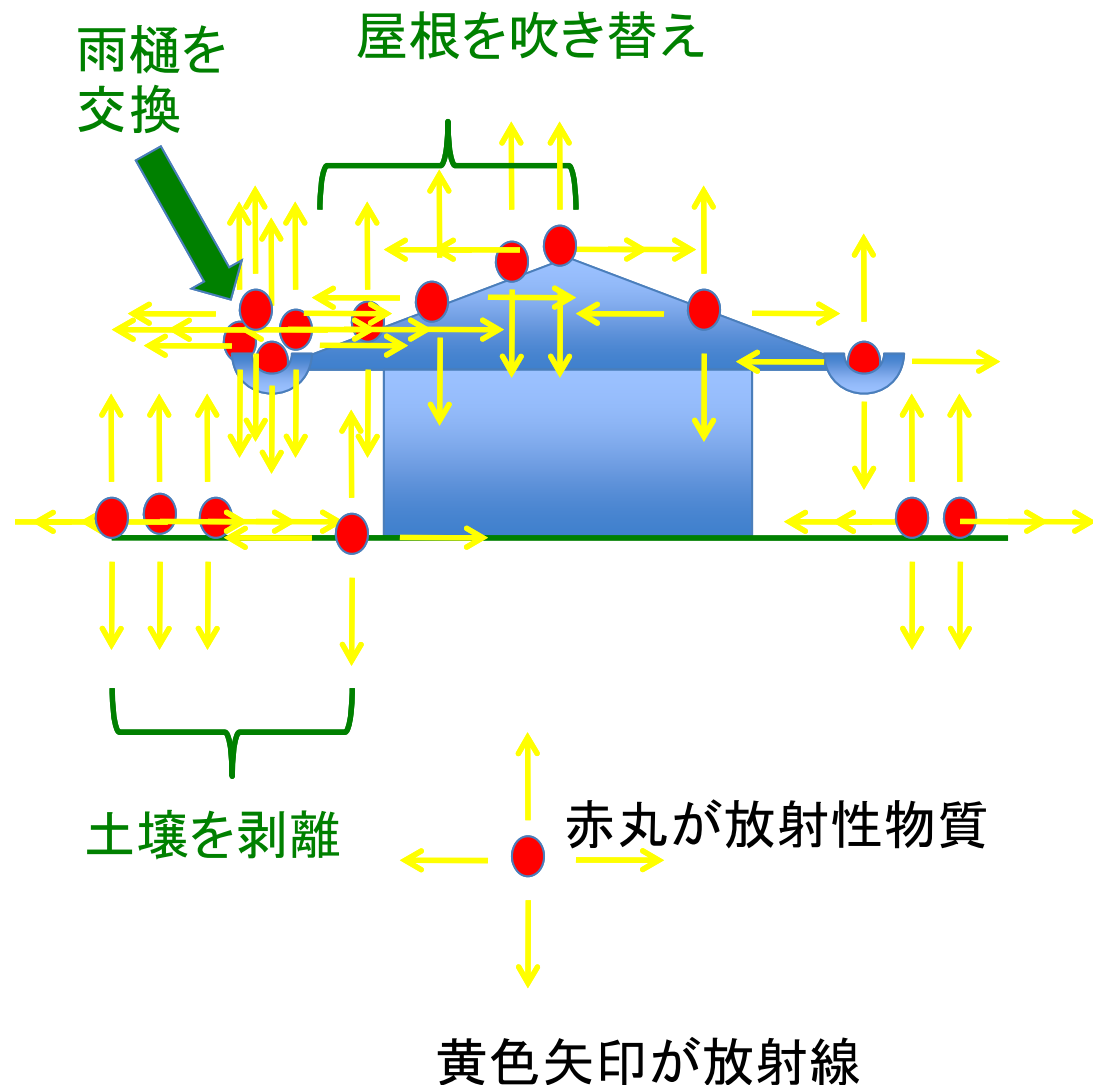
チェルノブイリから
示された新事実

5項目提案： 1. 除染には覚悟と決意がいる

- 除染の原則は、環境中の放射性物質を「隔離」して「減衰」を待つということである。



建物の除染は放射性物質の除去



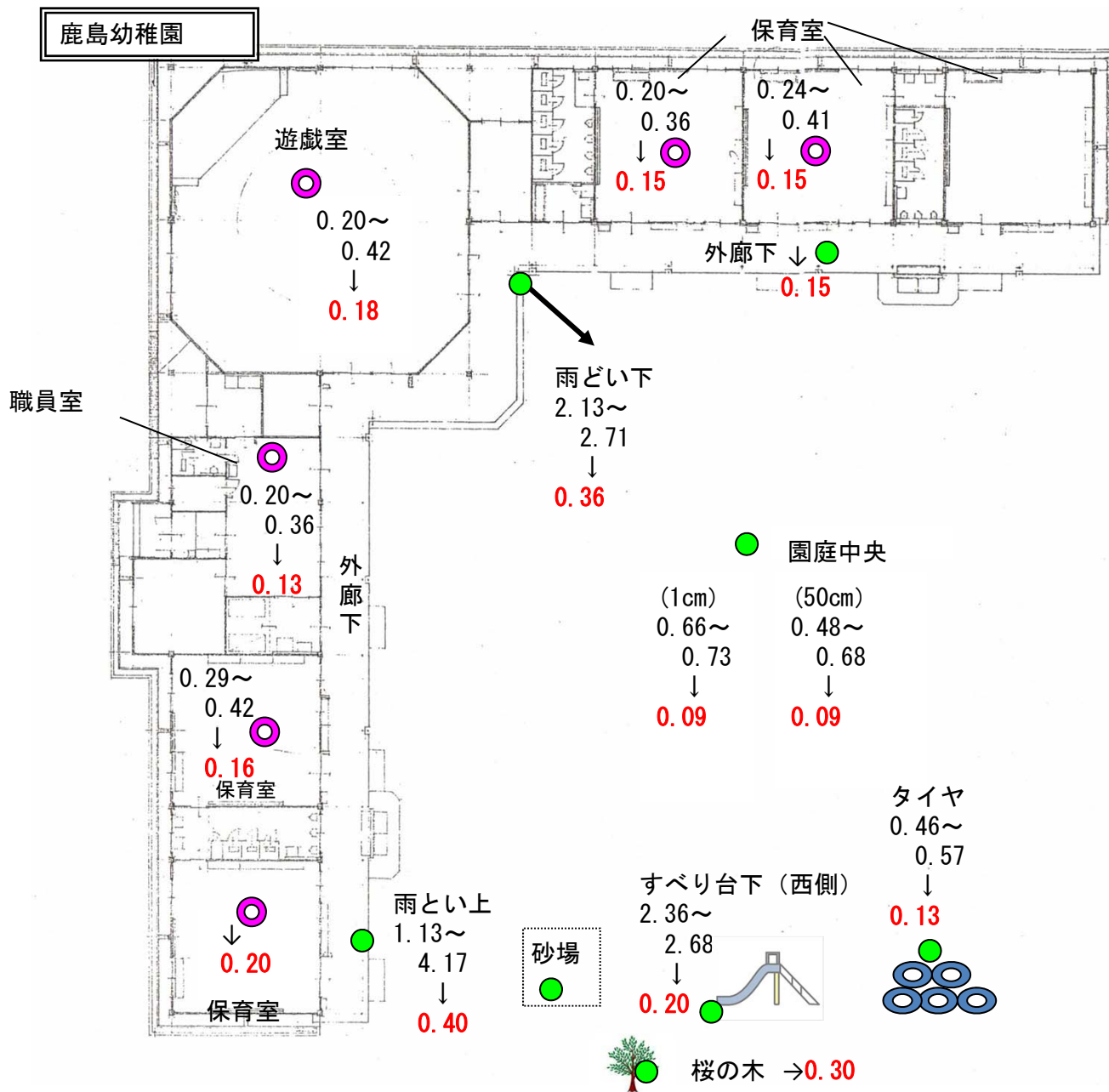
除染で大事ななのは、放射性物質を除く事。

屋根に染込んでいるときは屋根を交換しないとだめ。

土壌の粘土についているときは表土はくり。

雨樋を洗っておちない場合は交換。

屋根やまわりの土壌から放射線のくるときに、家具をふいたりしても無駄。



文科省が20ミリ(33ミリ)でいいといっている間に南相馬市は、10億円を市債で集め、校庭の1ミリ以下は達成をめざして除染を進めてきた。しかし、遊戯室や保育室では、屋根の吹き替えは2千万円のコストがネックになっている。東京電力と政府は、決意と覚悟をもってコストを負担すべきである。

<タイプ>: 個人用放射線測定機
<探知装置>: CsI(Tl)方式
<感知>: γ線
<精度>: ±30%(0.1-70 μSv/hの範囲内)

除染後
<メーカー名>: ALOKA
<機種名>: TCS161
<タイプ>: NaIシンチレーション
サーベイメータ
<測定対象の放射線>: γ線

お母さん達が文科省を変えた

- 文科省が原子力安全委員会に聞いたら、無責任に3.8マイクロ／時でいいといい(年33ミリ)小佐古参与は涙の抗議で辞任した。
- 守谷やさまざまな町で、おかあさんが、ネットで勉強し、測定を始め、先生を変え、先生は教育委員会を変え、教育委員会は市を変え、これらの市は除染を開始し、費用を東電に請求し始めた。
- さまざまな町で幼稚園や小学校の除染がすすめられ1ミリ／年以下を達成するところも増えた。
- 文部省は1ミリ／年に変えた。しかし、屋根を変えるなどの除染コストは保証されていない。

放射能汚染から子どもを守ろう@守谷

～守谷の子どもたちの放射能汚染を心配する大人たちのネットワーク～



決意と覚悟をもってコストをかけた除染へ

二本松モデル住宅での概算

1)住宅規模 敷地:60坪 床面積:30坪

2)汚染程度 屋外(庭)MAX 1.6マイクロ

屋内 1FMAX 0.9マイクロ

2FMAX1.1マイクロシーベルト

屋内平均 0.4-0.6マイクロ

* 上記100件以上の住宅の調査結果

工事名	単位	数量	金額
I 調査費	式	1	500,000
II 除染工事	式	1	2,300,000
III 廃棄物処理	式	1	1,300,000
IV 安全管理費	式	1	400,000
V 施工管理費	式	1	600,000
計			5,100,000
VI 諸経費	式	1	500,000
合計			5,600,000

積水ハウスの実験除染

(1) 1 μ cv以上あったが、除染で全体的に0.3~0.7程度に下がった。

(2) 屋根はカラーペストで、除染しても落ちないので、金属屋根にふき替えた。その結果 カラーベスト屋根 1400cpm \Rightarrow カラーベスト剥ぎ取り(下地むき出し)200cpm \Rightarrow 金属屋根?(今後測定予定)

(3) 葺き替え屋根は通常は200万円程度を見込んでいる(廃棄費用含まず)

洗浄が200万円で、その他に放射線管理費

ミサワホームの実験除染

家自体に付着したセシウムは洗浄で減少期待されるが、周辺の畑、アスファルト舗装へのセシウム付着が強く、周辺の畑の土壤剥離や舗装のやり直しが必須であろう。

2. 食品全品検査を可能にする機器開発を

内部被曝を防ぐには汚染食品を市場にでないようにさせるのが最も大事である。チェルノブイリの教訓でも消費者側でのチェックではだめで、生産者でのチェックが鍵である。

コメについてはサンプリングでの検査が行われている。

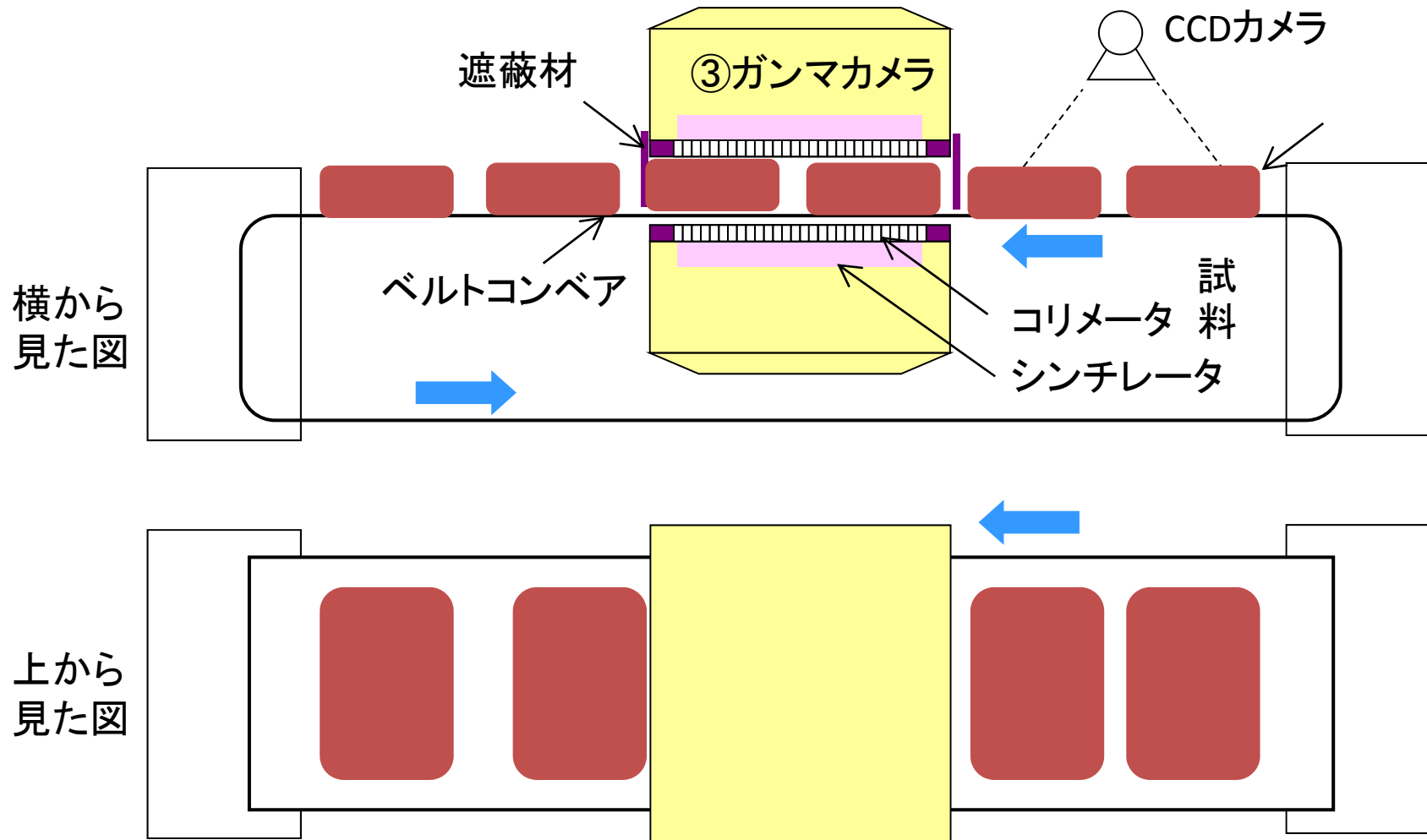
9月23日 福島県二本松市の予備調査で500ベクレル/kgが検出されたが、本検査ではそれ以下だったため、佐藤福島県知事は、10月安全宣言を発表した。しかし、11月16日、福島市の大波地区で、630ベクレル/kgのコメ汚染が検出されたと県が発表した。

- 食品安全委員会は、これまでコメなど食品について500ベクレル/kgを超えてはいけないという暫定基準をきめていた。
- その基準に全国から3000件の意見がだされ、特に、「大人と子どもが同じなのはおかしい」という意見が、214件でて、野田総理も参院予算委員会で見直しを表明した。
- 厚生労働大臣は暫定基準値の5ミリシーベルトから1ミリにさげる方向を発表している。

究極の縦割り行政

外部被曝は文科省？
内部被曝は厚生省？
人間の身体まで縦割り

食品全品検査を可能にする機器開発を



30kg米袋を10秒でみるGBO 検知器システム (20ベクレル/kgまでわかる)
8月15日総理官邸で提案。年内に部品調達を終え、来年2月に第一号予定。
例えば二本松市の生産するコメ1万トンをも10台で10日間で検査できる。

清新でベスト&ブライテストな安全委員会を

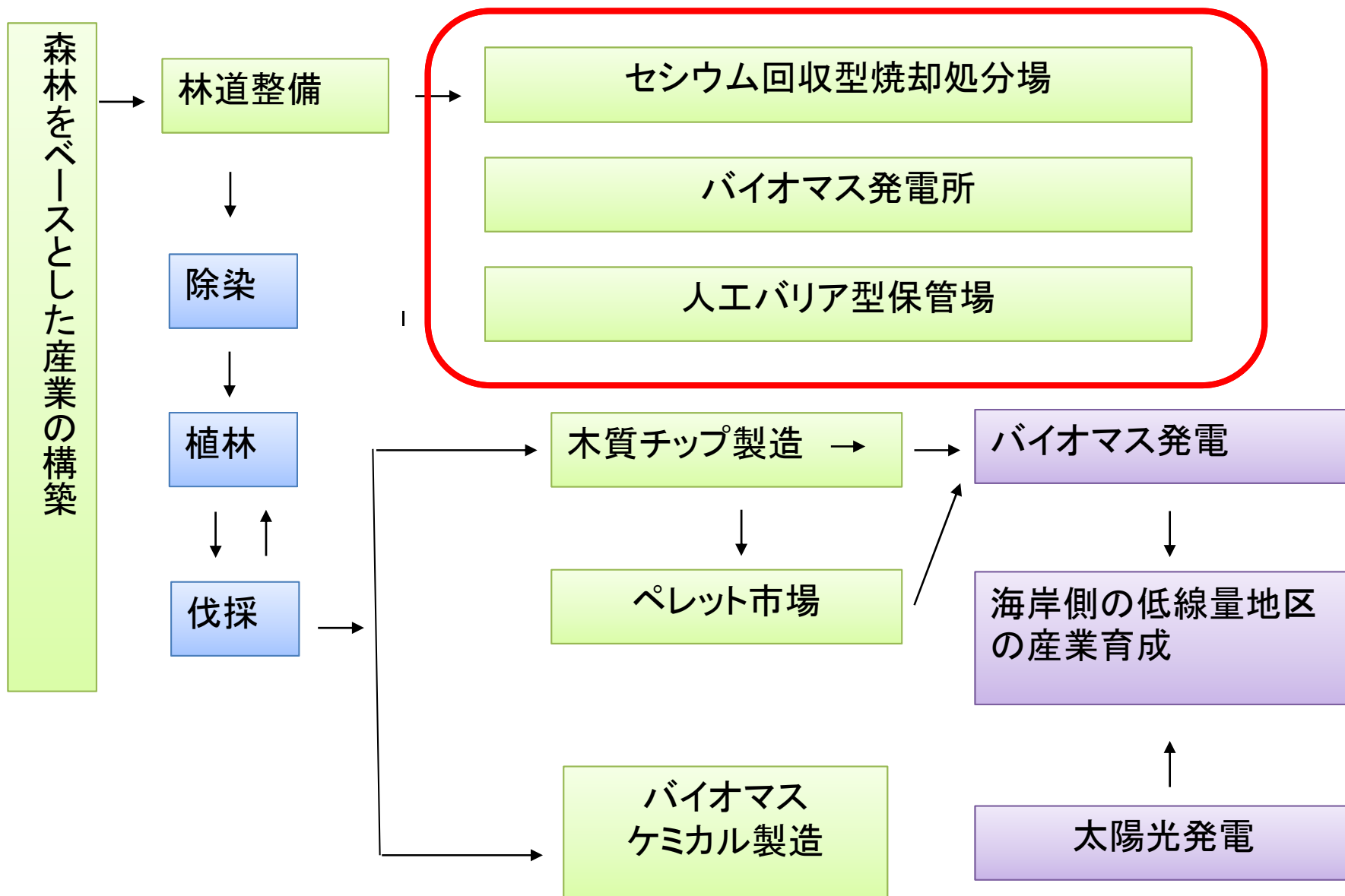
- 今の原子力安全委員会は、SPEEDI問題／メルトダウンの発表遅れ／「ただちに健康に被害はない」の間に放射性ヨウ素の雲は浪江、飯館を襲っていたことで信頼を失った。
- 危機管理の基本は危機になったあとで、安全基準を変えてはいけないことである。安全基準を達成するためのロードマップを作るべき時に、安全基準を変える議論を始めて、住民の信頼をますます失っていった。

原子力災害対策本部（全省庁）の失敗の根源

（本部長 総理大臣） ← 諮問機関 原子力安全委員会

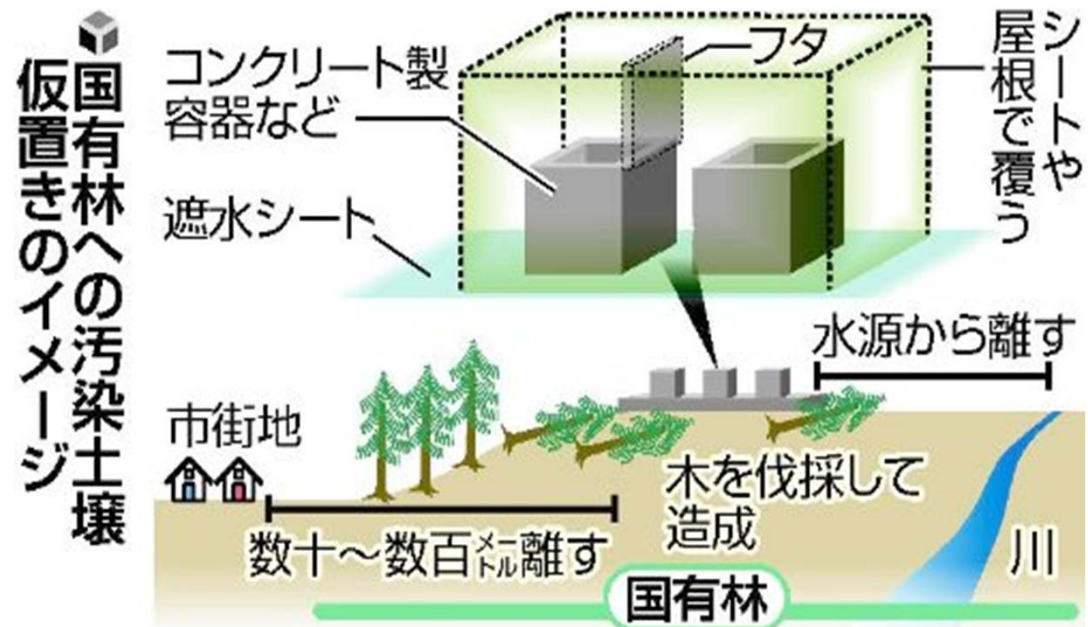
- すべての官庁の機能を生かし、国土を取り戻し、国民から信頼される官庁を再建するには、これまでの原子力政策に関与していない清新な委員会が必須である。

3. 汚染森林の除染と発電をベースとした復興



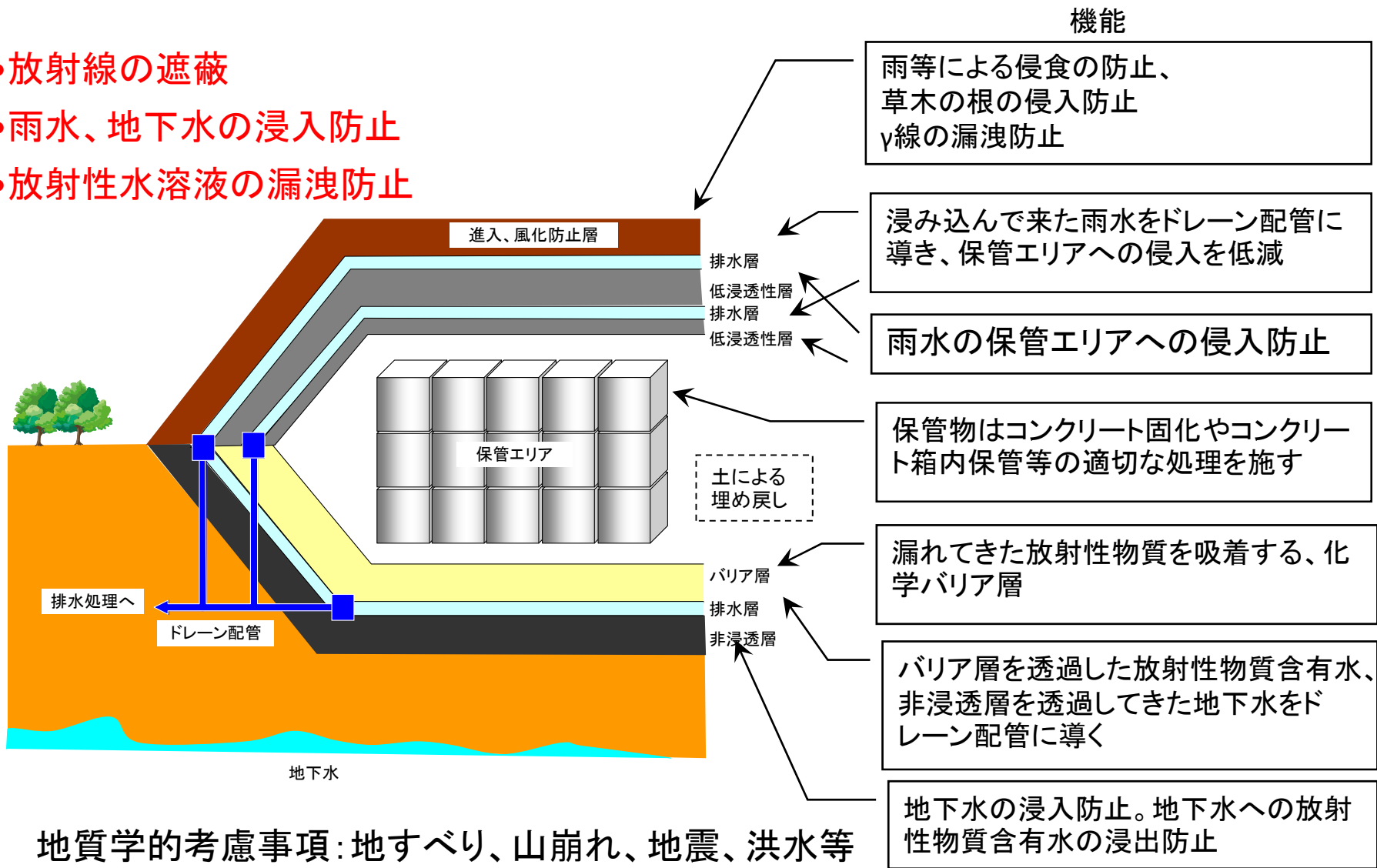
林野庁が国有林内の仮置き場へ

- 林野庁は、東京電力福島第一原子力発電所の事故で、放射性物質に汚染された土壌や稲わらなどを一時的に保管する仮置き場として、国有林の敷地を自治体に無償貸与する方針を決めた。(23日読売ほか)



人工バリア型処分場の模式図

- 放射線の遮蔽
- 雨水、地下水の浸入防止
- 放射性水溶液の漏洩防止



地質学的考慮事項: 地すべり、山崩れ、地震、洪水等

人的侵入防止: 長期間の管理。記録が失われた場合でも開発を防止する措置

バイオマス発電は21世紀に入り急進化

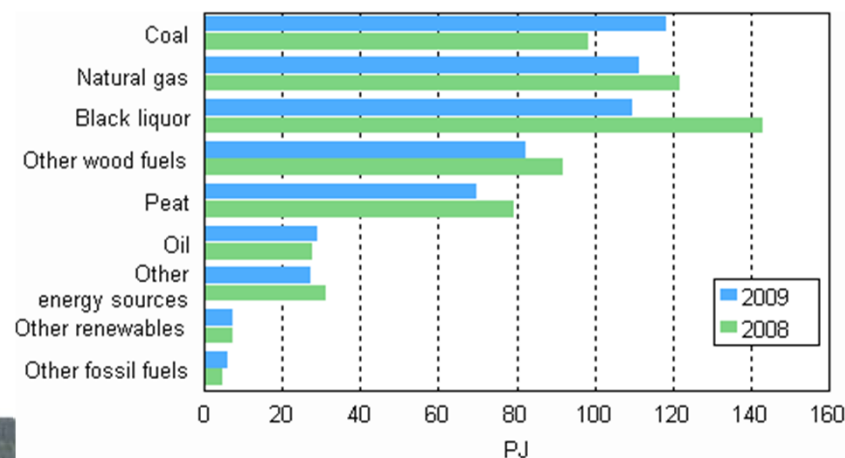
21世紀にはいり、バイオマスでは直接的に木材を燃やす効率が非常によくなり、ヨーロッパで大転換が起きている。

熱電供給プラントの例



The 20 MWe Kokkolan Voima power plant was completed in 2001 and is fired on a mix of wood, field energy crops, and peat. Copyright Pohjolan Voima Oy

フィンランドの1次エネルギー源 2000—2009



✓バイオマスコジェネプラント

フィンランド1次エネルギー源

では森林起源が34%

(純木質15%、パルプ残渣19%)

焼却灰のモニタリング

を行う(スウェーデン)

セシウムを回収できるバイオマス、汚泥燃焼炉



排気中の放射性同位元素の濃度の測定

放射線施設から排出される排気中の放射性同位元素 (RI) の濃度は、環境保全のため、放射線障害防止法施行規則第14条の11、医療法施行規則第30条の11により、排気中の濃度を連続監視しなければなりません。

γ線ガスモニタ

γ線を放出するRIを使用する研究所、病院の核医学診断施設に最適です。

検出器	φ2×2インチNaI (Tl) シンチレータ
サンプリング流量	5 L/min
測定線種	γ線
測定範囲 ¹⁾	¹³⁵ I : 6.3×10 ⁻⁴ ~2.8×10 ¹ Bq/cm ³ ^{99m} Tc : 6.0×10 ⁻⁴ ~2.7×10 ¹ Bq/cm ³ ¹⁸ F : 7.2×10 ⁻⁴ ~3.2×10 ¹ Bq/cm ³
自己診断機能	高圧電源健全性、低圧電源断、サンプラの動作状態の監視、等
外形寸法	約(W)52×(D)52×(H)108cm
質量	約450kg
電源	AC100V、150VA

*下図値はバックグラウンド10%、測定時間1時間した場合



β(γ)線ガスモニタ

β線を放出するRIを使用する研究施設、病院の核医学診断施設に最適です。当社独自の技術(特許番号第3542936号)により、自然放射能のRn、Tnの影響を大幅に低減させることができ、管理が簡便になりました。

検出器	14 L通気式円筒形電離箱
サンプリング流量	5 L/min
測定線種	β線(γ線)
測定範囲 ¹⁾	⁹⁰ Sr : 1.4×10 ⁻⁴ ~2.8×10 ¹ Bq/cm ³ ³ H : 1.3×10 ⁻³ ~2.6×10 ¹ Bq/cm ³ ¹⁴ C : 2.0×10 ⁻⁴ ~4.1×10 ¹ Bq/cm ³ ^{99m} Tc : 7.0×10 ⁻⁴ ~1.4×10 ¹ Bq/cm ³
自己診断機能	高圧電源健全性、低圧電源健全性、サンプラの動作状態の監視、等 電点移動の自動補正
外形寸法	約(W)41×(D)41×(H)92cm
質量	約135kg
電源	AC100V、150VA

*下図値は検出器出力が9.3×10⁻⁴Paの場合

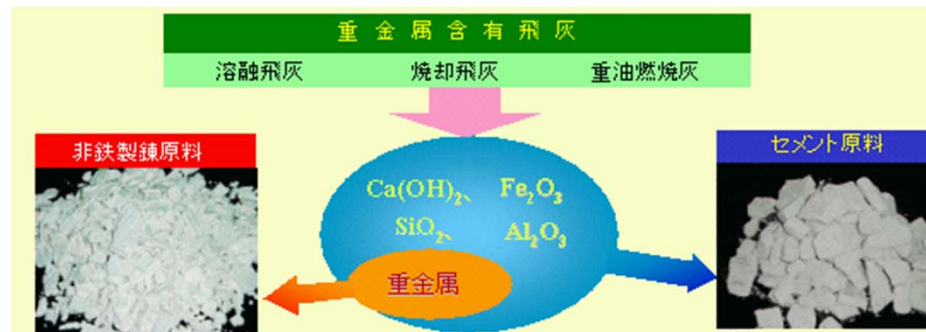


汚染木材、汚泥などの消却を行うときに、重金属などの回収用に開発された技術燃焼700°C以上になるとセシウムは気化する。そこで、排気を温度低下させ、200°C程度にするとセシウムは析出する。それをバグフィルターでとっているが、さらに原子力施設で使われているガラス繊維フィルター、微粒子をとるHEPAフィルターでのぞき、さらに流量放射線量計で連続モニターすることにより99、99%カットできる。


重金属含有飛灰の資源化システム

● 重金属を含むために、そのままでは大量に再資源化することが困難な重金属含有飛灰をセメント資源化することに主眼をおいています。

すなわち、カルシウム成分等をセメント原料化できる形態で分離・回収すると同時に、重金属成分は非鉄製錬原料としてリサイクルできるように回収する処理システムです。



高効率に重金属を除去する太平洋セメントのシステム(セシウムに有効)

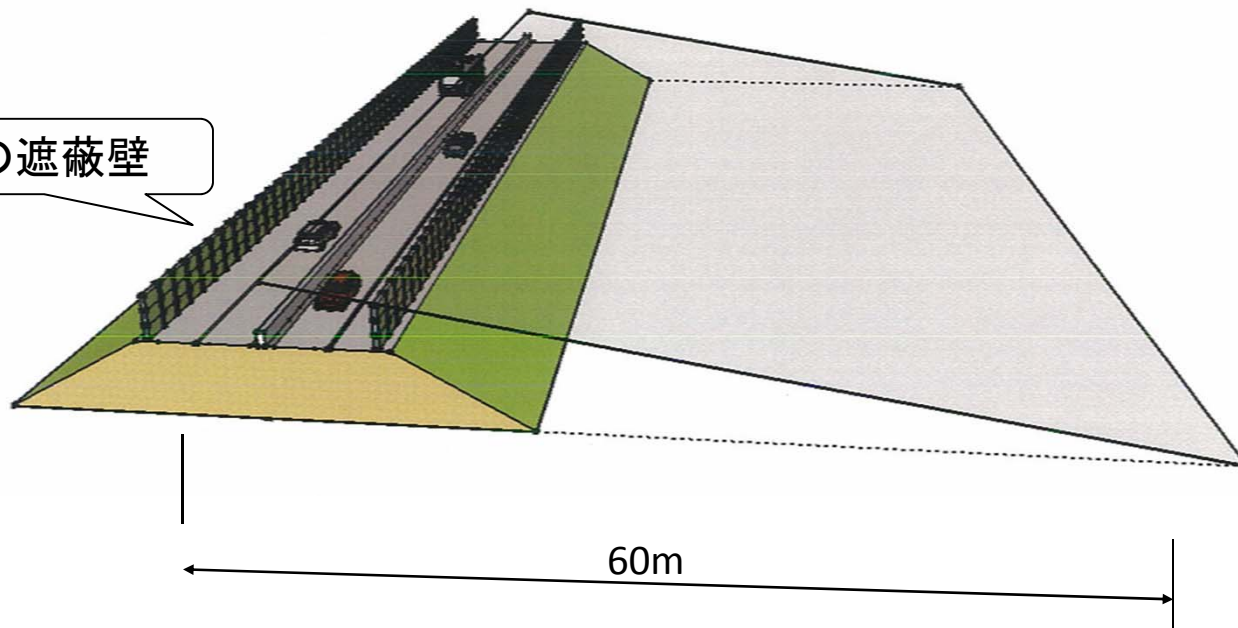


4. 常磐自動車道の早期開通へ

浜通り地区の経済は、相馬といわきが分断されたままでは、早晚、崩壊する。常磐自動車道は、ほど完成しており、8月から2ヶ月間現地をくまなくまわり、除染により安全に開通できる。国の総力をあげ除染、完成させ復興、生活支援道路として開通する。

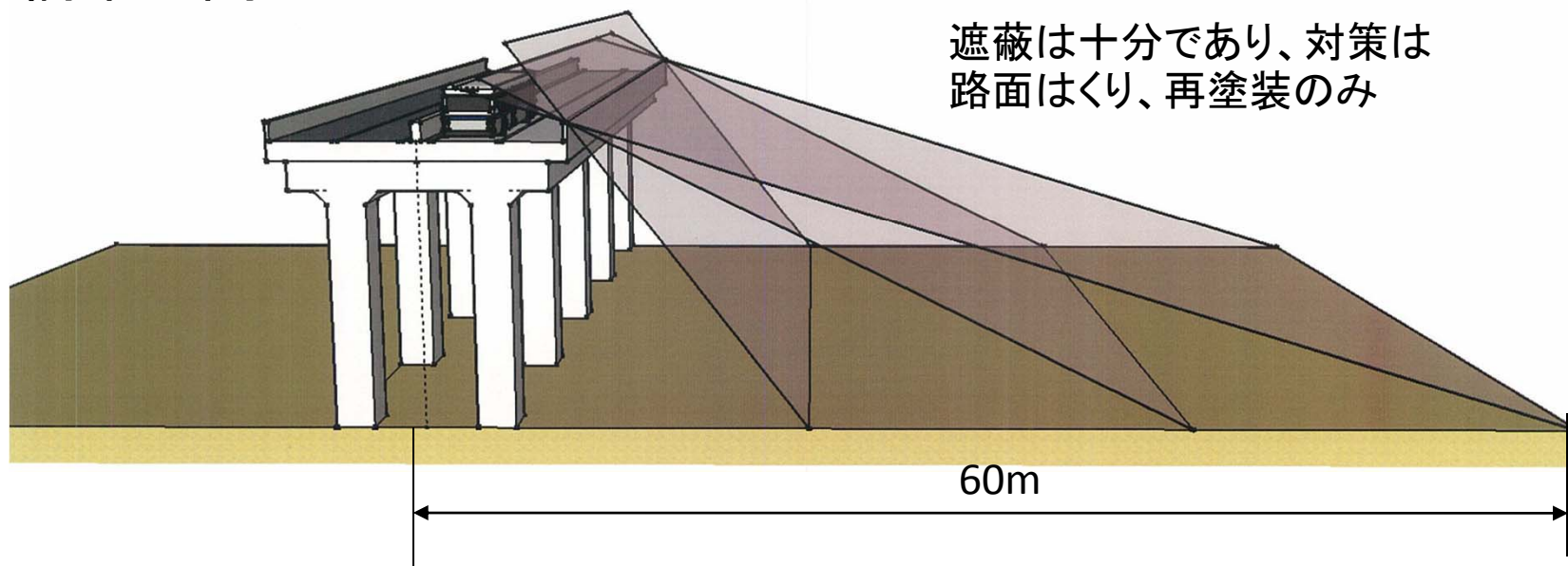
盛土区間

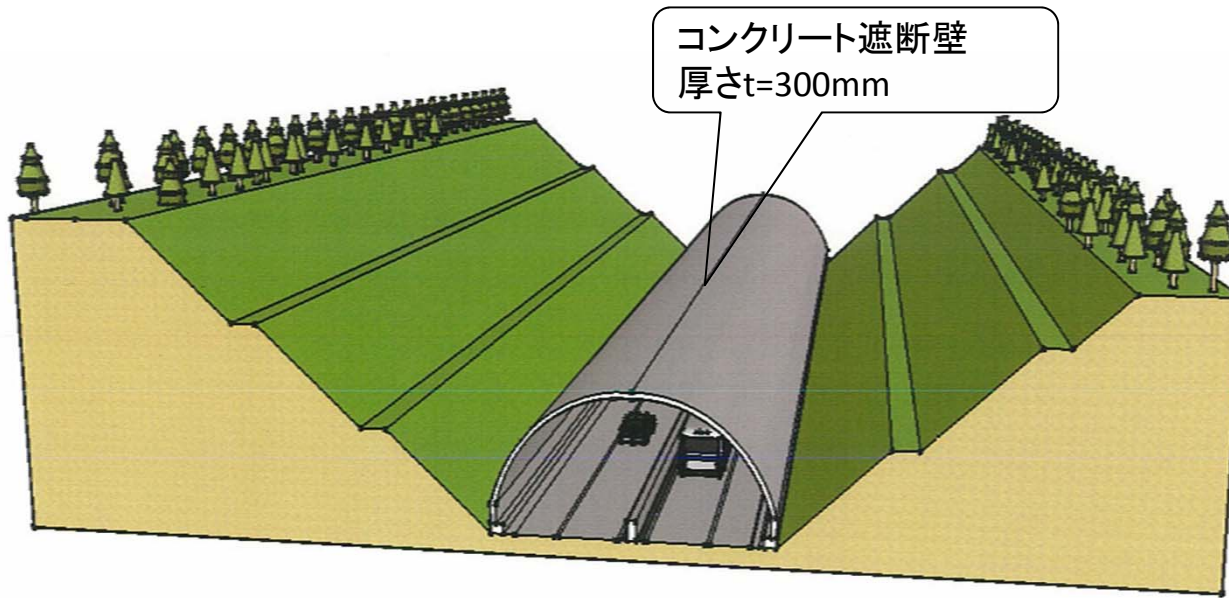
高さ3mの遮蔽壁



橋梁区間

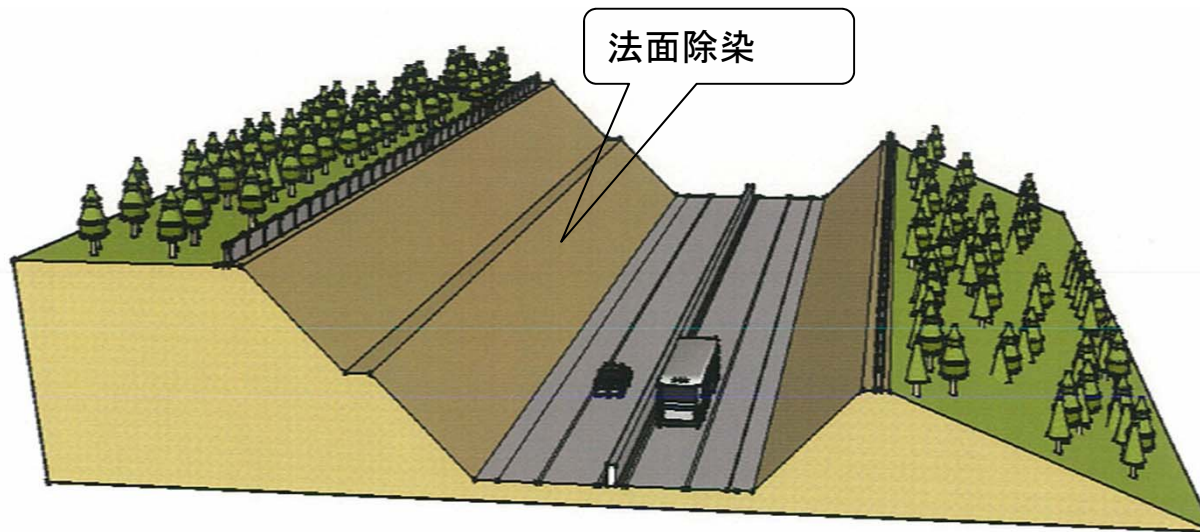
遮蔽は十分にあり、対策は路面はくり、再塗装のみ





工事費 $270\text{万円/m} \times 1.5(\text{放射能割増}) = 400\text{万円/m}$

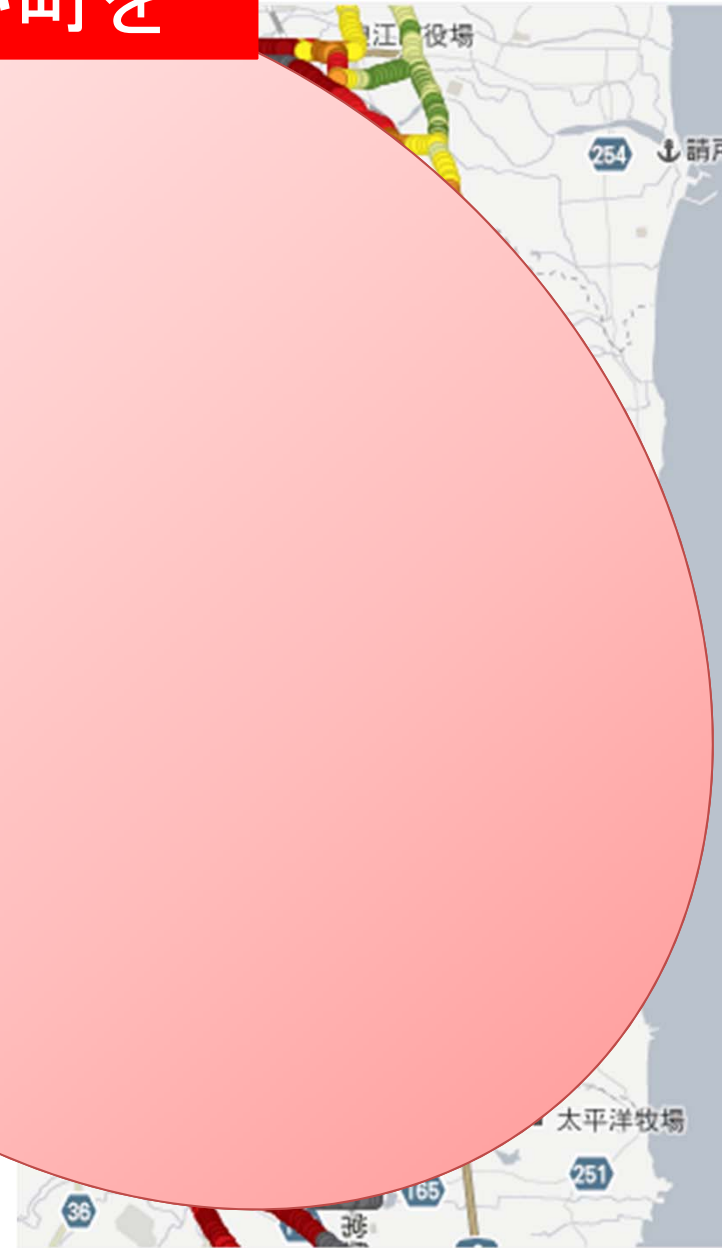
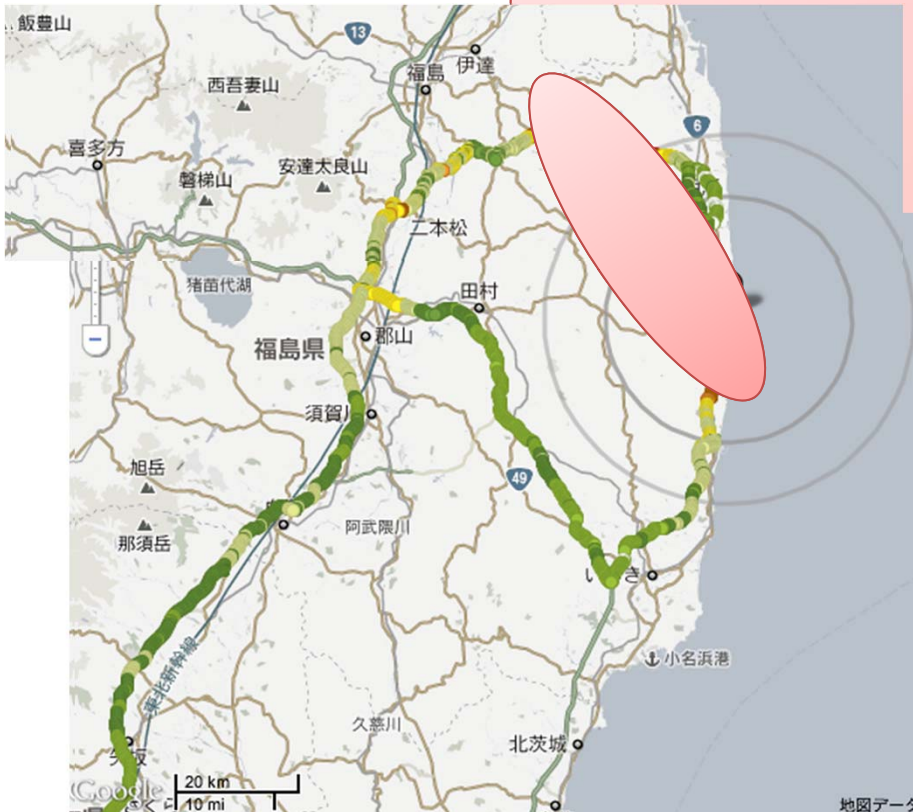
切土面積が大きい場合---トンネルも考えたが、除染が妥当との結論



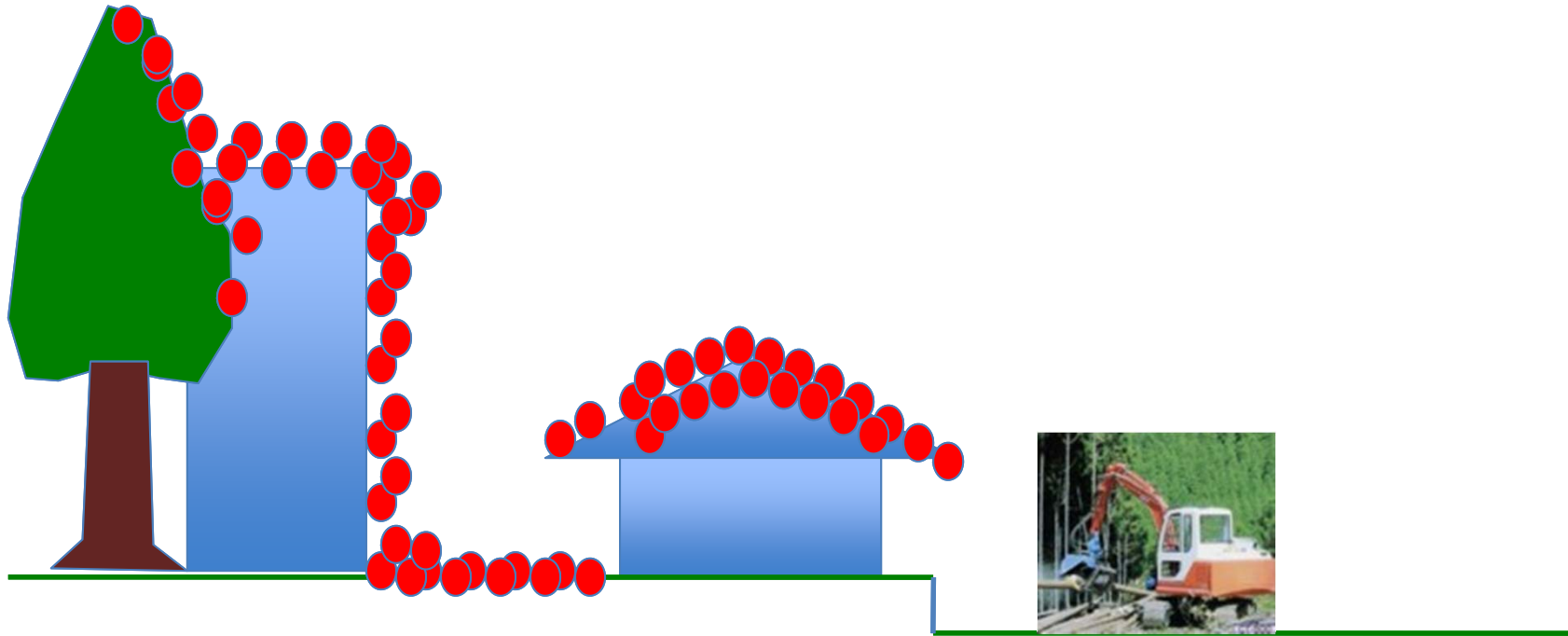
切土区間は、法面除染：汚染土はコンテナにいれ埋める。

5. 高線量地区住民に新しい町を

高い線量の地区では除染にも、現在の住宅撤去も含め非常に時間がかかる。移転し、生活拠点としての新しい町を建設する



高い線量では完全撤去型除染が必要



線量があまりに高い場合には、家は壊し木やその他を根こそぎのぞき、表面土壌と一緒に除去して、線量は下げる方法も重要。

線量が非常の高いところの除染はこの方式しかない。そうすると長期にわたり居住不可能な地域が生まれる。住民は一時的避難から「新しい町」への移転が必要となる。

国土を守り国民とともに生きる5項目

- (1) 東電と政府は、放射性物質を飛散させた責任を謝罪し、全国土を1ミリシーベルト／以下に取り戻す覚悟を決めて除染予算を組む。
- (2) 全食品を検査できる機器を開発し、厳格な安全基準を決める。
- (3) 常磐自動車道(広野―南相馬間)を半年で開通させる他、20km圏内の道路、森林の林道整備をすすめる。
- (4) 森林バイオマス発電を基礎に復興をすすめる。
- (5) 高線量地区住民の新しい町への移転の推進。