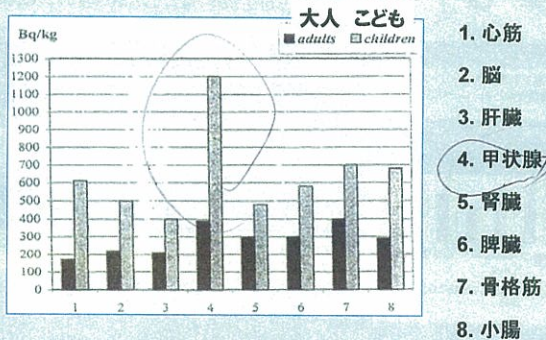


## 諸臓器の <sup>137</sup>Cs 濃度

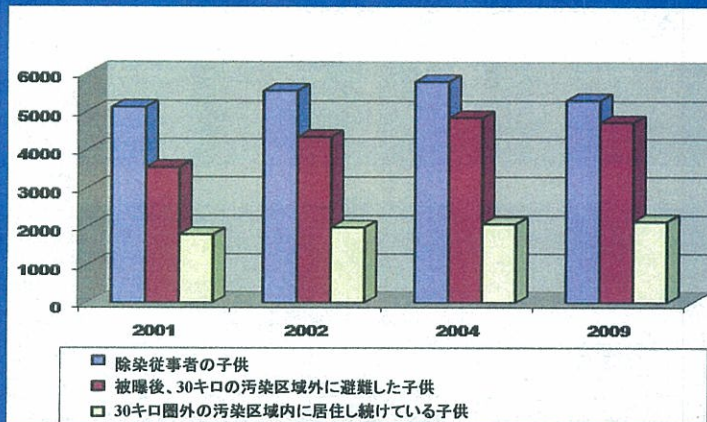
ゴメリ地域で死亡した子供と成人の諸臓器における<sup>137</sup>Cs濃度



## 放射線被曝後に発生した小児甲状腺がんの臨床及び疫学的特徴

- 被曝後の最小潜伏期間：5年以内
- 男児に比較的優位に認められる：  
胎児及び1～3歳で被ばくした子供の男児と女児の発生率は通常の女児が2.6倍であるのに対し1:1で男女差が無くなる(男児の発生がより増える)
- 甲状腺がんが発生しやすい被ばく年齢：  
3歳以下(20.2%)と15から18歳(28.9%)にピークがある。
- 小児期と成人後の疾患症状：  
がん化は被曝後6年から発生が増加し13年にピーク28年まで継続する。
- 高分化型のがん(治りやすいタイプのがん)が多い：  
濾胞がん16.3%、乳頭癌81.3%、髄液癌1.2%、未分化癌1.2%
- がんの悪性化：  
多中心性の発育、腫瘍被膜及び血管への浸潤、血管内腫瘍塞栓、高い局所および遠隔転移

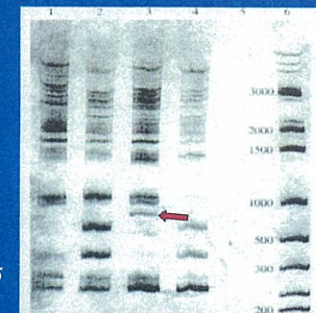
## ロシアの先天性奇形と染色体異常(10万児あたり)



## 分子遺伝学的研究

対象児に見られた新たなバンド。両親や事故前に生まれた兄弟にはない。

事故後の除染作業員の子供は両親にないバンドの出現数が5.6倍多い。



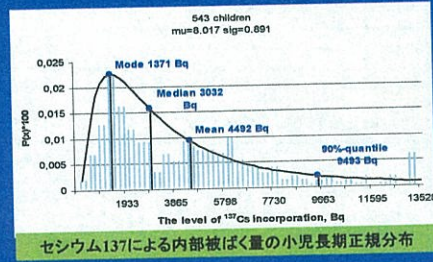
Proc. R Soc Lond. B (2001) 268,- 1001-1005

被ばくした両親の子供は遺伝子異常を持ち、様々な病状を示す危険度が増す

放射線素(毒性强) → 汚染 → Balance崩壊

しかしながら、事故後に生まれた子や汚染地域居住の子供たちには、他の働きかけも考えられる。農作物、食物、肉、魚の中の放射性物質が内部被ばく、酸化ストレスや細胞エネルギー産生阻害の増加を招く。

ノロディクスキー地区の2009年から2010年のデータによれば、17%の子供たちが7000ベクレルを超えるセシウム137の内部被ばく、90%が9663ベクレル以内であった。



チェルノブイリ事故後の限定された期間での被爆者コホート調査では、2次的なミトコンドリア異常によるエネルギー産生異常から広く臨床症状を示す頻度が増加している。

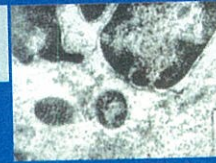
### 内部放射線被ばくの臨床及び臨床検査における兆候

- 幼児と就学前児童におけるリンパ節腫脹（偽リンパ節異常と形成不全）
- 血液細胞フリーラジカル(活性酸素)の異常；活性酸素の自然産生の増加；抗酸化メカニズムの喪失
- 機能的赤血球病変：鉄欠乏性貧血；白血球や血小板生成の一過性の質および量的変化を伴った再性不良性貧血

### 細胞 生物エネルギー 異常 生化学的レベル

#### 超微形態レベル

中度のミトコンドリア膨張  
マトリクスの鮮明化  
クリスタの間隔の拡張  
及び断片化、崩壊



運動中の顕著な血清中の乳酸・ビルビン酸量の増加と乳酸塩/ビルビン酸塩比の増加

#### 全身レベル

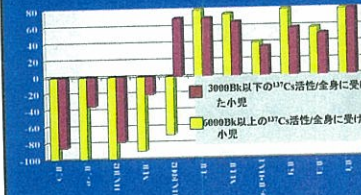
心筋代謝のECG-サイン：生体電気活性及び骨格筋の機能的能力の低下、手動測定における力指数の低下、リンパ球亜集団のアンバランス、好中球の機能の抑制

#### 細胞レベル

ミトコンドリア酵素活性の低下；解糖系代謝の亢進；エネルギー交換の活性酸素と蛋白質の関与；細胞質からミトコンドリアへの優勢な電子流傾向

#### 臨床レベル

臓器による放射線レベルに依存した様々な臨床兆候(神経系、免疫系、骨格筋及び心筋)



6000Bq以上の過剰な<sup>137</sup>Cs活性を全身に受けた小児において、最も重篤な変化を見いだした。

### 細胞および細胞内小器官のフリーラジカル(活性酸素)による損傷

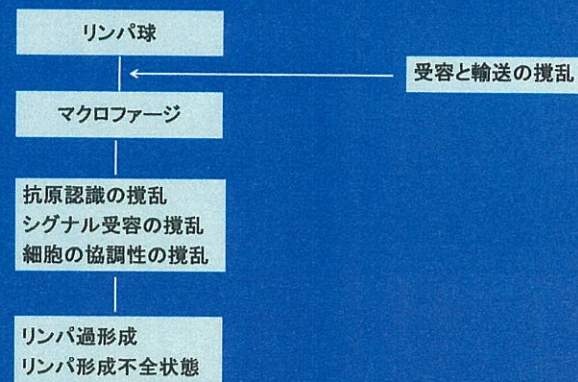
生体分子	損傷の種類
脂質	不飽和脂肪酸の過酸化
蛋白質	細胞内小器官の酸化
核酸	細胞膜
炭水化物	芳香核のスルフヒドリル基をもつ蛋白質の酸化
	ヒドロキシル化<<切断>>
	架橋
	DNA二重鎖切断
	多糖体の脱重合

## 細胞構造に対する活性酸素の影響

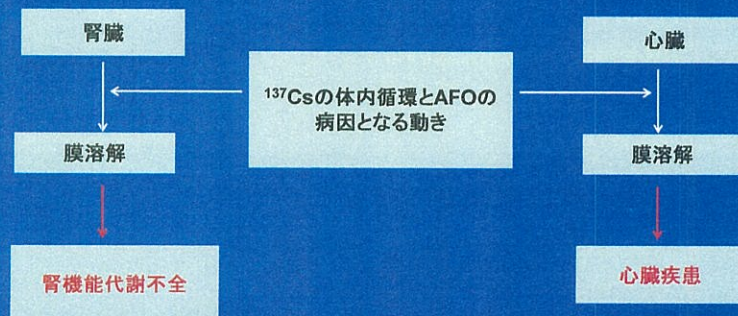
- 不飽和脂肪酸過酸化反応の開始
- イオンポンプに関連する酵素と蛋白質の不活性化
- DNAの架橋と切断
- 細胞受容体の構造の損傷

細胞崩壊, 細胞の受容・輸送・増殖能の損傷

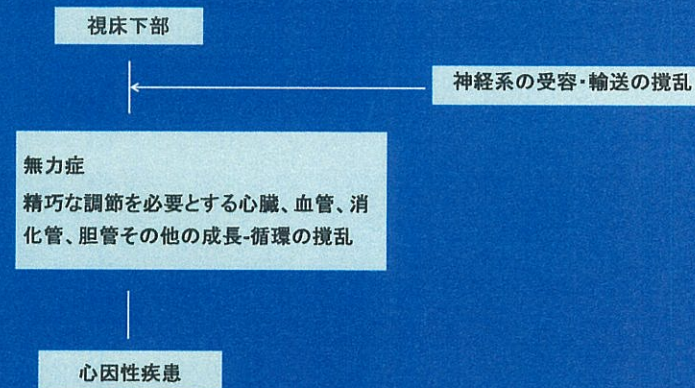
## 活性酸素に誘発された免疫疾患の発症機序



## 活性酸素に誘発された心臓疾患と腎臓疾患の発症機序



## 活性酸素に起因する心因性疾患の発症機序



## チェルノブイリ事故によって影響を受けた子供の リハビリテーション指針

- 環境的に清浄区域に位置する機関への移動
- 汚染されていない食物、バランスのとれたビタミン、微量元素の提供
- 最低1ヶ月半の複合的な抗酸化療法(最適コンビネーション-ビタミンE、リボ酸+ルチン)
- 口腔を含む慢性病感染の治療
- 慢性疾患(ICDの診断に従った)をもつ子供の複合的なリハビリテーション

## 汚染地域に在住する人々の三段階方式の特別な検診

- ステージ1-各地域の健康管理施設の専門家によるスクリーニング
- ステージ2-遠隔地と地域レベル、或は各々での精密検査と治療
- ステージ3-地域レベルと国レベル、或は各々でのより高度な専門治療の提供

## 臨床的、臨床検査および診断機器による複合診断

- 健康診断
- 甲状腺超音波検査
- 全血血算測定
- 尿検査
- 腫瘍専門医による検診
- 内分泌専門医による検診
- 線量測定

## 結論

1. チェルノブイリ原発事故により被曝した子供の cohorts 調査から、**電離放射線の影響が確認された。**
2. 子供の体細胞病変による全疾患罹患率は、放射線汚染地域に住する両親を持つ子供のうち放射線被ばくの影響後の子供で高い。

続き

3. 現時点までで、統計学的に唯一確認された効果は甲状腺がんの発生のみである。

事故5年後から上昇し、約20年後に低下

3. 胎児期に被ばくした子供や、汚染した被ばく地域から避難した子供、除染作業員の子供は、放射線由来の疾患のハイリスク(危険性が高い)と判断されるべきである。

続き

5. 放射線リスク群(胎児被ばく、被ばくした両親の子供)に希少な遺伝病や胎児毒性効果が引き起こされている。放射線と病気との関係が解明されるべきである。

6. 同定された細胞遺伝的また免疫的異常は、放射線リスク群の子供に遺伝子の不安定性や免疫不全を引き起こす可能性を示唆しているが、統計学的な有意性を示すにはさらなる証拠が必要である。

### チェルノブイリ事故後の放射線被ばくを受けた子供の副作用を決定する因子

- ストレスと代償や適応機構の消耗  
低線量放射線に対する感受性の上昇
- ゲノムの不安定性
- 神経内分泌の不調、放射性ヨードや他の物質の影響による甲状腺の機能不全小児の免疫活性の低下
- 精神性のストレス
- 小児栄養障害、ビタミン欠乏

これらが複合的  
症状となり、  
「チェルノブイリ  
症候群」  
を形成する。

### チェルノブイリ事故後の放射線被ばくを受けた子供の副作用を決定する因子

#### チェルノブイリ症候群のこれから予想されること(25年以降)

- 体内の組織に蓄積した放射性核種(セシウム、ストロンチウム、トロンなど)による低線量被ばくにより、微量のフリーラジカル(活性酸素)が継続的に産生され、組織、臓器を長期にわたり損傷する。
- その結果、動脈硬化、糖尿病、高血圧などの生活習慣病の発症を促進する。
- 活性酸素による定常的な DNA 損傷のため、環境因子による発がんを促進する。
- 精神的ストレスが、上記の身体的異常に重なり、新しい形の心身症を発症する。

## 「チェルノブイリ症候群」と「フクシマ症候群？」

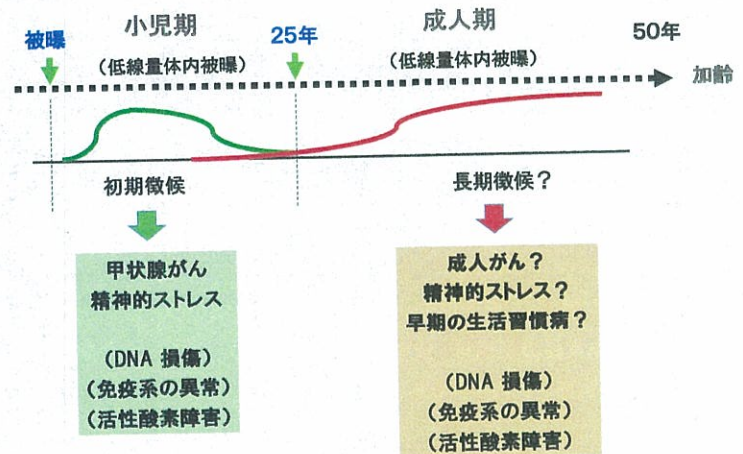
- # 低線量被曝(フリーラジカル産生)による器質的異常
  - ・短期的: DNA損傷・ゲノム異常(小児がん)、免疫系の異常
  - ・長期的: 動脈硬化、高血圧、糖尿病など(生活習慣病)
- DNA損傷・ゲノム異常(成人がん?)、免疫系の異常
- # 精神的異常
  - ・器質的異常によるホルモンのアンバランスや、自律神経失調
  - ・恐怖感、不安感など
- # これらの複合的要因の組み合わせが、未知の症候群を引き起こす可能性が高い
  - ➔ 組み合わせのパターンにより両症候群に差?

## 「フクシマ症候群」は起こるのか?

# 起こる可能性は否定できない。

しかし、起こっても、「チェルノブイリ症候群」とは、複合的  
症状は多少異なるであろう。

## チェルノブイリ症候群の予想される経過



## 「フクシマ症候群」は予防できるのか?

- # 予防法の普及  
チェルノブイリの経験を生かし、ある程度の予防は可能。
  - ・除染、非汚染地域での生活、非汚染食物の摂取
  - ・体内に蓄積した核種の排泄促進  
(カリウムによるセシウムの排泄促進など)
  - ・抗酸化物質の適度な摂取(ビタミン類など)
  - ・学校などでの啓蒙教育
  - ・精神的ストレスに対するケア
- # 定期的な検査
  - ・適切な検査項目
  - ・検査による安心感

## 「フクシマ症候群」に対する対策は？

#「国際フクシマプロジェクトチーム」を立ち上げ、国際的な連携の中で、具体的な対応および再建方針を決定していく必要がある。

- ・多角的対策
- ・対策拠点とチームの明確化
- ・明確な計画と、実行の柔軟性

横路孝弘 衆議院議長 公邸にて(2011年12月)



内閣府 IT 国家戦略

医療情報化推進

## 小児がん長期ケア事業

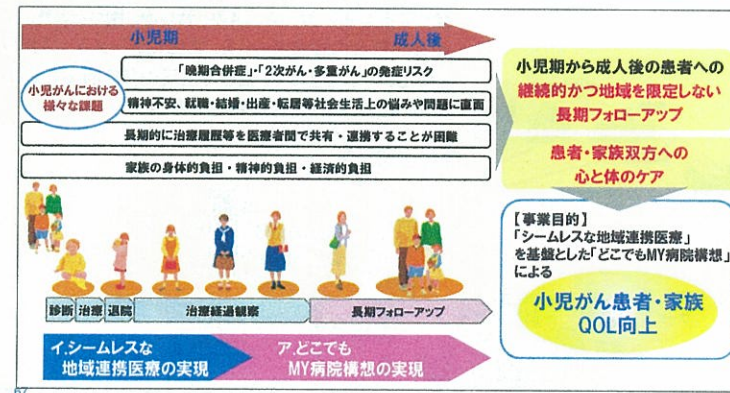
平成22年度 経済産業省 実証事業

(日本の小児がん長期データベース構築)

## 小児がん長期ケア事業

【背景】日本の小児がん患者の現状

- 近年、小児がん患者の治癒率は80%近くまで向上、成人を迎える長期生存者は10万人近くに
- 今後も医療の進歩により長期生存者が増え、成人した長期生存者の社会での活躍が期待







2012年

**世界の子どもの未来を、いかに守るか！**

4月21～24日 国際小児がん学会・アジア地域会議(インドネシア)  
小児がんアジアネットワークの構築。

5月 3～ 4日 日ロ極東会議(ウラジオストク)  
9月8～9日 APEC (ウラジオストク)の事前会議。  
小児がんと放射線をテーマに討議。

11月14～15日 国際シンポジウム(高松宮妃 がん研究振興財団)  
「放射線と発がん」

ロシア国立小児がん研究センター（モスクワ市郊外）



ロシア国立小児がん研究センター（モスクワ市郊外）

**本日は、長時間にわたり有り難うございました。**

チェルノブイリを経験したロシアと、  
ヒロシマ、ナガサキ、そして、フクシマを経験した日本が、  
共に連携して、これからの困難な問題に取り組み、  
私たちの将来を担う子ども達を守る必要があります。

