

救急医から見た 原子力災害医療

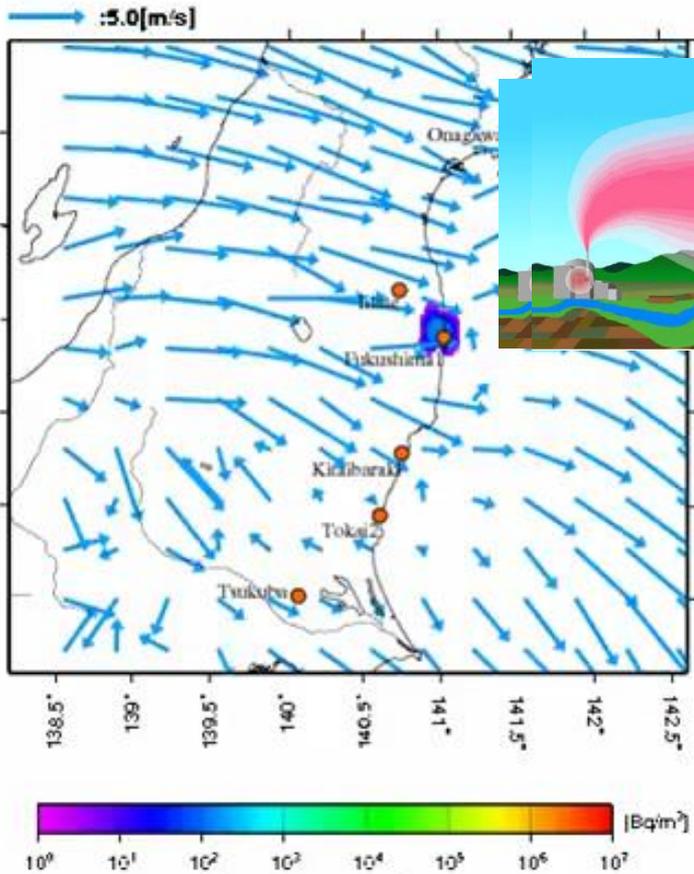
福島県立医科大学
救命救急センター
長谷川 有史



「地震」「津波」「原発事故」

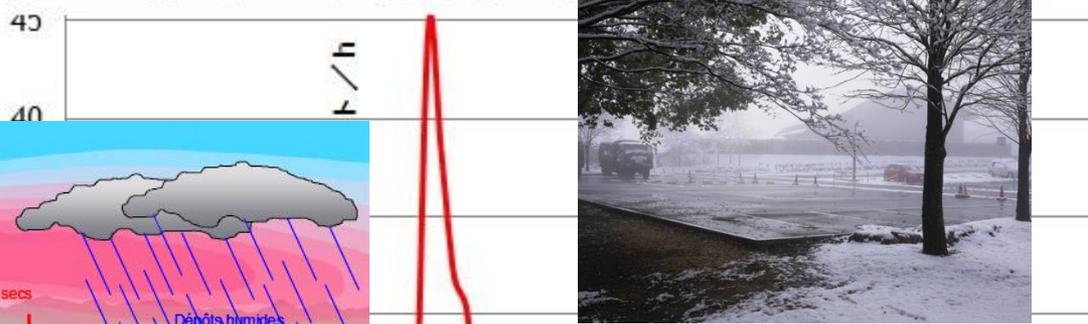
131I 拡散予測

2011031210(JST)

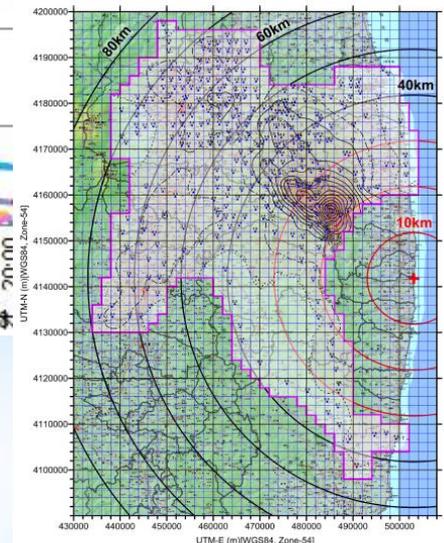
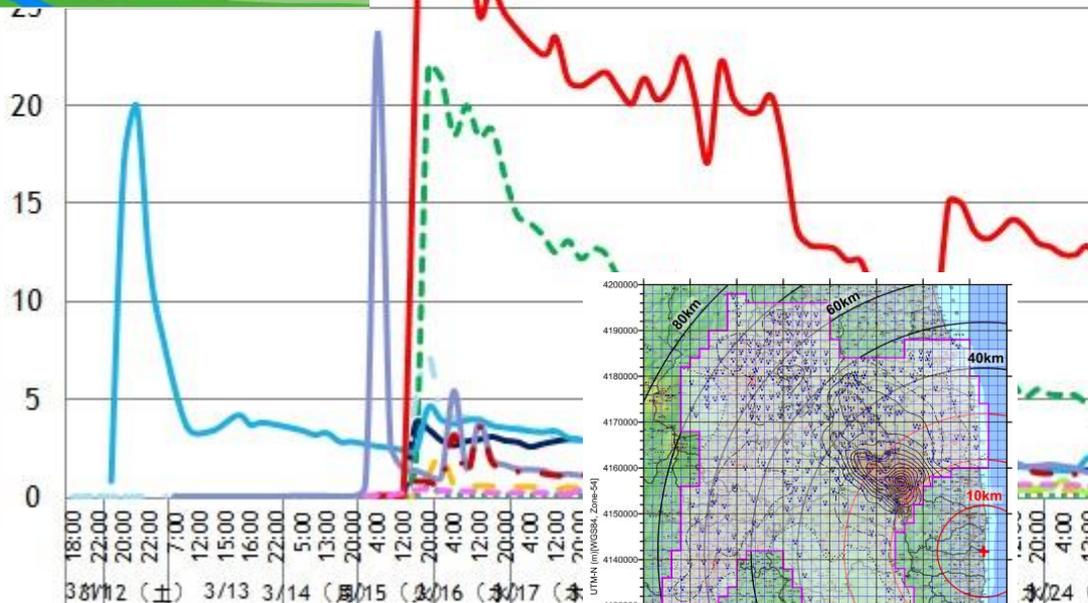


Visible Information Center, Inc.

福島県環境放射能測定結果



2011年3月15日夜～翌16日



空間放射線量測定結果
3.5 空間放射線量 (μSv/h)
測定地点
(2011年3月25日～31日, 30日を基準として補正)
放射線計測チーム
福島大学
Fukushima University

放射性物質が飛散
通過拡散 vs 落下沈着

複合災害

1. 地震

建造物倒壊（外傷）

2. 津波

低体温、嚔下性肺炎、多発外傷



病院機能はすでに低下

3. 原発事故



3/11	15:36	1号機水素爆発
	21:23	半径3km以内避難指示
3/12	11:20	半径10km以内避難指示
	21:00	半径20km以内避難指示
3/14	11:01	3号機水素爆発
3/15	6:00頃	2号機で爆発音
		4号機原子炉建屋で水素爆発
	9:38	4号機原子炉建屋で火災
	11:00	半径30km以内屋内退避指示
		自衛隊飛行自粛
		ドクターヘリ運航会社退避

爆発 避難・退避指示の拡大

被ばく医療は突然に始まった

3号機原子炉建屋水素爆発
建屋周辺でガレキにあたった傷病者が発生。福島医大病院に救急搬送。

放射線科・救急科共同でマニュアルを参照しながら対応。

3月14日

①左腕神経叢引き抜き損傷（42歳男性）

3月15日

②右足挫創（23歳 男性）

③左下腿挫創（34歳 男性）

④左下腿挫創（47歳 男性）

現行組織の原型



発災前の福島医大緊急被ばく医療体制

1999年9月 JCO臨界事故

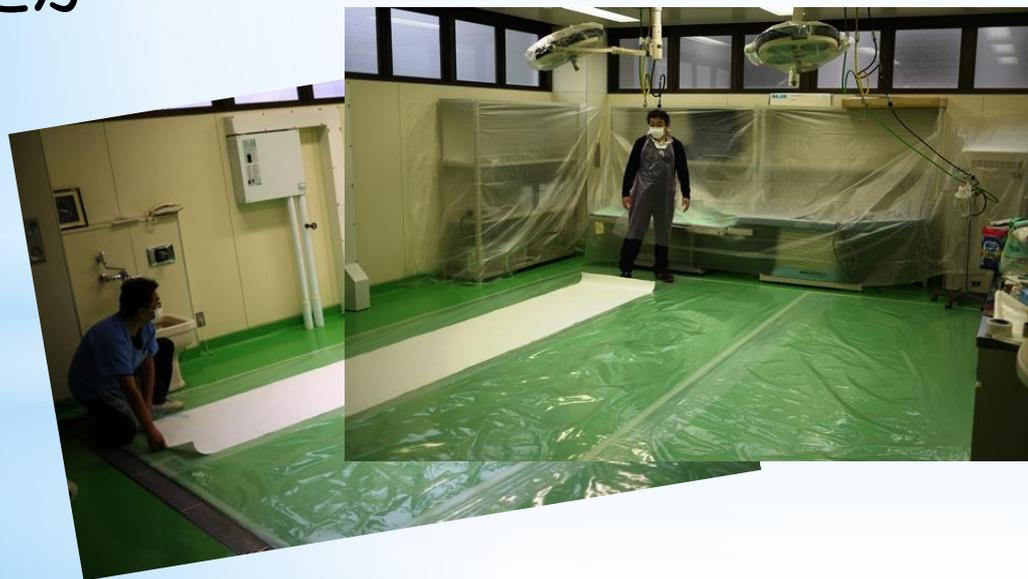
2001年3月 「除染棟」落成

2002年3月 緊急被ばく医療対策連絡会議

2002年5月 「被ばく医療活動対応マニュアル」制定

2003年5月 「福島県緊急被ばく医療マニュアル」制定
年に一度のシミュレーション

だが



緊急被ばく医療への備えは不十分だった

REMAT来院

専門的支援と被ばく医療体制再構築

3月15日

緊急被ばく医療の専門家集団 REMAT : Radiation
Emergency Medical Assistance Team 来院

(長崎県・広島県合同緊急被ばく医療支援チーム)

<告知>

- 原発事故の現状説明
- 重大事故発生の可能性
- 今後の見通し
- 当院の役割



臨界による中性子線高度被ばく傷病者を、ヘリで大量搬送
体育館内に一時収容・遺体は1階のプール内に安置
補液程度の医療を行う、戦場のような想定・・・
大学病院は閉鎖され、隔離・・・

「先生、私たちは大丈夫なの？」

「逃げなくていいの？」

肉体的・精神的に限界の時期

院内は不安・恐怖・猜疑心で満たされた

院内は混乱

「告知後の反応」を体験

(1) 第1相：初期反応期／1週間以内→「告知当日」

「やはりそうだったか」という絶望感を体験。

(2) 第2相：苦悩・不安期／1～2週間→「3日間」

三日目から毎晩一人ずつ泣き壊れた。

(3) 第3相：適応期／2週以後1～3ヶ月→「4日間」

現実の問題に直面し、新しい事態に順応する。そう努める。

四日目に一人ずつ再生した。

リスクコミュニケーションの重要性



「出会いは必然であり避けられない」
「胆を据える」

緊急被ばく医療班の立
ち上げ

目標の共有

1. 原発事故の早期収束
2. 原発作業員の健康管理が必須
3. 原発作業員の健康・安全安心を支える

Handwritten notes on a cardboard box, including a list of items, a circled price of 5690, a circled date 3/23, and the text 5000 50/h.

目標実現のために

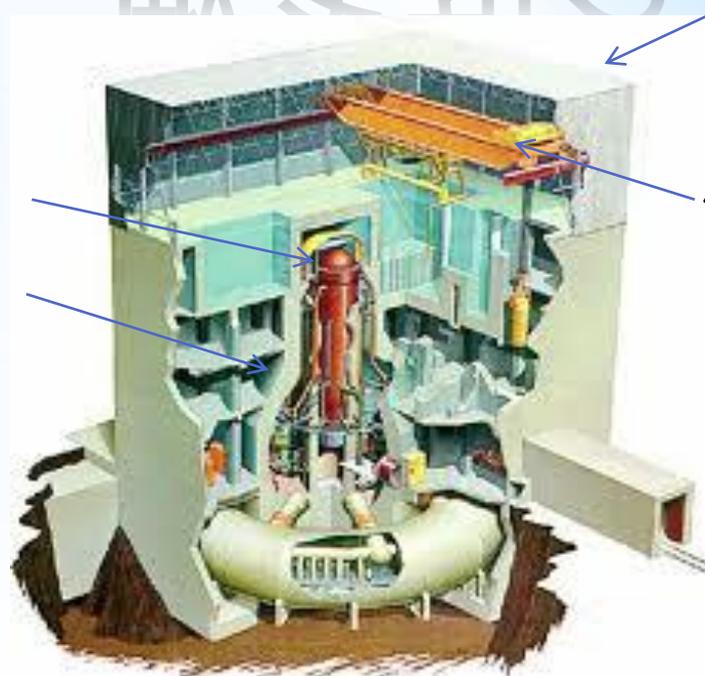
- 敵を知る
- 備える

敵を知る

福島第一原発（1F：いちえふ）



圧力容器
格納容器



建屋

使用済み燃料プール

		1号機	2号機	3号機	4号機
生時 地震発	運転状況	運転中	運転中	運転中	定期 検査中
	「冷やす」	原子炉	△ 淡水注水	△ 淡水注水	△ 淡水注水
プール		△ 淡水注水	○ 循環冷却システム	○ 循環冷却システム	△ 淡水注水
「閉じ込める」※		× 高レベル 汚染水確認	× 高レベル 汚染水確認	× 高レベル 汚染水確認	△

備える

1. 原発作業員

約2000人/日が危険作業に従事

高線量被ばく、高度内部汚染の可能性

2. 公務危機介入者（消防・警察・自衛隊ほか）

上記1. に準じ高度被ばく・汚染の可能性

同時に被災者でもある

3. 一般住民

低線量・慢性被ばく。汚染は無か軽度。

介入の対象は主に小児



- * 院内運営指針を決める他部署・他業種会議
- * ミニ講義：冒頭5分間。知識拡充と参加割得感
- * 原発最新情報：敵を知る
- * 未解決・解決事項：直後の行動目標明確化・小充実感
- * 短時間（30分）：院内業務影響を軽減
- * 連帯感

多職種カンファランス



- 原発災害緊急被ばく医療の方針を協議する遠隔会議
- 毎日15時から開催（約40分）
- OFCが主催（7月～当院開催）
- 1F, JMC, 当院, オフサイトセンター, 放医研, 救急医学会, DMATほか が参加

Web会議

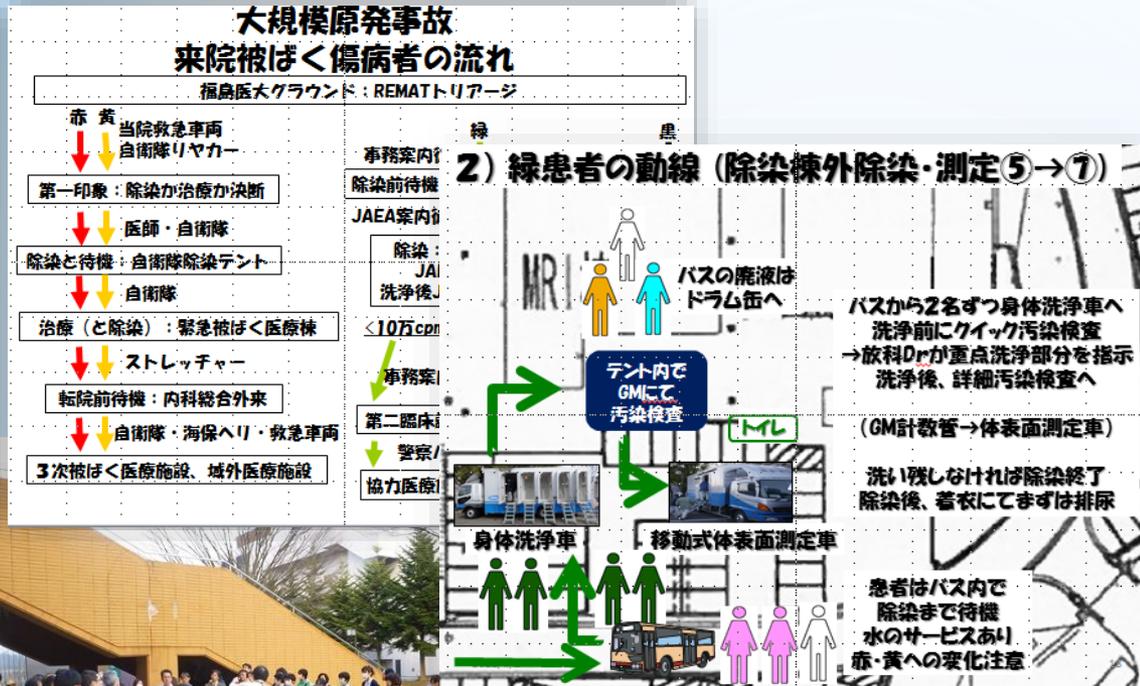


定時勉強会17:30～（月：核、火：外傷、水：他）
定時シミュレーション（木：隔週実技・ビデオ反省会）

被ばく医療の知識と技能維持
院内勉強会とシミュレーション

最悪のシナリオ

- * 100人規模の汚染傷病者が同時に発生
- * 病院自体が避難区域に入る可能性を想定



大規模災害シミュレーション



原発内作業者のための備え
：緊急被ばく医療：

中央指揮所

戦略：原子力災害対策本部

官邸・経済産業省緊急時対応センター（ERC）

現場指揮所

作戦：現地対策本部

福島県庁・オフサイトセンター（OFC）

現場医療機関

行動：被ばく医療機関

三次被ばく医療施設（放医研）

二次被ばく医療施設（福島医大）

近隣医療機関（いわき共立、福島労災）

JMC（Jビレッジメディカルセンター）

1F（福島第一原発医療班

, 5/6号ER）

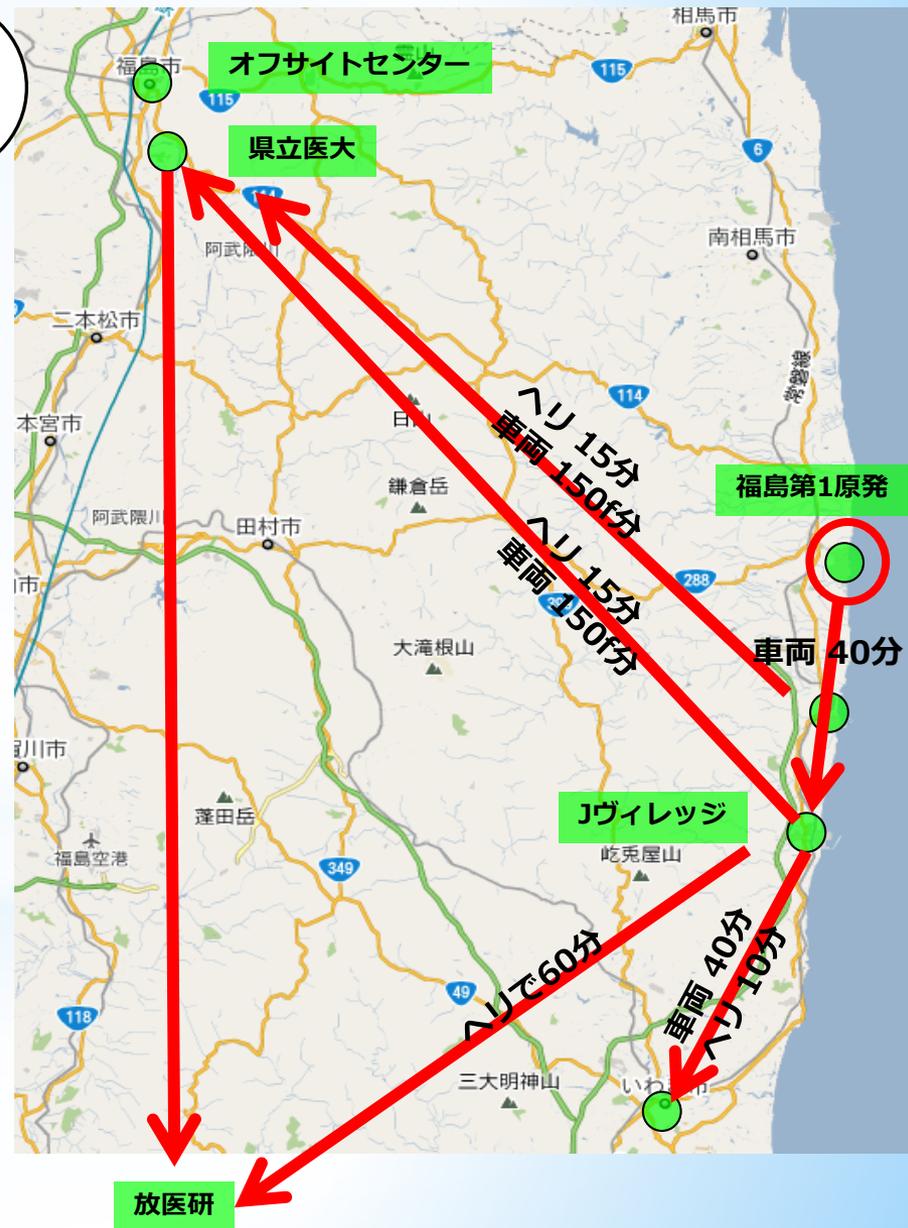
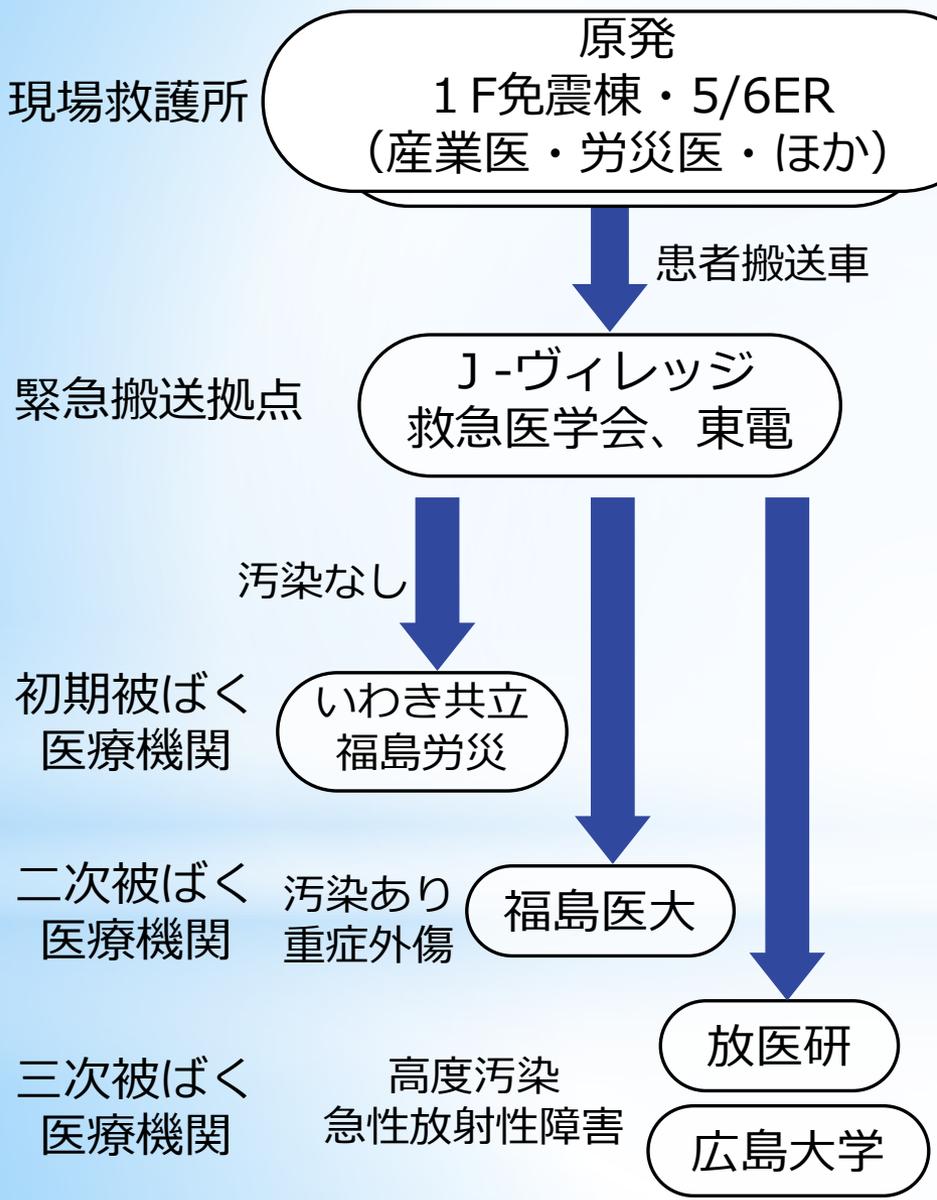
福島第一原発事故への医療
対応

福島県の緊急被ばく医療体制

道府県	原発	初期被ばく医療機関 ★	二次被ばく医療機関 ★	三次被ばく医療機関 ★
福島県	福島第一 福島第二	福島県立大野病院 双葉厚生病院 今村病院 福島労災病院 南相馬市立総合病院	福島県立医科大学医学部附属病院	放射線医学総合研究所



被ばく医療にかかわる主な機関



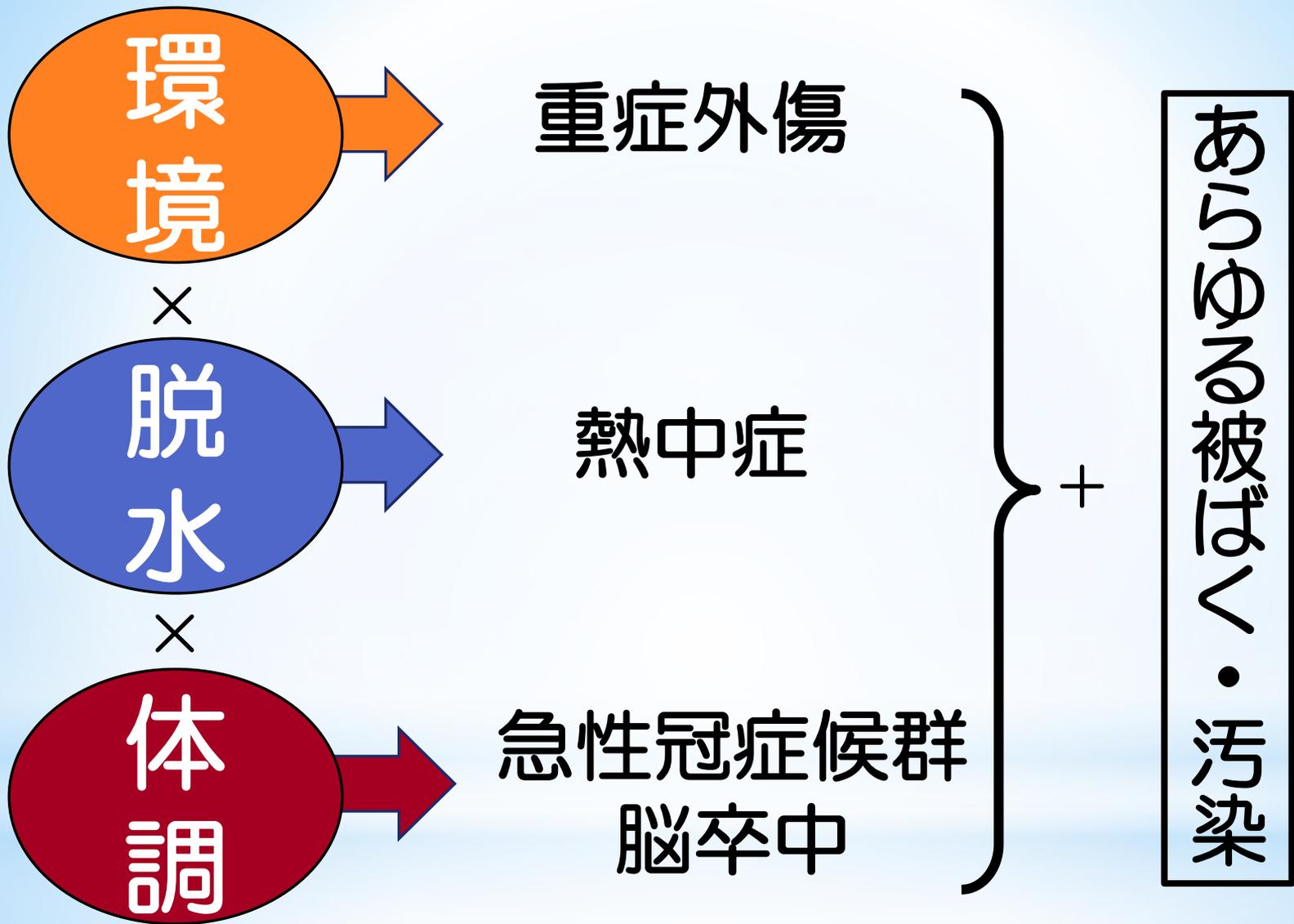


1 F (5/6 ER, 免震棟), JMC, OFC

- 撥水性：
液体や固体粒子の付着を防ぐ
100%ポリエチレン不織布製で表面滑
- バリア性：
0.5ミクロン以上の粒子に対し98%のバリア効果。
γ線遮蔽効果はない
- 快適性：
空気および水蒸気を透過。軽量で柔軟性に富む。
通気性不良（とても蒸れる）素材



防護服



原発内で想定される重症傷病者

原発内傷病者の内訳

I. 汚染・除染困難 13人

(1F医療班：3/11~7/9概算)

●外傷 13 (死亡2)

II. 非汚染 164人

●外因 100

➤ 軽症外傷 50

➤ 中等症外傷 21

➤ 重症外傷 5

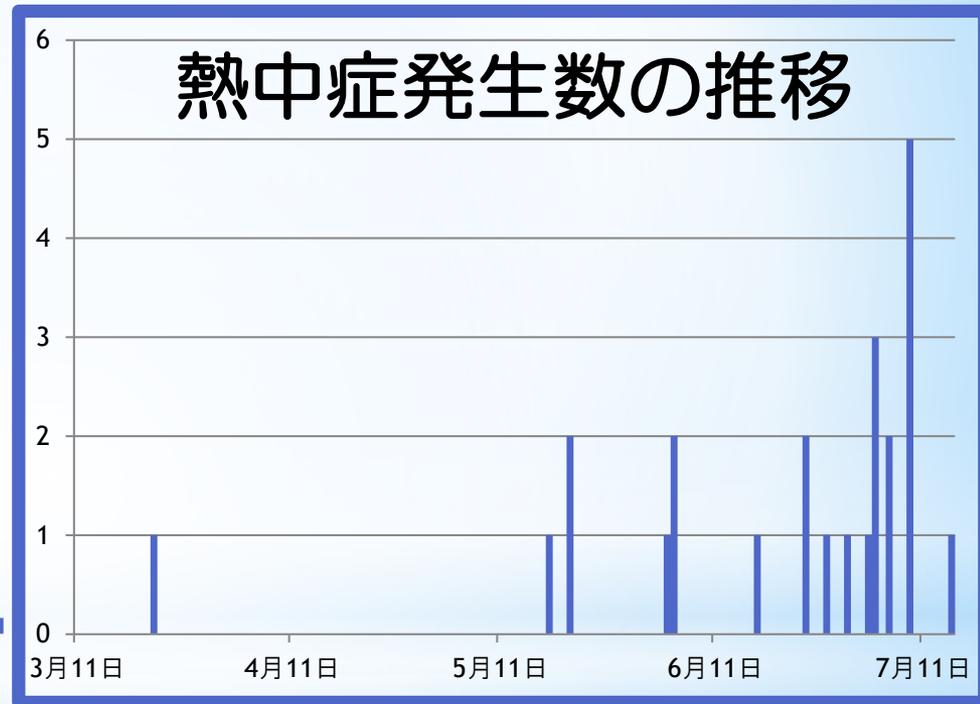
➤ 熱中症 24

●内因 64

➤ 急性冠症候群 4 (死亡1)

➤ 脳卒中 4

➤ その他 56



これだけはしよう！

作業員自身がすべきこと

- ① 健康管理の確認
- ② 作業前日から当日朝の注意
- ③ 作業前のチェック
- ④ 定期的な休憩と適切な飲水
- ⑤ クールベストの着用

管理者として行うこと

職場がすべきこと

- 本日の作業の手順を確認する
- 今日の作業の危険度を共有する
 - ・ 本日のWBGTの測定と作業員への注意喚起
 - ・ 空間線量率の高い場所で注意が必要か

- 危険度の高い日は、無理をさせない。

マスクで会話は難しいが、身振り手振りなどで作業員の体調変化を確認。あらかじめ、体調不良のときのサインをきめておく。



熱中症 現場の対策

福島医大病院 緊急被ばく医療棟



体育館

グラウンド

病院

ヘリポート

被ばく棟

緊急被ばく医療の要点

外傷・疾病
(病原微生物)

重傷度・緊急度



感染防御
バイタルサインの評価
救命・緊急処置



バランス感覚

被ばく医療
(放射性物質)

被ばく・汚染度



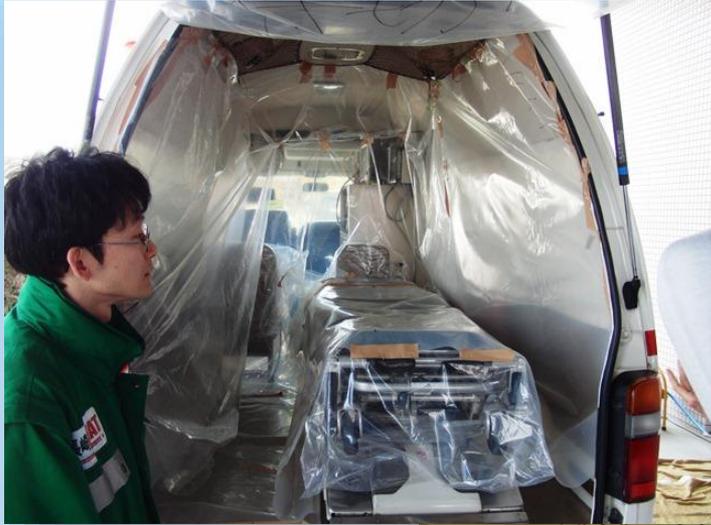
放射線防護
汚染拡大防止
汚染検査・除染





放射線防護策

汚染拡大防止策



除染設備



JAEAシャワーバス



除染テント①

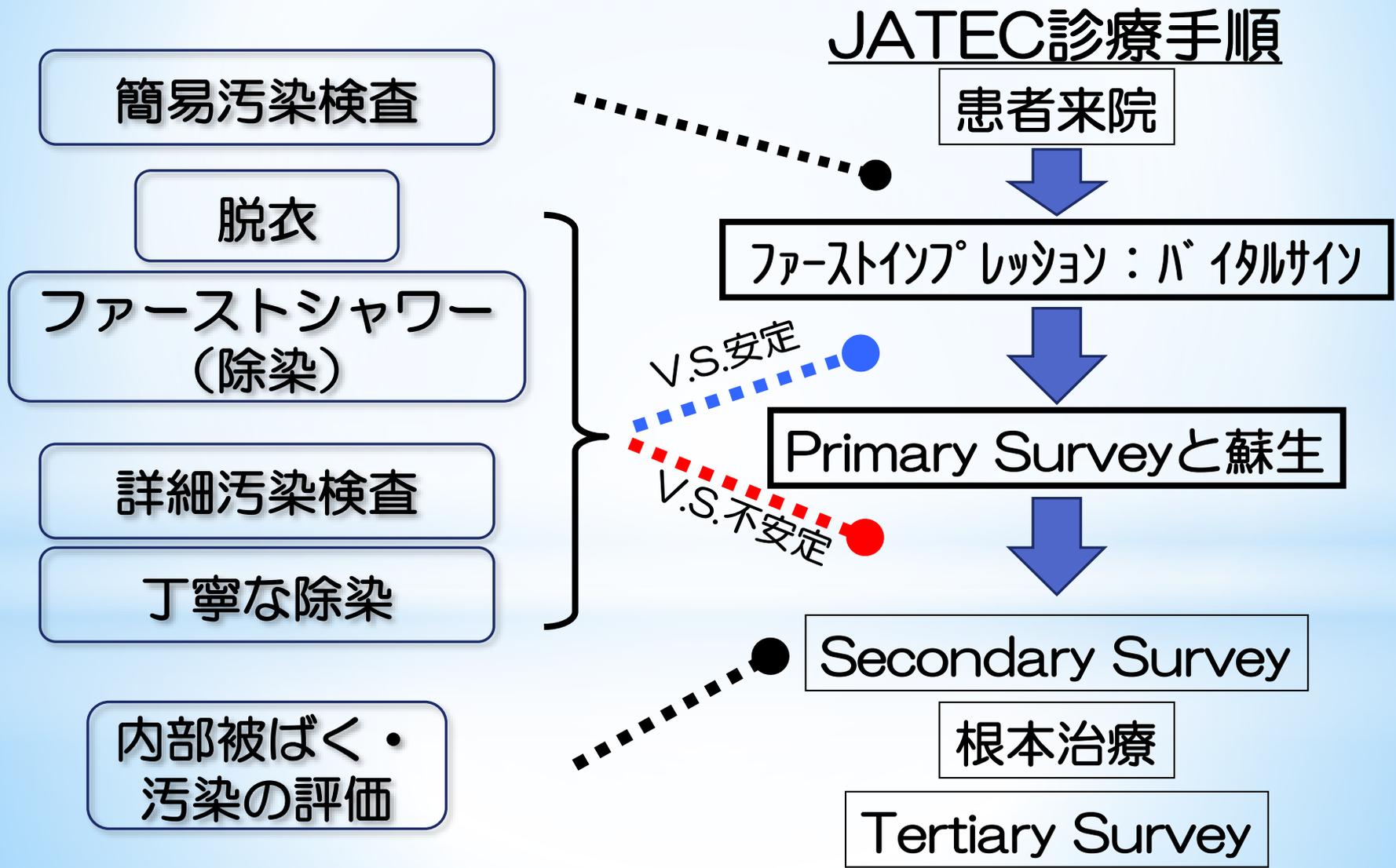


JAEA表面汚染検査バス



除染テント②

福島医大「緊急被ばく医療」のコンセプト - 既存診療手順への外挿 -



被ばく傷病者診察手順のコンセプト

「おおまかに」から「丁寧・確実に」へ

重点的簡易検査処置

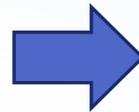
詳細・丁寧な検査処置

屋外

屋内

傷病

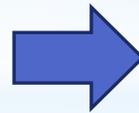
ファーストインプレッション
バイタルサインの確認



Primary Survey
と蘇生

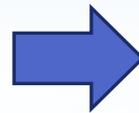
被ばく・汚染

簡易汚染検査

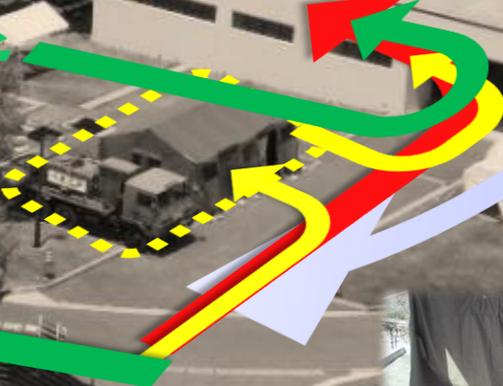
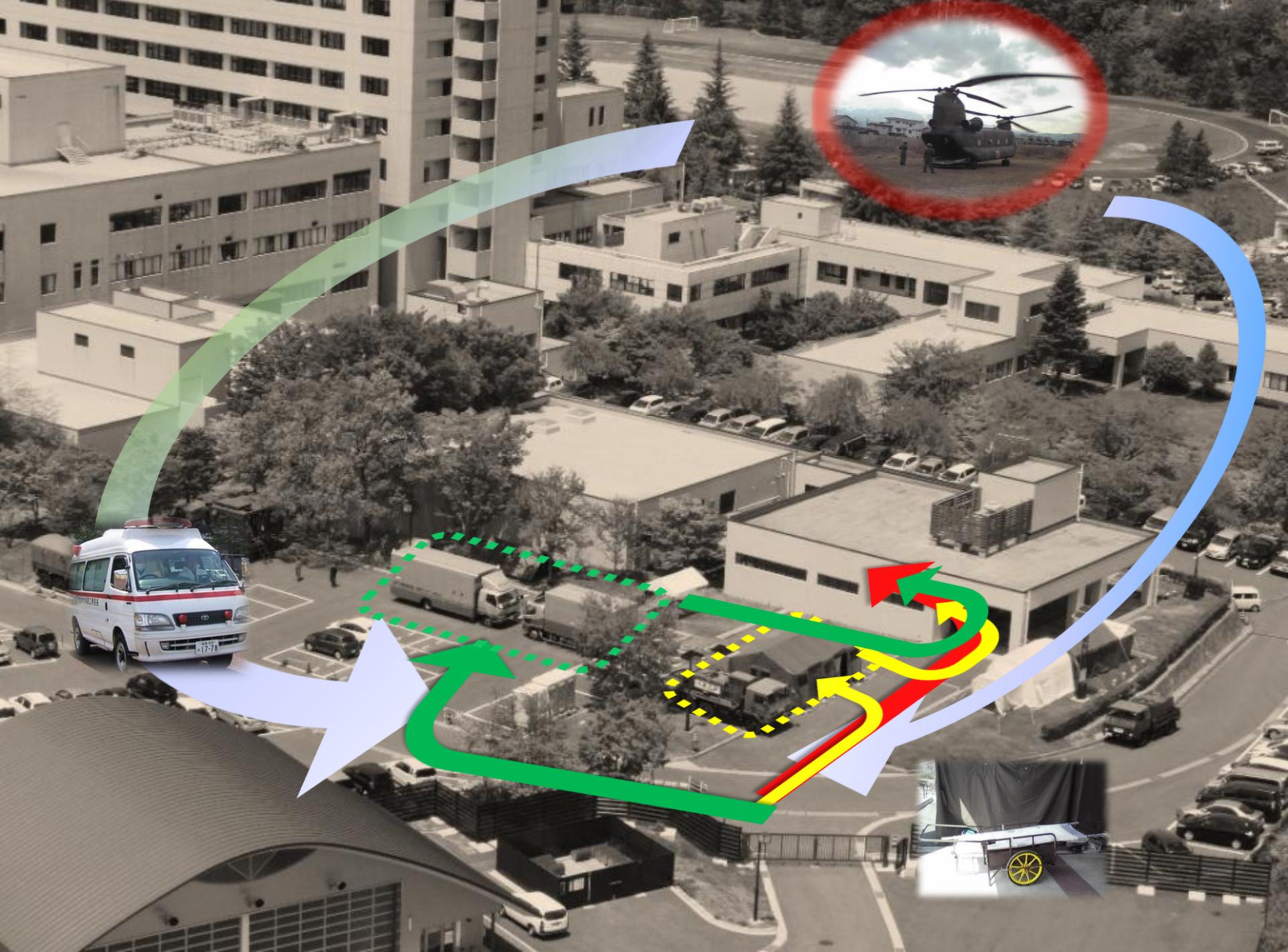


詳細汚染検査

ファーストシャワー（除染）



丁寧な除染



被ばく傷病者診療手順の概要

緊急被ばく医療班招集と患者受け入れ準備

患者来棟（緊急被ばく医療棟前）

簡易汚染検査

第1印象: バイタルサインの確認

安定

脱衣

ファーストツワー（自衛隊, JAEA）

多種核種被ばくの高リスク

入り口前

不安定 ↓ 蘇生優先

Primary Surveyと蘇生

脱衣

詳細汚染検査

丁寧な除染

不安定化

安定 ↓ 除染優先

詳細汚染検査

除染

Primary Survey

高
優先度
低

Primary Surveyの総括

棟内
汚染区域

Secondary Survey / 被ばく線量の評価 / 治療方針決定

退院 / 入院・根本治療 / 3次被ばく医療施設への転送

棟内
非汚染区域

被ばく医療棟治療の実際

緊急被ばく医療班の招集と患者受け入れ準備

内部被ばく線量の評価・治療方針の決定



詳細汚染検査
丁寧な除染

Primary Surveyと蘇生



ファーストシャワー

患者搬入





4番手術室・CT・Angio室・救急外来・ICU
必要な部屋を養生



緊急被ばく傷病者診療のまとめ

- 1999年9月 JCO臨界事故
- 2001年3月 「除染棟」落成
- 2002年3月 緊急被ばく医療対策連絡会議
- 2002年5月 「被ばく医療活動対応マニュアル」
- 2003年5月 「福島県緊急被ばく医療マニュアル」



2011年3月11日 「東日本大震災」

地震による建造物倒壊
(近隣病院機能停止)

津波による傷病者(嘔下
性肺炎+多発外傷)

原発事故による被ばく、
外部汚染傷病者発生

- 3月14日 緊急被ばく医療開始 ①左腕神経叢引き抜き損傷(42歳 男性)
- 3月15日 ②右足挫創(23歳 男性) ③左下腿挫創(34歳 男性) ④左下腿挫創(47歳 男性)

緊急被ばく医療チーム(REMAT)支援(長崎・広島大学)
院内緊急被ばく医療体制の再構築

- 3月16日 ⑤右胸部腹部挫傷(30歳 男性)
- 3月23日 「除染棟」→「緊急被ばく医療棟」改名「院内被ばく傷病者治療手順」発行。
- 3月24日 ⑥放射線皮膚炎、内部被ばく疑い(27歳男性) ⑦放射線皮膚炎、内部被ばく疑い(34歳 男性)
- 3月25日 ⑧放射線皮膚炎、内部被ばく疑い(32歳男性)、⑨带状疱疹(67歳男性)
- 3月30日 ⑩内部被ばく疑い(24歳 男性)、⑪内部被ばく疑い(29歳 男性)
- 4月15日 ⑫内部被ばく疑い、田の水誤飲(31歳 男性)



公務危機介入者の健康安全安心
- 放射線健康相談外来開設 -

福島県内の消防本部

◎救命救急センター
○災害拠点病院



- 被ばくリスクは、原発内作業者に準ず
 - ✓ 高線量被ばくの可能性
- 被災地域の消防職員は危機介入者であり被災者
- 消防は地方公共団体の経営
 - ✓ 心・体・放射線の法的支援システムは存在しない

「被災地域の消防が疲弊
している」

もっと早い時期に実施すべきであったと思いますがまずは一步前進としたいと思いますので計画的に実施してもらえ

業務をやめたくなくなることがある。生まれ育ったところに戻ることもできるか不安

今後、今の職場は存続するかが一番の不安。現在少なからず被ばくを受け続けていること。健康面での不安。自宅が今も高い線量があり自宅である。戻ることへの葛藤。小学生の子供の精神的苦痛の不安。

風評被害というよりも、差別化のようなものを感じた。物資も届かず食糧ない、燃料ない状況だった。ここ（南相馬）に住んでいるだけで差別、ばい菌扱い

放射線、将来の復興、先が見えない、お金、家に住めるのか、特別手当なし

遅すぎた消防訪問（双葉5/4）
（相馬5/19）何が出来るか？

公務危機介入者の健康管理

	自衛隊（当院駐在）	福島県警察	消防
	防衛庁長官 国	本部長、警務部長は国 組織は福島県	広域地方共同 組合
体	健康診断 （年一回）	定期健康診断（保険 衛生協会7月～）	民間委託
心	駐屯地にカウンセラー駐在	民間委託契約スクリーニング（警察本部の保健師5月～）	福島医大 総務省
放射線	NBC部隊幹部自身が講習 （福島医大）	福島医大	福島医大

被災消防職員の健康安全安心

体



心



放射線



福島医大放射線健康相談外来(5/16)

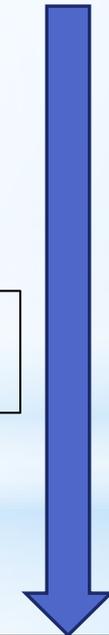


民間検診に委託



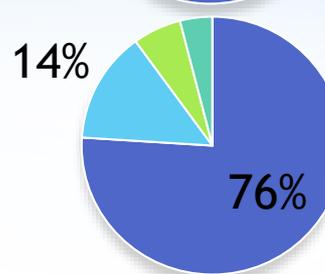
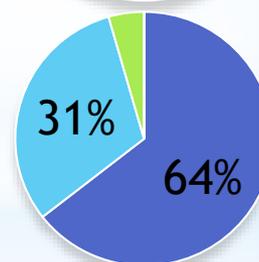
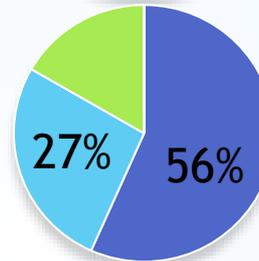
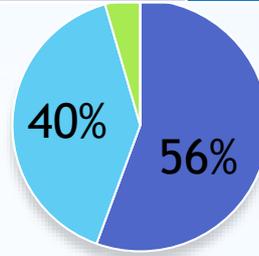
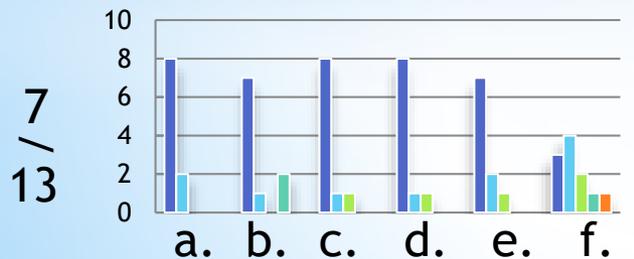
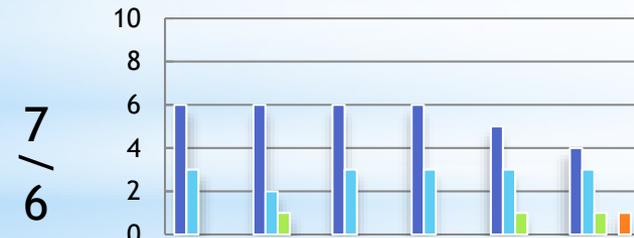
福島医大心のケアチームに引継ぎ

総務省消防庁介入
(6/13双葉、7/12相馬)



放射線に特化した健康相談外来
(長大、広大、福島医大チーム)

質問	今回の検診についてお答えください	非常有用	有用	普通	ほぼ不要	不要
a.	ホールボディーカウンター検査					
b.	甲状腺シンチレーションカウンタ検査					
c.	個別結果説明					
d.	検診全体					
e.	他の人にすすめるか					
f.	一年後に同じ検診を受けるか					



円グラフはa.~e.集計

- * 地方公共団体職員からの相談に対応
- * 住民健康増進計画の支援
- * 現在進行中

一般住民へのケア

救急医から見た原子力災害

1. 原発事故は現在進行形

- 作業は洗練化されつつあるが、危険な現場

2. 国家の一大事

- 原発事故対応・労働環境改善

特定学会・機関・施設に依存しない中央体制

- 公務危機介入者（特に消防）の支援

- 緊急被ばく医療ネットワークの再編成

3. 「役に立ちたい」情熱：有機的に繋ぐ

4. 発想の転換：被ばく医療は病院の特色

5. 労住者の為のリスクコミュニケーション

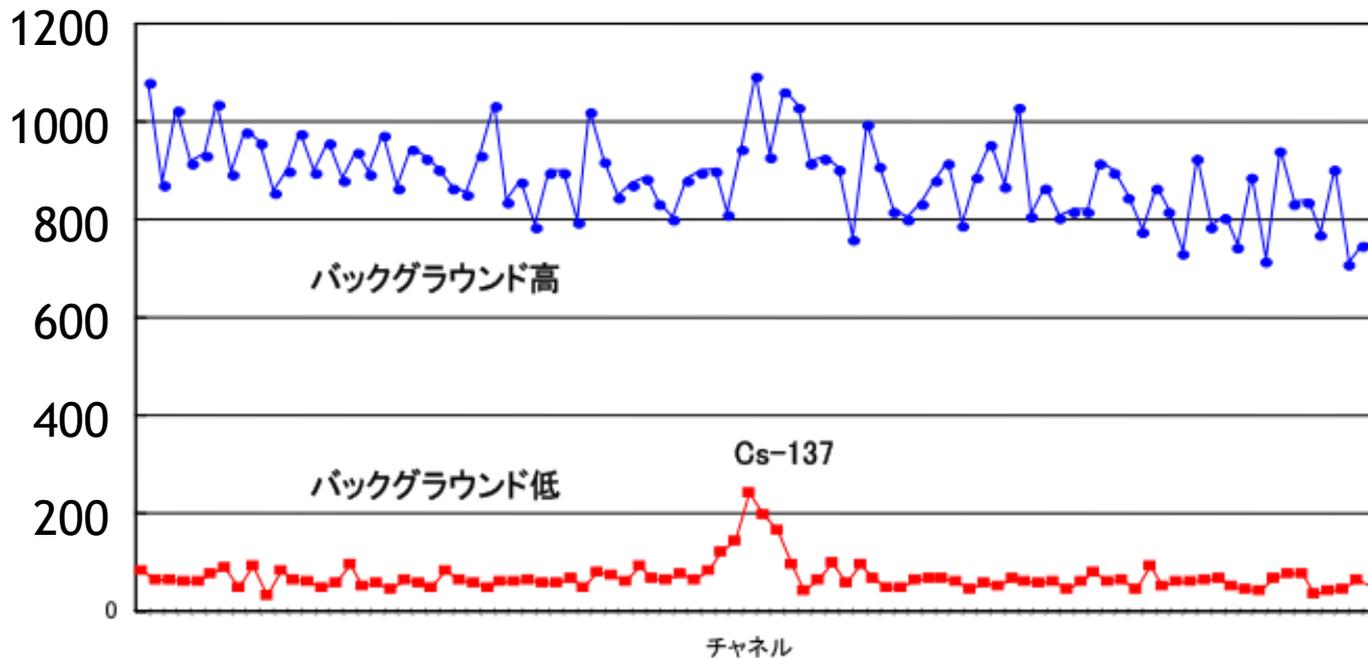
ある日の福島医大緊急被ばく医療班





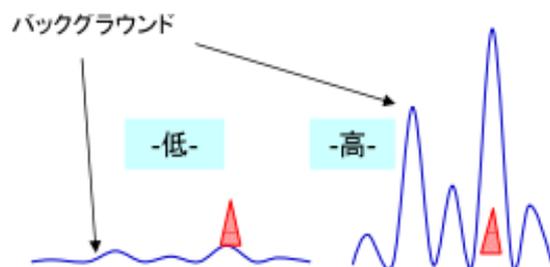
「うつくしま福島が大好き」

検出器の性能を決める要因 ~ バックグラウンド



BGの揺らぎ
±400Bq

MDA: 200q



バックグラウンドが高くなると微弱
ピークの弁別が困難になる

- * 「福島子供を守る会」は集会所で毎日福島の危険を解く。介入方法がわからない。
- * 下水道公社の高線量スラグは、東電協力企業「三菱マテリアル」管理で処理場公社内敷地に300年間コンクリート詰め保存。国・県に要望書を提出中
- * 100 μ Sv/h（ダストフィルター）の清掃活動を2~3週間継続、一日5時間作業予定。
- * 福島医大被ばく医療班の存在が危うい。人材の確保と、身分の保証を。



非警戒区域と警戒区域（同日）



放射線医学

多職種協調

心身医学(PTSD)

政治

感染制御

救急医学

災害医学

緊急被ばく医療

(1) 人的被害

死者 1,755人

(南相馬市605人、相馬市449人、いわき市308人、浪江町132人、新地町100人他)

行方不明者 202 人

(南相馬市68人、浪江町51人、いわき市42人、相馬市10人、新地町10人他)

重傷者 84 人

(相馬市71人、いわき市3人他)

軽傷者 152 人

(南相馬市57人、国見町20人他)

(2) 住家被害 詳細別紙

全壊 16,181棟 2,455 世帯 1,813 人

半壊 23,306 棟 4,161 世帯 2,236 人

一部破損 100,631 棟 13,206 世帯 5,680 人

(3) 避難の状況

計80,565 人 (浪江町142,282人、富岡町14,280人、南相馬市14,269人他)

平成23年7月10日現在 福島県災害対策本部

被害の状況

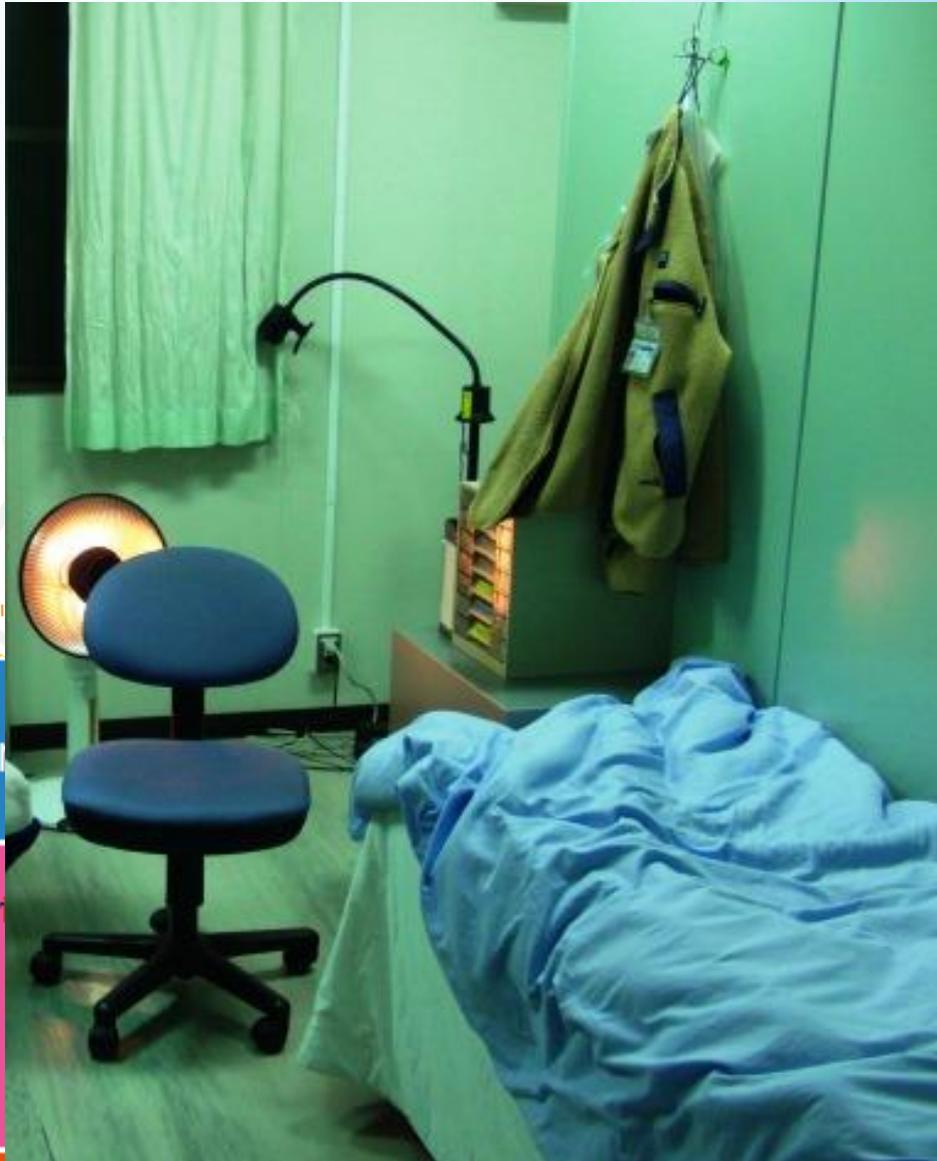


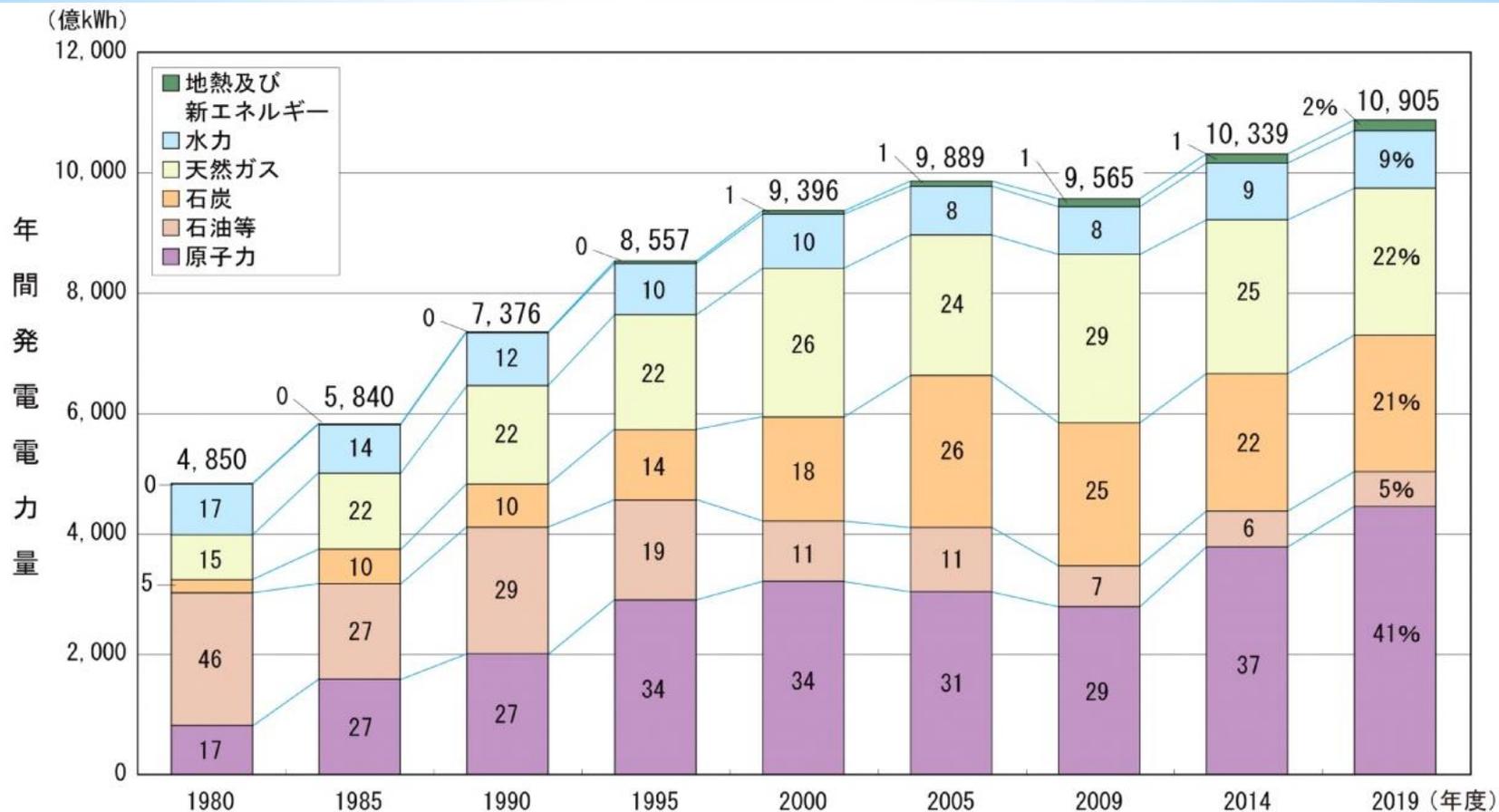
INES Level

People and Environment

Major Accident
Level 7

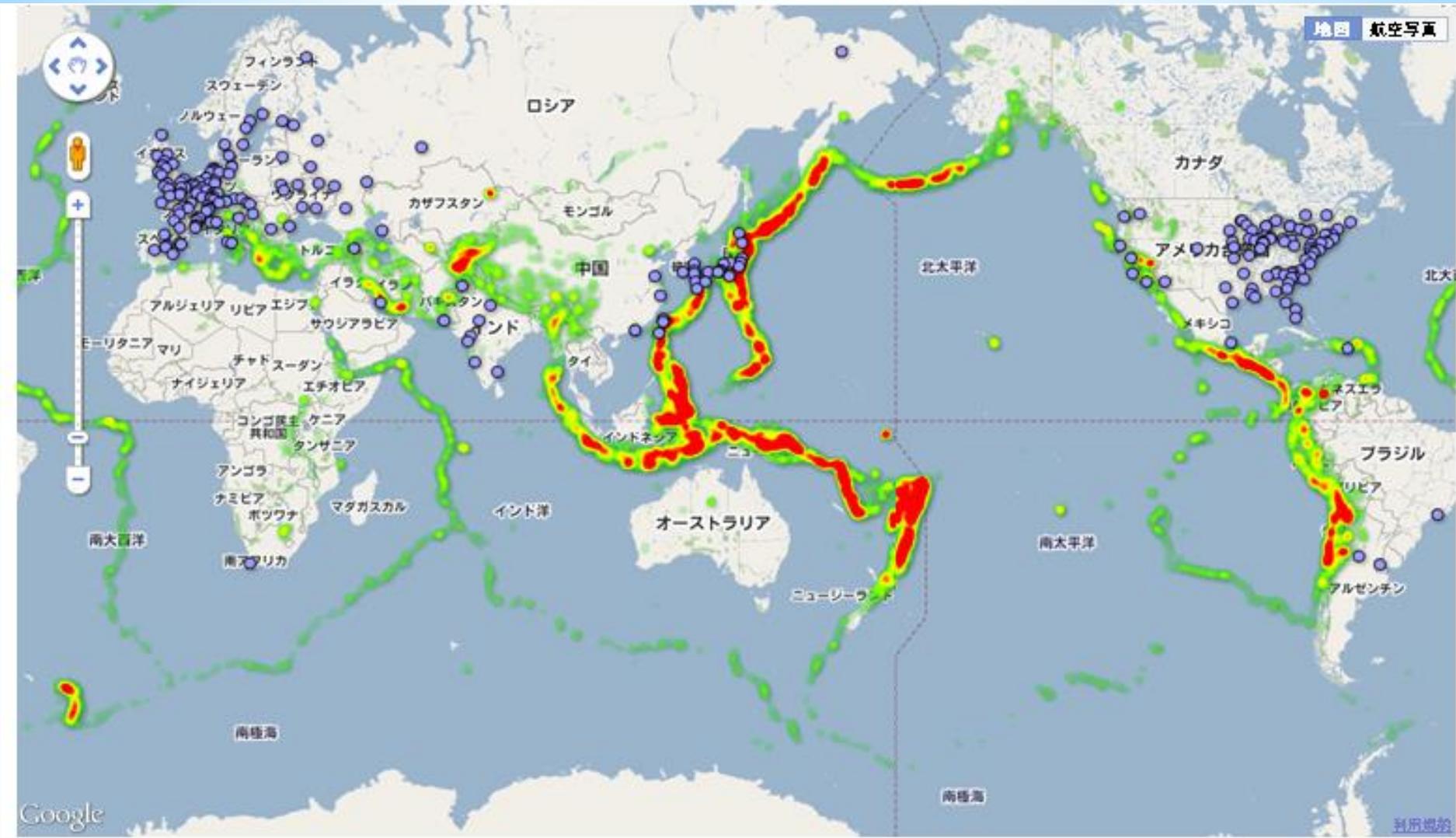
- Major release of radioactive material with widespread health and environmental effects requiring implementation of planned and extended countermeasures.





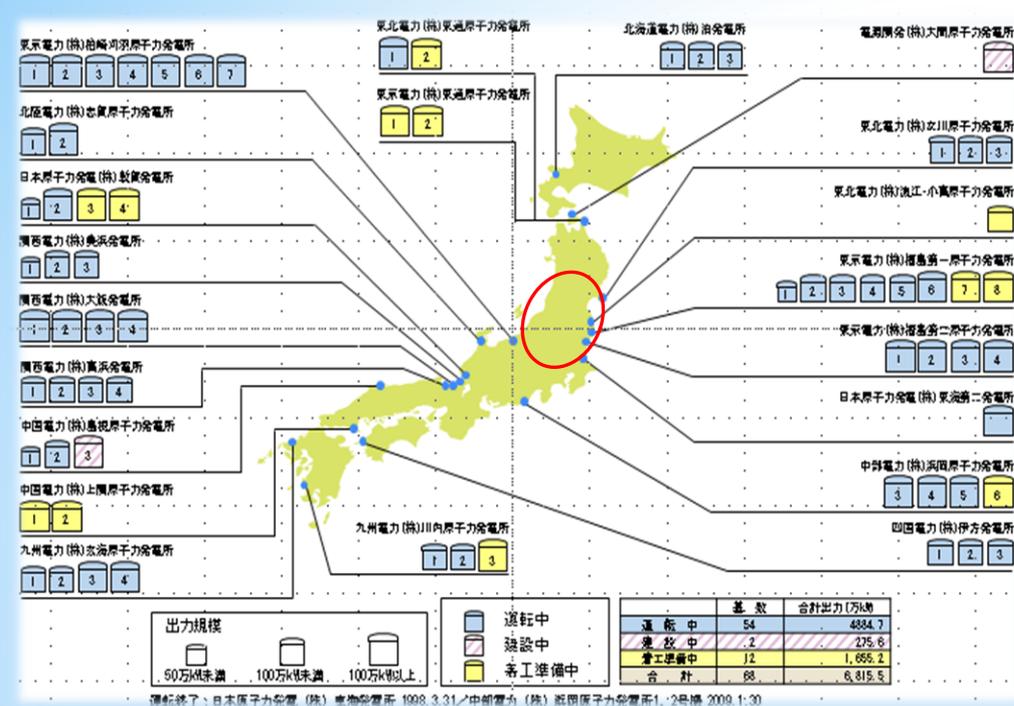
電源別電力発電量の実績および見通し
(原子力エネルギー図面集2011)

日本のエネルギー政策 と原子力発電



MAPtd : 1973年からの大規模地震分布と原子炉配置図

大規模地震分布と原子炉配置 (2011)



日本の原子力発電所の運転・建設状況 (原子力エネルギー図面集2011)

1号機：1971年3月26日 営業運転開始
 3号機：2010年10月26日 プルサーマル発電営業開始

原発銀座と福島第一原子力発電所

東電のロードマップ

赤字:前図からの追加点、青字:変更点

課題		初回(4/17)時点	ステップ1(3ヶ月程度) ▼現時点(8/17)	ステップ2 (ステップ1終了後3~6ヶ月程度)	中期的課題
I. 冷却	(1) 原子炉	淡水注入	最小限の注水による燃料冷却(注水冷却) 滞留水再利用の検討/準備 窒素充填 格納容器漏洩箇所の密閉の検討/実施 作業環境改善	安定的な冷却 循環注水冷却(継続) 格納容器冠水 熱交換機能の確保	冷温停止状態 構造材の腐食破損防止 <small>第一期中実施</small>
	(2) 燃料	淡水注入	注入操作の信頼性向上/遠隔操作 循環冷却システム(熱交換器の設置)	注入操作の遠隔操作 熱交換機能の検討/実施	燃料の取り出し
II. 抑制	(3) 滞留水	放射性レベルの高い水の移動	保管/処理施設の設置	保管/処理施設拡充 除染/塩分処理(再利用)等 廃スラッジ等の保管/管理	汚染水全体の低減 本格的水処理施設の設置 建屋内滞留水の処理完了 廃スラッジ等の処理
		放射性レベルの低い水の保管	保管施設の設置/除染処理	海洋汚染拡大防止	海洋汚染拡大防止(継続)
	(4) 地下水	地下水の汚染拡大防止	(保管/処理施設拡充計画にあわせて)管理 地下水の遡へい壁の検討	汚染土壌の固化等 地下水の遡へい壁の構築	
	(5) 大気・土壌	飛散防止剤の散布 瓦棟の撤去	飛散抑制 原子炉建屋カバーの設置(継続/実施) 原子炉建屋コンテナの検討	原子炉建屋コンテナ設置	
III. 放射線管理	放射線管理	発電所内外の放射線量のモニタリング拡大・充実 はやく正しくお知らせ	避難指示/計画的避難/緊急時避難 準備区域の放射線量を十分に低減	環境の安全性を継続確認・お知らせ	
IV. 設備保全	(6) 設備保全	余震・津波対策の拡充、多様な放射線遡へい対策の準備	(4号機燃料プール)支持構造物の設置	各号機の補強工事の検討/実施	各号機の補強工事
		作業員の生活・職場環境の改善		放射線管理・医療体制の改善	作業員の生活・職場環境改善(継続) 放射線管理・医療体制改善(継続)

① 分野と課題の追加

- ・この1ヶ月での取り組みを反映し、1つの課題「放射線管理・医療」を追加。

② 「課題（1）原子炉」：循環注水冷却を開始

- ・循環注水配管布設等の工事完了。滞留水処理施設の稼働後に、循環注水冷却を開始。

③ 「課題（2）燃料プール」：2、3号機の循環冷却

- ・2,3号機は熱交換器による循環冷却を開始し、ステップ2の目標「より安定的な冷却」に到達。
- ・1号機は通常ラインによる注水を開始し、ステップ1の目標である建屋内における注水（「安定的な冷却」）に到達。
- ・4号機は今後1ヶ月を目途に「安定的な冷却」を目指す。

④ 「課題（3）滞留水」：処理施設の運転開始

- ・建屋内の滞留水を処理することにより、環境への意図しない漏洩リスクを低減していく。
- ・この処理施設の安定稼働の確保が課題。タンクや別の処理施設等の増強を準備中。

⑤ 「課題（9）放射線管理・医療」：被ばく評価と夏季熱中症対策を推進

【放射線管理】個々の作業時間を厳格に管理。政府の支援の下、ホールボディカウンタを今後増設。

【医療】政府の支援の下、医師を免震重要棟に24時間常駐。休憩所も増設中。

福島医大被ばく医療班ロードマップ

3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

原発事故の収束

院内被ばく医療体制確立

緊急被ばく医療ネットワークの再構築

被ばく者健康管理

原発内作業者

院内協力部署

地域拠点病院

公務被ばく者（消防・警察・自衛隊）

一般住民

緊急被ばく医療

診療手順の提示・合同訓練

講演活動（協力病院・学校・一般市民）

被ばく者検診（心・放射線・体）

目的

対象

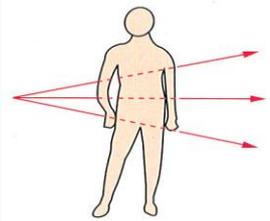
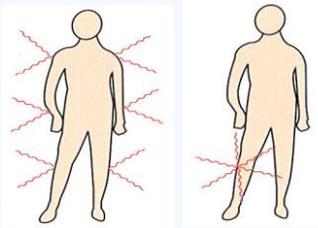
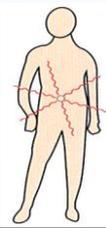
方法



*放射線防護策

* 緊急被ばく医療から慢
性被ばく医療へ

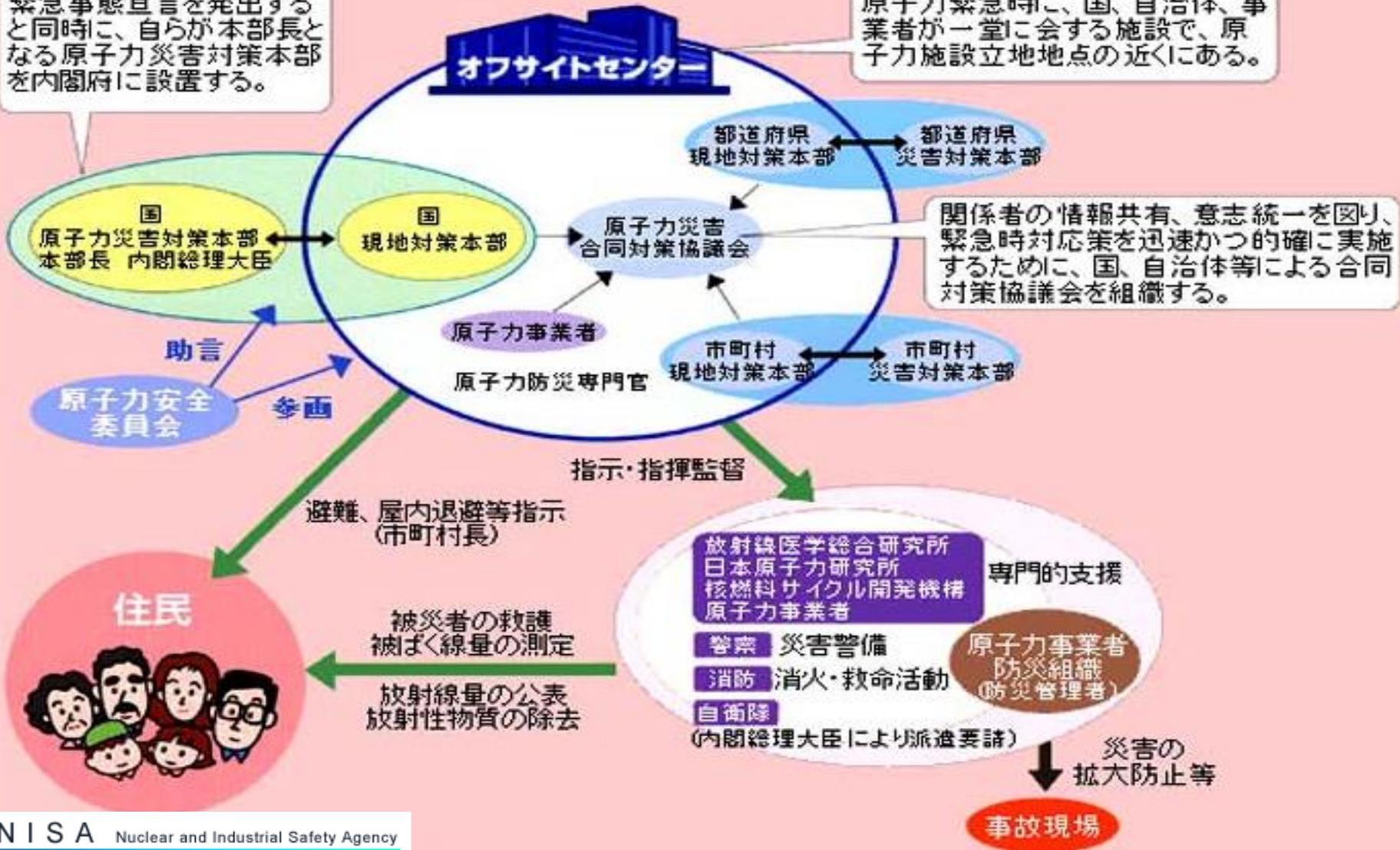
* 医療者の放射線防護策

概念		放射線用語	防護方法
あびる		外部被ばく	距離、処置時間
くつつく		表面汚染 (創傷汚染)	グローブ 撥水性防護衣 →使用後、廃棄
吸う		内部被ばく 内部汚染	マスク、呼吸防護 具

多くの場合、外部被ばくは身体に影響を与えないレベルと考えられる。
 厳重なマスク装着による放射性物質吸入防止で内部被ばくを防止する。

内閣総理大臣は、原子力緊急事態宣言を発出すると同時に、自らが本部長となる原子力災害対策本部を内閣府に設置する。

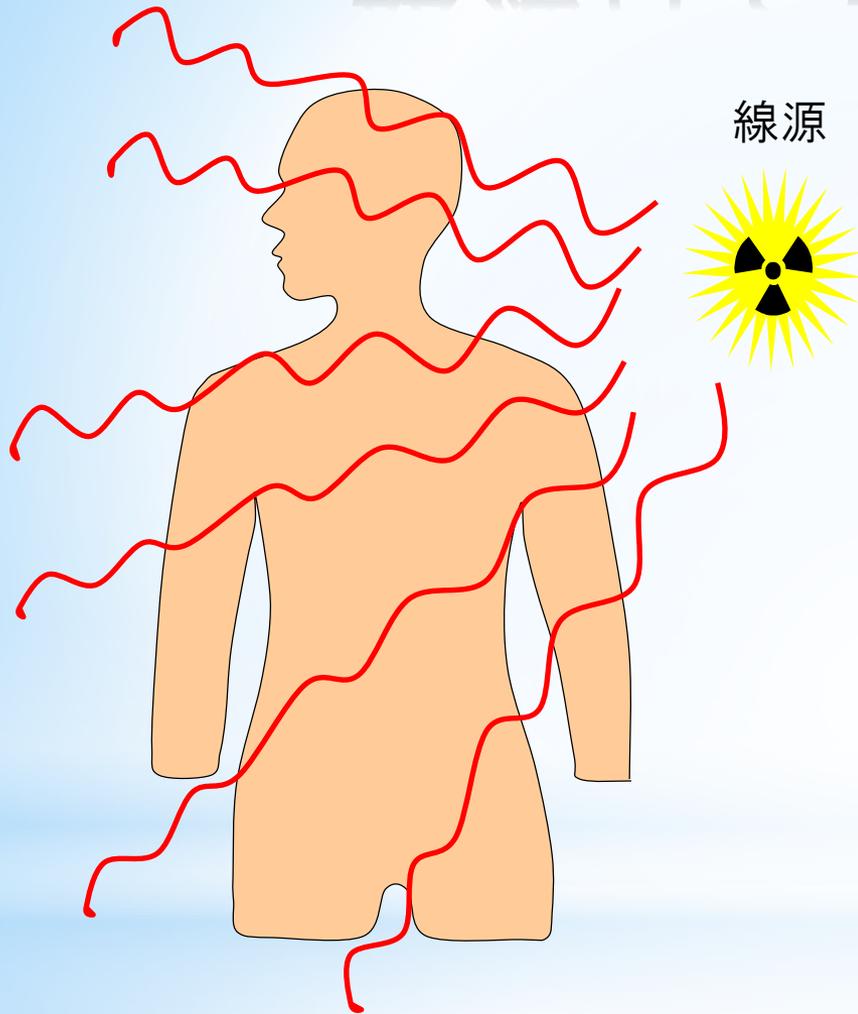
オフサイトセンター
 原子力緊急時に、国、自治体、事業者が一堂に会する施設で、原子力施設立地地点の近くにある。



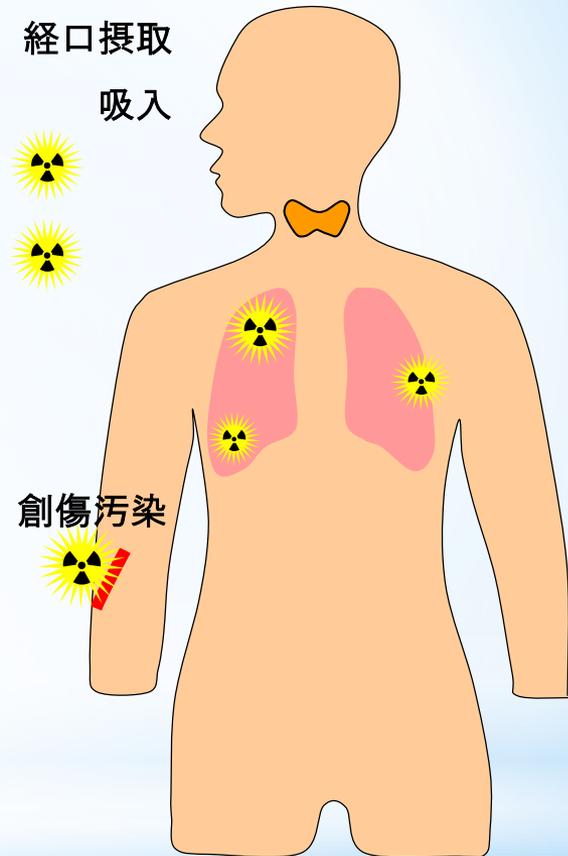
N I S A Nuclear and Industrial Safety Agency

日本の原子力災害に対する対応

総被ばく線量の推定



個人線量計



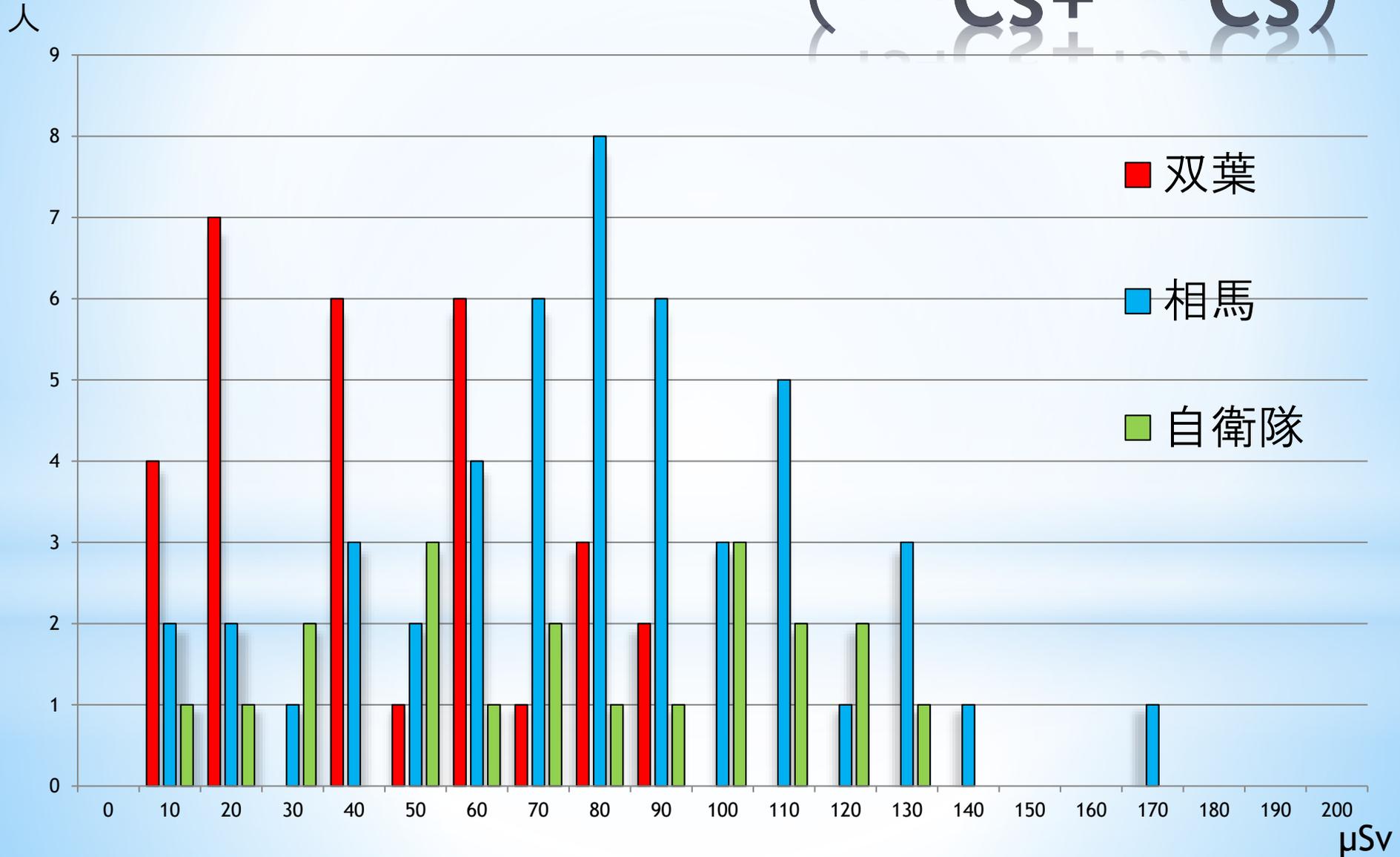
生体検出器

+ (ホールボディカウンタ、
甲状腺シンチレーションカウンタ)



放射線健康相談外来

内部被ばく 預託実効線量の比較 ($^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$)



*我々には「家族とともに故郷に住む」という明らかなメリットがあります。

自分は、これが今の低線量被ばくのデメリットをはるかに超えると

考えています。自分の講演の立ち位置は、初めからここにあります。

この辺りを、なんとか医療者や行政の方に共有して欲しいです。

「情熱を持って、福島に暮らす人を守る」という覚悟が必要です。

* **Fukushima**に生きるメ
リット