

福島原発事故収束に向けたバックエンド領域の論点 (II)

電事連支援の取組みと学会への期待 (電事連 山田基幸)

略歴 (山田 基幸)

現職：電気事業連合会 福島支援本部(今年5月より)

職歴：昭和61年 関西電力(株)入社

以来、本店、若狭支社、発電所で、主に放射線管理、廃棄物
処理の業務。

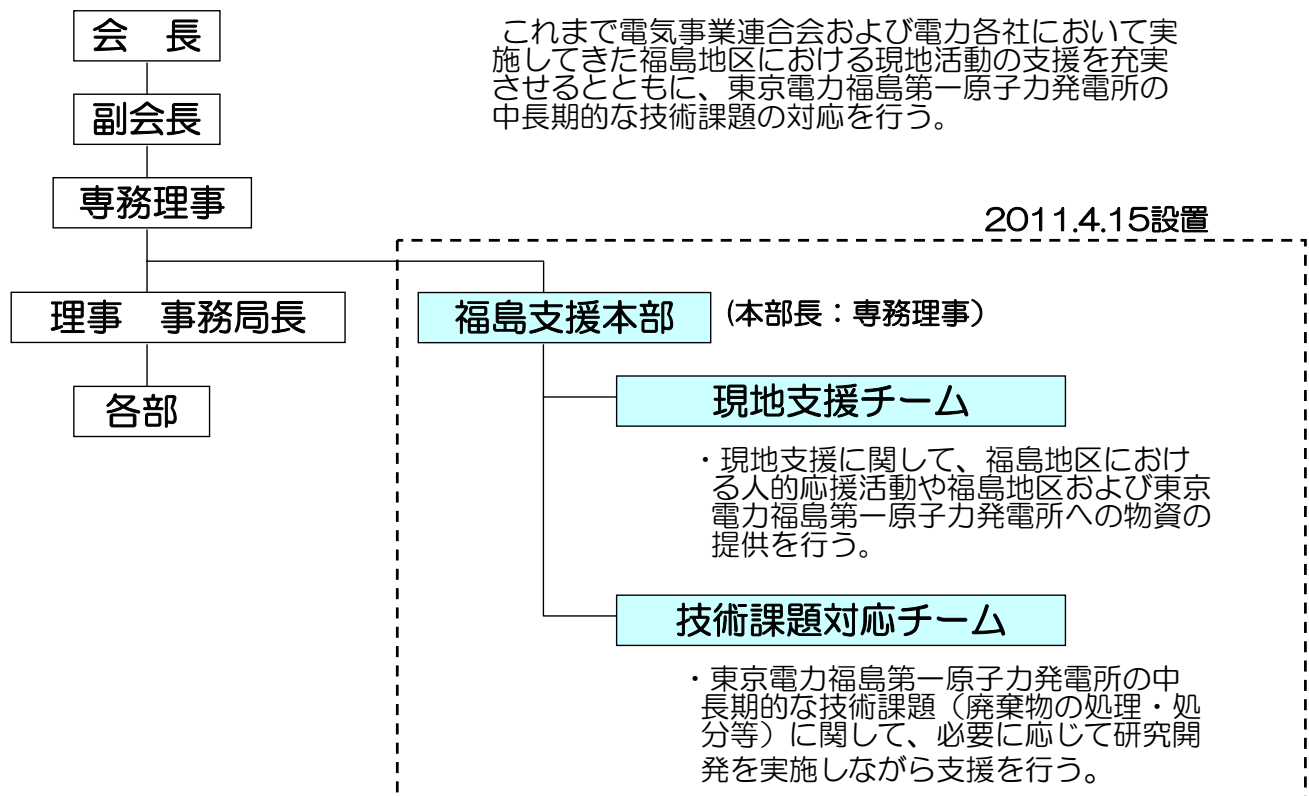
最近では、原環センター、関西電力サイクル環境グループで
廃棄物処分に関する業務に従事していた。

電事連支援の取組みと学会への期待

電気事業連合会 福島支援本部
山田 基幸

電気事業連合会

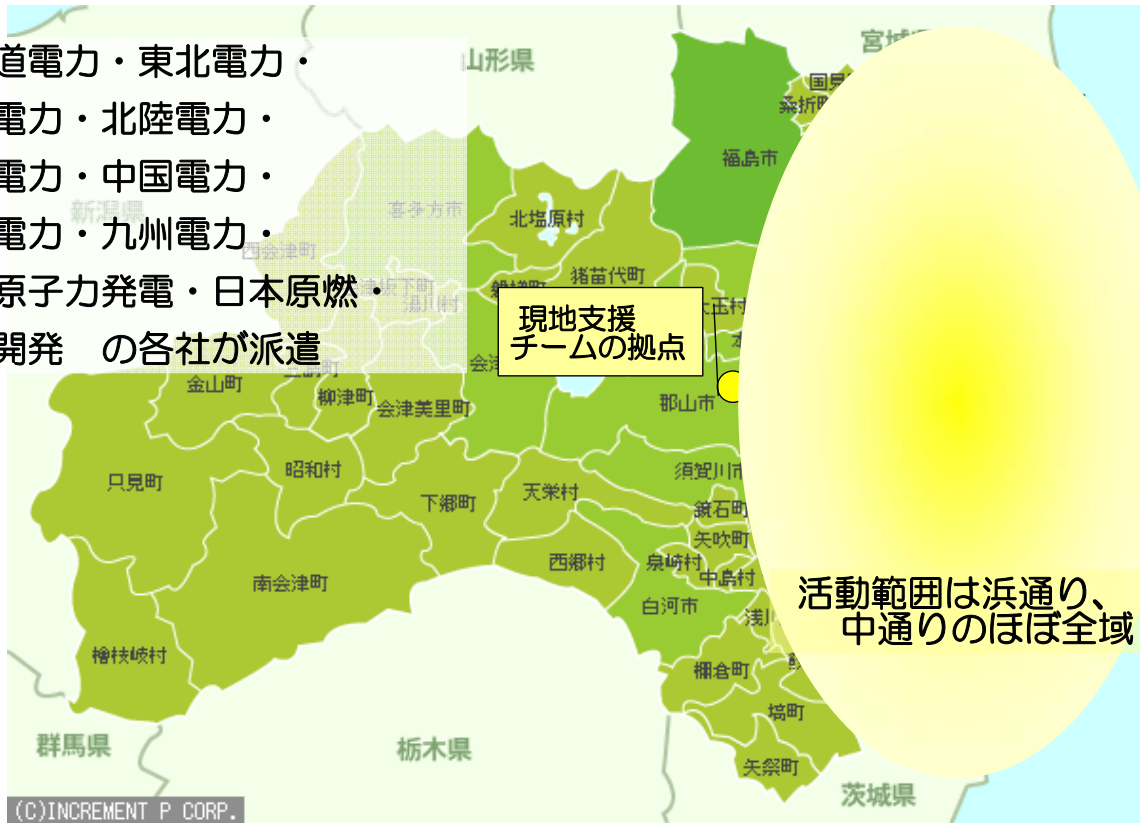
福島支援本部の役割



電気事業連合会

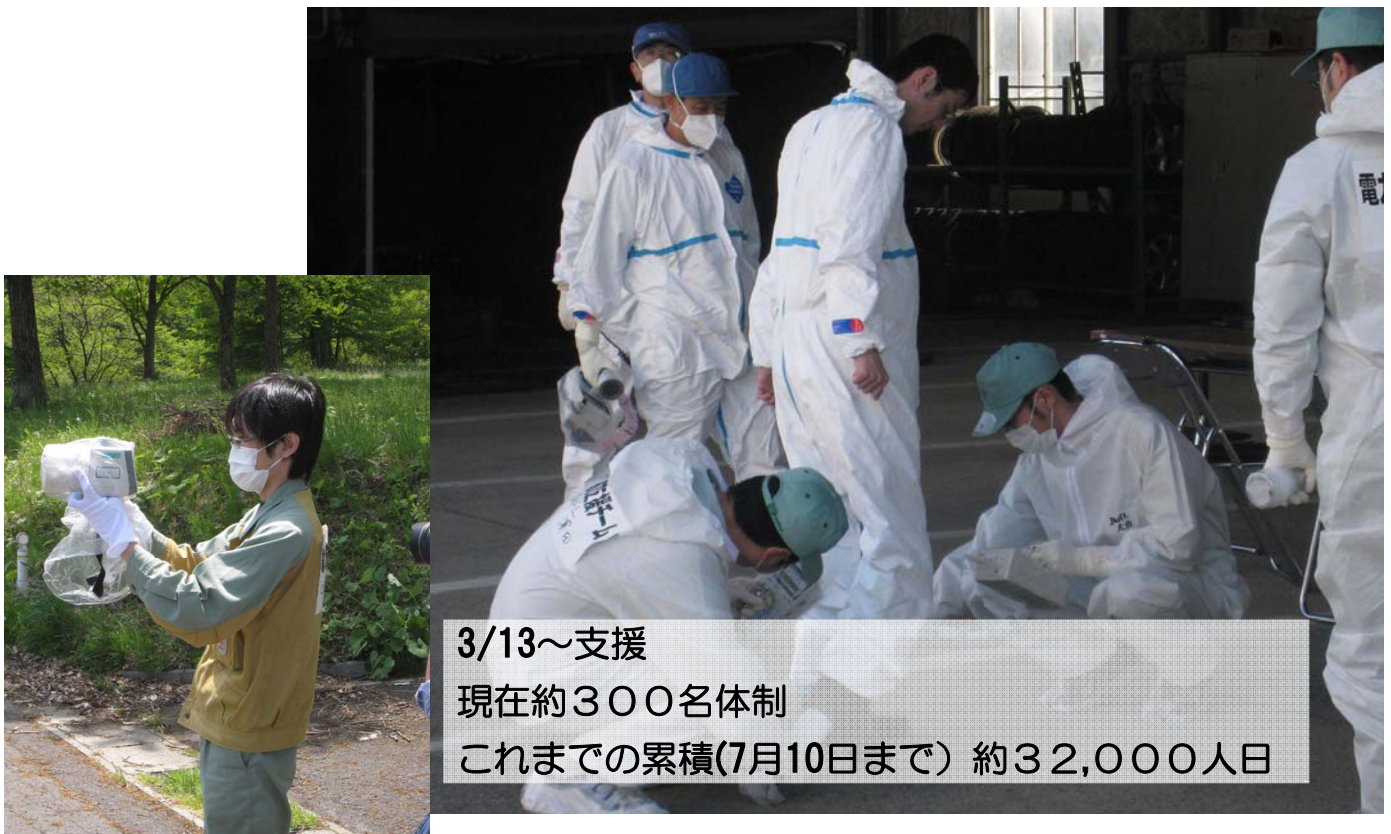
現地支援チームの活動 1

北海道電力・東北電力・
中部電力・北陸電力・
関西電力・中国電力・
四国電力・九州電力・
日本原子力発電・日本原燃・
電源開発 の各社が派遣

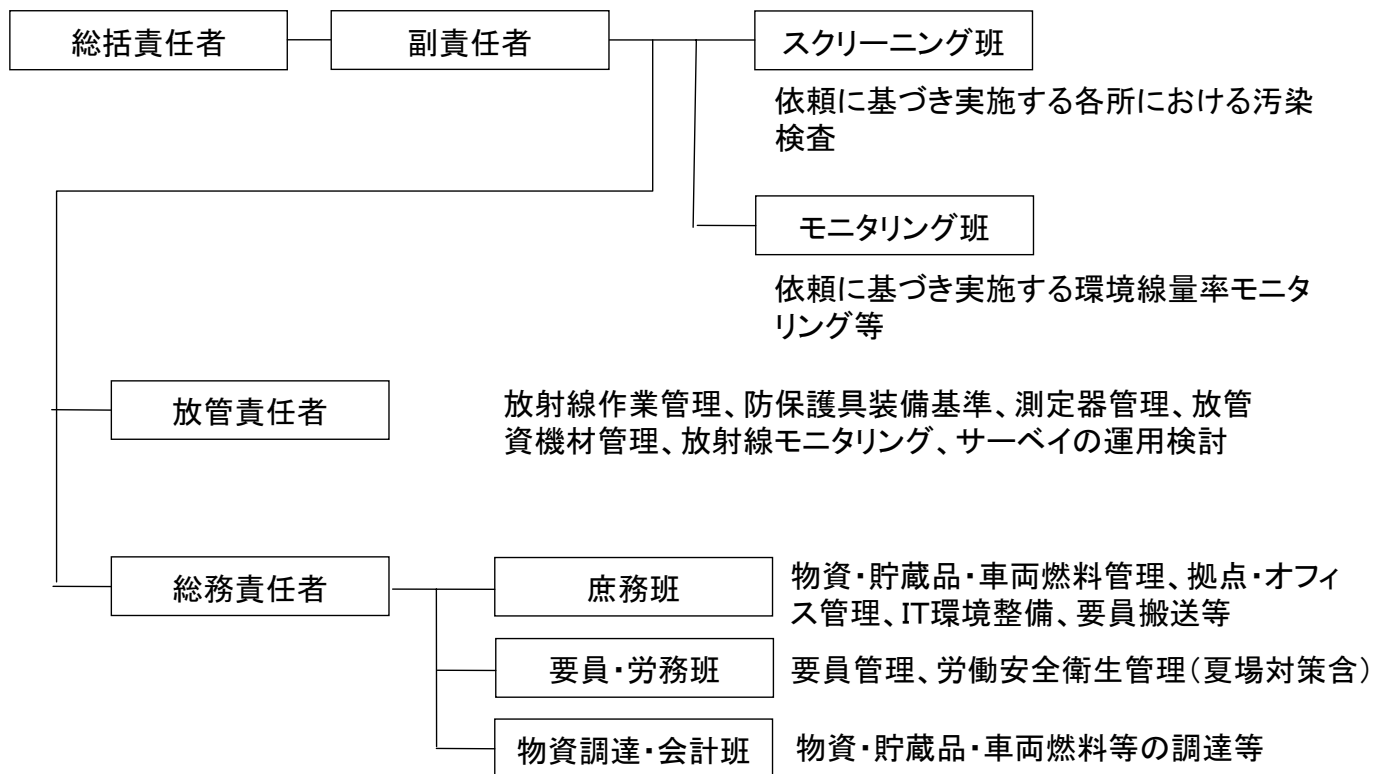


電気事業連合会

現地支援チームの活動 2



電気事業連合会



○環境モニタリング（国、県からの依頼に基づき実施）

件名	測定対象	測定点	備考
20km圏外定点モニタリング	空間線量率、ダスト、よつ素、積算線量	696地点・日	1日6地点×115日
20km圏内定点モニタリング	空間線量率	566地点・日	3月～4月 33点×2日 5月以降 50点×10日
福島県内4kmメッシュモニタリング	空間線量率	約2,800地点	
福島県学校・公園等モニタリング	空間線量率	47施設	学校：1箇所17点 公園：1箇所5点 を測定。ただし、施設数を測定点としてカウント
福島県スポーツ施設等モニタリング	空間線量率	約100施設	1施設12～13点を測定。但し施設数を測定点としてカウント
20km圏内2kmメッシュモニタリング	空間線量率、土壌採取	約130地点	
学校校庭、園庭等モニタリング	空間線量率	約900校	1校5点を測定。ただし、測定点は学校数をカウント。
伊達市モニタリング	空間線量率	約650地点	
南相馬市モニタリング	空間線量率	111地点	
学校・通学路放射線量低減対策モデル事業に関するモニタリング	空間線量率	3校	1校約120点を測定。ただし、測定点は学校数をカウント
緊急時避難準備区域等モニタリング	空間線量率	約1,350地点	
	計	約7,400点	

注：一つの地点で数カ所測定している場合もあるが、1点として数えている。

○住民スクリーニング (最大12箇所)

対象人数	約10万人
------	-------

○一時立入スクリーニング

対象人数	約16,000人
(うち、電力実施分)	約11,000人

注：一時立入者の約2/3を実施と仮定

○車両持出

持出台数	約1,000台
------	---------

○その他

福島県原子力センター福島支所での試料前処理、試料分析、Jビレッジにおける放射線管理補助業務等を実施

廃棄物関連の課題

○発電所構外の災害廃棄物等

➤放射性物質により汚染された災害廃棄物は、約230万トン+ α

膨大な量の災害廃棄物を迅速に処置するために、合理的な基準と処理処分方策が重要

Cs廃棄物の特徴を捉えた合理的な処分

➤災害廃棄物以外の汚染されたものの処置（環境修復等）

関係する機関等が多いが、環境修復等の目標については、全体的な整合・調整は重要

関係者の協議・合意に基づく取組

○発電所構内の廃棄物

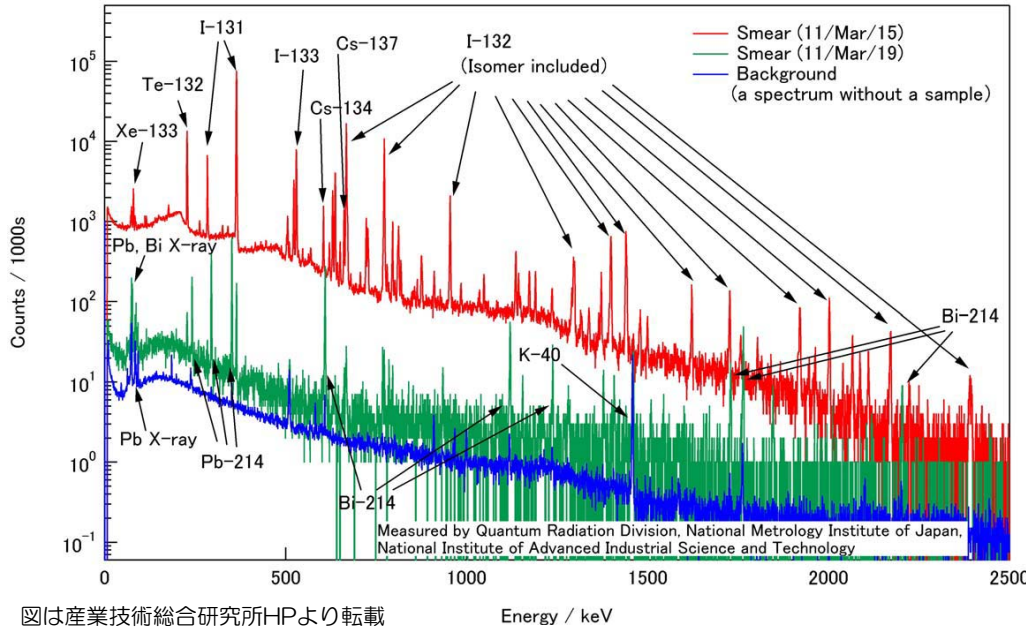
これまでの発電所廃棄物と異なる性状のものが多量に発生しており、処分に向けては特性を把握して取り組む必要があるが、まずは処理をして、発電所構内でしっかり貯蔵保管することが重要

大気中に放出された放射性核種

○希ガス・・・大気に拡散

○揮発性核種・・・フォールアウト I-131、Te-132、I-132、I-133、Cs-134、Cs-137

なお、Sr-89、Sr-90の放出は僅かとの測定結果



・I-131、Te-132、I-132は短半減期で速やかに減衰
・降雨による土壌沈着

5月以降の寄与は殆どCs-134、Cs-137

図は産業技術総合研究所HPより転載

ビニールシート上に降下してきたほこりなどを採取した試料から放出された放射線のエネルギースペクトル

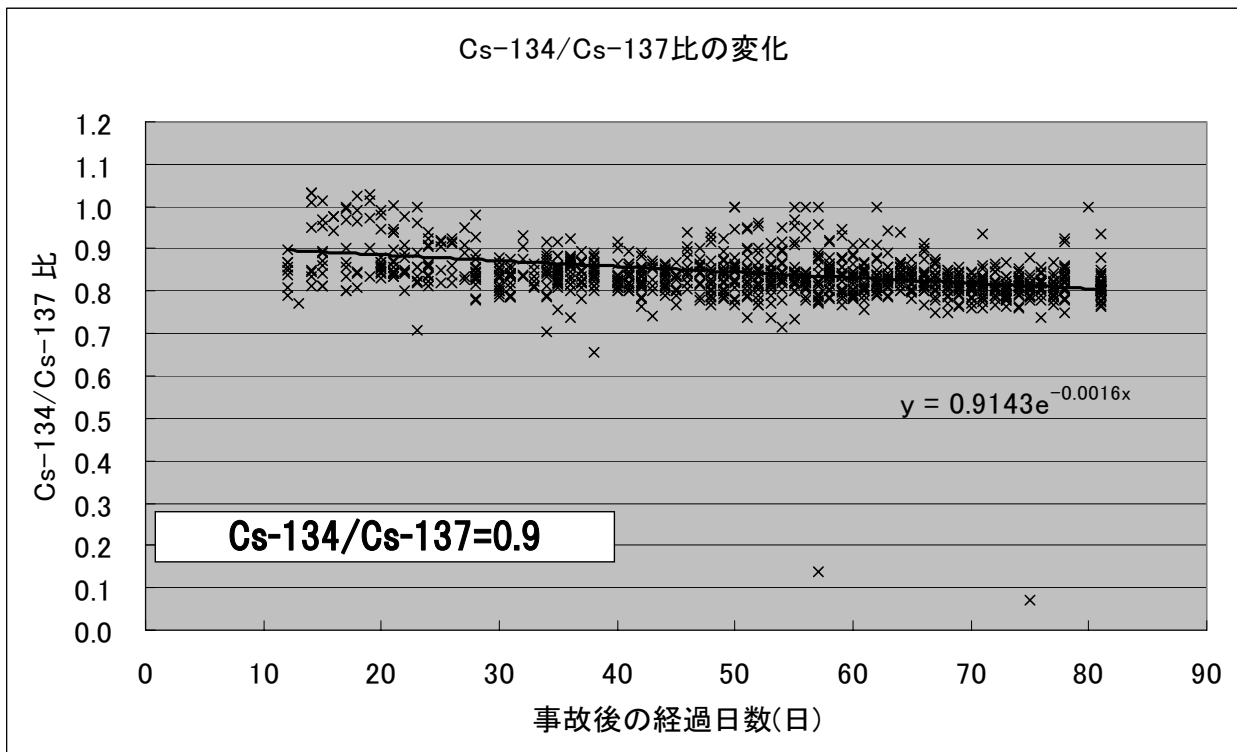
赤：2011年3月15日に採取した試料からのスペクトル

緑：2011年3月19日に採取した試料からのスペクトル

青：試料を置かないで測定したスペクトル

(つくばセンターにおける分析データ)

事故発生時点(放出時点)のCs-134/137比

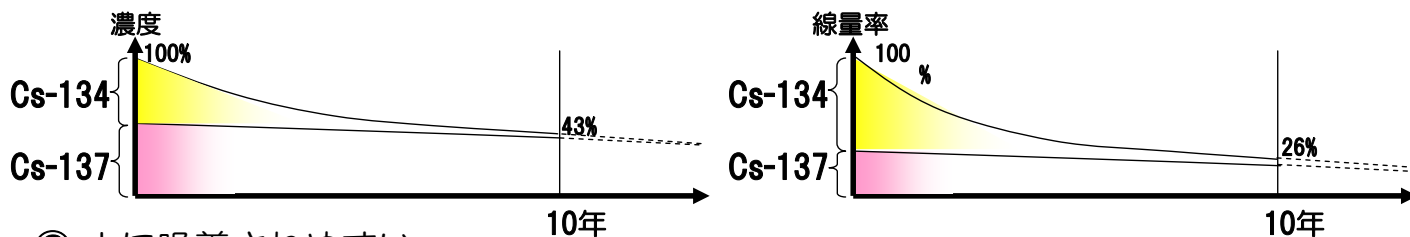


文科省HPより「土壌モニタリングの測定結果(平成23年5月31日までの測定結果)」のデータを基に作成した

Cs-134、Cs-137の特徴 1

① 半減期は2年 (Cs-134)、30年 (Cs-137)

⇒ Cs-134/Cs137濃度比は約0.9であり、10年経つと、Cs-134+Cs-137濃度は43%にまで減少
 一方、線量率については10年経つと、26%にまで減少 (沈着密度から周辺線量率への換算定数 (IAEA-TECDOC-1162) から算出)



② 土に吸着されやすい

⇒ 埋設した場合、地下水等によって移流しにくい

原安委 濃度上限値の検討(2007年)における、トレンチ処分評価の結果

- ・ 跡地建設による建設作業員 ← これが最も影響が大きい
- ・ 跡地居住による居住者 (農作物摂取等による被ばく)
- ・ 河川水利用 (河川水飲用等による被ばく)

参考

- ・ チェルノブイリ事故後の東欧や北欧における調査では、Cs-137が土壌下方へ進む速度はほとんどの場合年間1 cm以下。一方、有機物に富む土壌や砂質な土壌では、Cs-137が土壌下方へ進む速度が比較的大きいことも報告あり
- ・ 降水量の多い日本では、1960年代に沈着した大気圏核実験由来のCs-137は表層土壌に蓄積しており、30cm以深ではほとんど検出されていない

(日本土壌肥料学会HPより)

Cs-134、Cs-137の特徴 2

③ 揮発性(沸点: 270°C(CsOH)、610°C(CsCO3)、1290°C(CsCl))

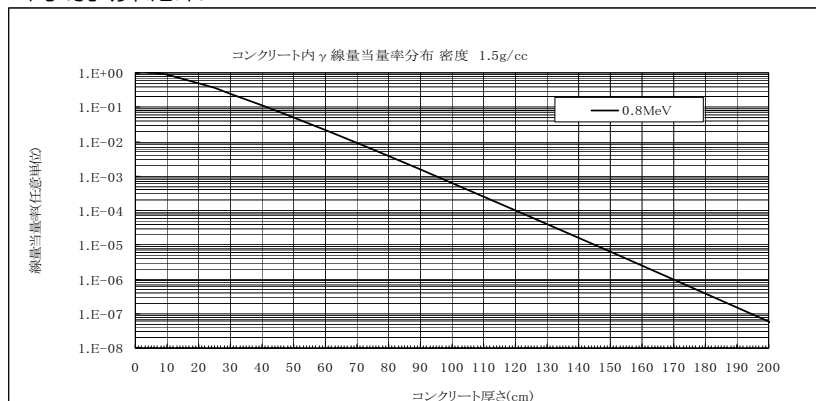
⇒ 熔融、焼却すると排ガス中に飛散して、フィルタに吸着

④ 放射線遮へい

⇒ 土による線量率の低減効果は大きい

- ・ 地中に埋設した場合の覆土の効果は大きい
- ・ 量が膨大なため、単純な客土や削剥では現実的ではないことを踏まえ、表層土を入れ替えることの対処も考えられるが、その効果は大きい

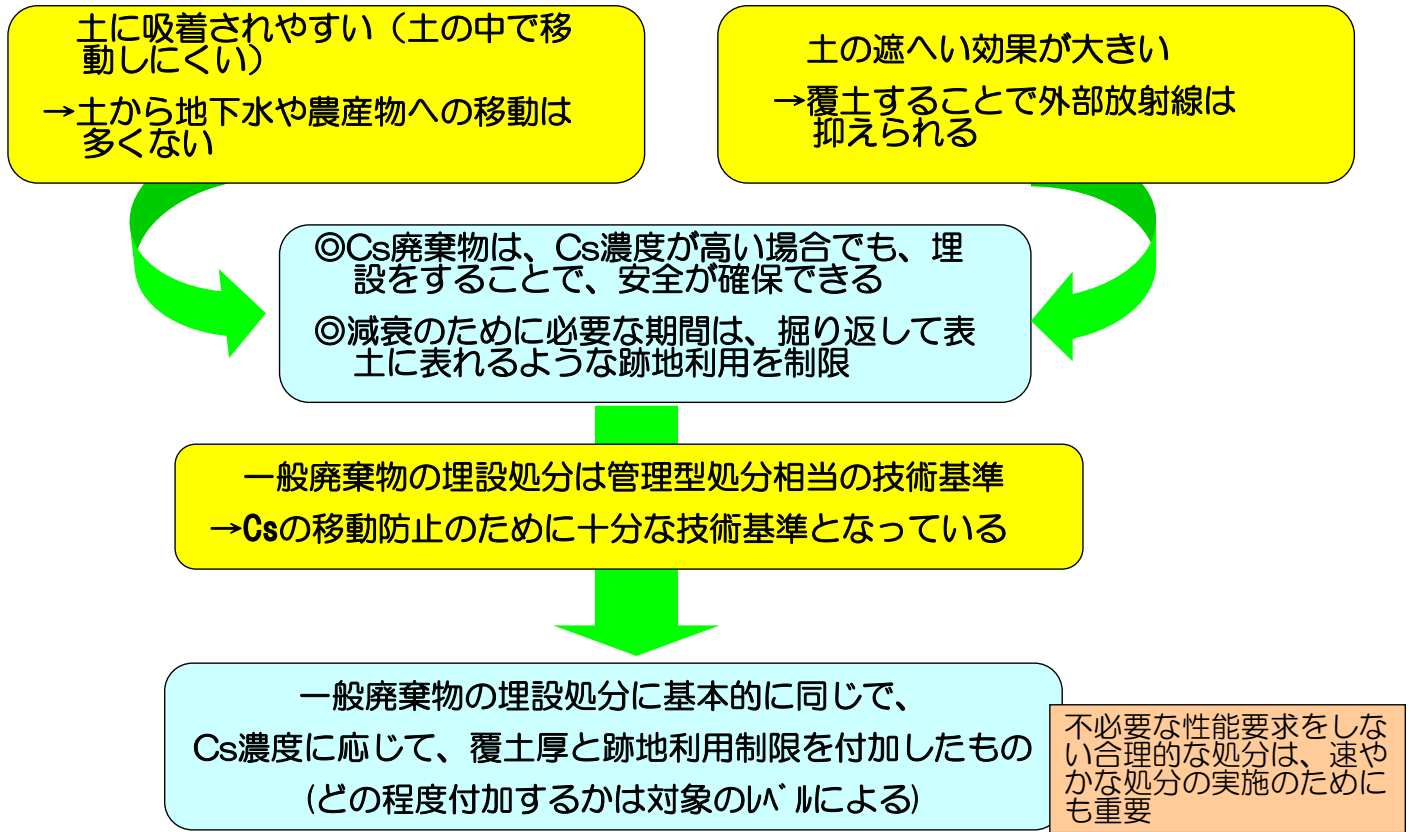
簡易試算結果



評価条件

- ・ 線源: 0.8MeVの点線源 (Cs-137は0.662MeV)
- ・ 覆土: 密度1.5g/cm³、材質: コンクリート相当

50cmの覆土で数百分の一 (1/300程度) の線量率低減効果



現状の災害廃棄物等の処置

避難(警戒)区域外・計画的避難区域外の災害廃棄物処分の方針（6月23日）

- ・ 8千Bq/kg以下の不燃物及び焼却灰(但し飛灰除く)は、跡地利用の制限付きで埋設処分可
- ・ 可燃物は排ガス処理装置（バグフィルタ）を有する通常の焼却設備で焼却
- ・ 8千Bq/kg超の廃棄物、飛灰は一時保管し、モニタリング実施。灰については今後測定し、現状把握予定

脱水汚泥の処理処分の方針（6月16日）

- ・ 8千Bq/kg以下は跡地利用の制限付きで埋設処分可。8千～10万Bq/kgは埋設処分可であるが、安全評価を不要とした処分について、環境保全のあり方を引き続き検討
- ・ 保管(仮置き)にあたっては電離則遵守

提案

Cs濃度が高いものについて、焼却に伴う周辺公衆の影響や処理作業者の安全評価・対策は確認が必要であるが、処分については

- ・ 一時保管されている8千Bq/kg超の処分は、8千Bq/kg以下と同様に跡地利用の制限付きで埋設
- ・ 覆土厚を必要に応じて厚くする（50cmで数百分の一の効果）

ことを基本的な対応とすることが適切であると考えられる

環境中のCs-137の移動と環境修復

1. 環境中へ放出されたCsは、雨に溶けた状態で地表へ、ある程度の範囲内は均一に降下
2. 屋外の林・土壌・家屋等に沈着
3. 雨水の流れに乗り、移流することで不均一に
 詳細なモニタリング結果(*1)によれば
 - ・アスファルト上の線量率は低 → アスファルト上のは洗い流されている
 - ・住宅地などに点在している林の中では周囲に比べて線量率が高い → 林には留まっている
 - ・比較的大きな屋根の下では線量率が低い → 屋根などのものは地表に降下していない
 - ・草地や田畑などの線量率は高め → 草などの植物や土壌に雨などで洗い流されない
4. 降雨等により、一旦、土に吸着した場合には殆ど移動せず、保持される
 なお、吸着の強さは土壌の種類（粘土鉱物の種類や割合、有機物や競合イオン（NH₄⁺やK⁺）との量等）により差異あり
5. Csは土壌に沈着した後、時間の経過に伴い土壌により強く保持される

*1: 内閣府・文科省「基礎データ収集モニタリング結果」（2011.7.1）

*2: 4,5は日本土壌肥料学会HPより

<環境修復に向けたポイント>

- 生活環境の線量率の有効な低減方策→個別詳細モニタリング(*1)の結果等による対処検討
- 最終的に沈着する土壌の対応：低減目標に応じた対処
 （上層と下層の反転(土壌に保持されることで農作物への影響小の効果、遮へい効果)、上層と下層との混合等)
- 環境修復に当たっての低減目標、実施計画等については、関係者間での協議・合意が必須

→コーディネータの役割が大事では

電気事業連合会

環境修復と国際的な考え方について 1

ICRP 2007年勧告 (ICRP pub103)

- ・緊急時被ばく状況の結果生じる長期汚染の管理は、現存被ばくとして扱われる (203項)
- ・参考レベルを下回る被ばくは無視すべきではなく、防護が最適化……。最適化プロセスのエンドポイントは先験的に決めてはならず、防護の最適化されたレベルは状況によるであろう。……。参考レベルの法的位置づけを決めるのは規制当局の責任である (286項)
- ・現存被ばくの状況では被ばくした個人と当局者が被ばくを”通常”……。レベルまで引き下げを望んでいる。これは特に……。事故による汚染などのような……。状況に当てはまる (288項)

(日本語訳は(社)日本アイトフ協会による「国際放射線防護委員会の2007年勧告」を用いた)

→参考レベル1-20mSv/年の中においても最適化しないとないが、状況による段階的なプロセスがあり得るので、徐々に最適化していく方法あり。この目標は、引き下げてほしいとの住民の気持ちがあるので、それを踏まえて、利害関係者が関与した形で計画を国が決めることが適切

この考え方は、IAEA-WS-R-3「Remediation Process for Areas Affected by Past Activities and Accidents」も同様

4.8節「意志決定過程では、修復計画の定義、実施および検証において、広い範囲の利害関係者が関与できるように、また、これらの計画の実施に関して公衆との情報交換が定期的に行えるようにしなければならない」

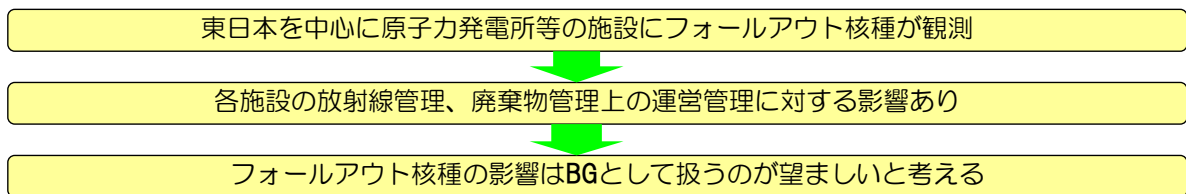
電気事業連合会

ICRP pub111 (原子力事故又は放射線緊急事態後における長期汚染地域に居住する人々の防護に対する委員会勧告の適用)

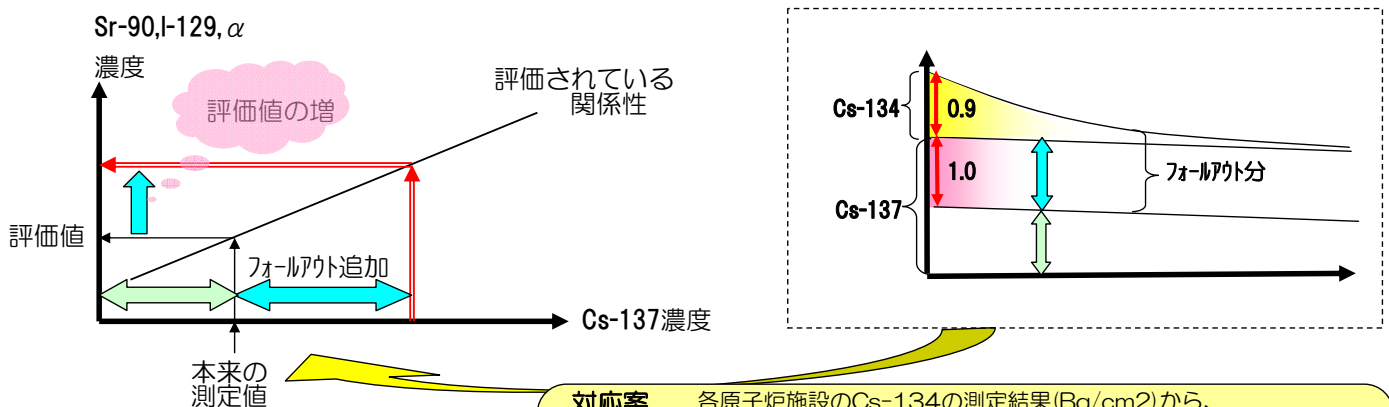
- ・防護方策は国家の計画策定の一環として当局によって準備されなければならない。・・・当局が主要な利害関係者の代表をこれらの計画の作成に関与させるようにすべきである (34項)
- ・経験によれば、長期汚染地域においては一般に被ばくを通常状況と同じ程度のレベルまで徐々に低減できることが実証されている (36項)
- ・参考レベルの値を選定するプロセスは、重要な全ての利害関係者の見解を適切に取り入れるように注意深く均衡を取るべきである (49項)
- ・・・・参考レベルは・・・pub103で勧告された1-20mSvの範囲の下方部分から選定すべきであることを勧告する (50項)
- ・過去の経験により、・・・代表的な値は1 mSv/年であることが示され・・・現地の一般的状況を考慮に入れ、また状況の漸進的に改善するために中間的な参考レベルを・・・ (50項)
- ・現存被ばく状況の長期的な対応は防護方策の段階的な実施を必要としている (60項)
- ・当局は、影響を受けた集団の代表者や関係する専門家が参加する地域評議会の設立を推進すべきである (71項)

(日本語訳は(社)日本アイトゥーブ協会による「ICRP Publication 111 日本語版ドラフト特別公開」を用いた)

その他：原子力施設運営への影響



一例：廃棄物の放射能決定のうち、Cs-137をキー核種とする放射能評価



対応案 各原子炉施設のCs-134の測定結果(Bq/cm²)から、減衰補正により、事故発生時点のCs-134濃度を求め、
 $Cs-134濃度 = 0.9 \times Cs-137濃度$ から
 このCs-137濃度を、BGとしての(飛来した)Cs-137濃度として扱う
 →なお、全てBG扱いについて、クリアランスで再利用する場合等は議論のところ