CCNE連続オンライントーク「原発ゼロ社会への道」2022 第3回

1F廃炉ロードマップの破綻とあるべき対策







2022年9月20日

報告者:川井康郎

原子力市民委員会原子力規制部会

はじめに~原子力市民委員会発行『原発ゼロ社会への道』

CCNE原子力規制部会の担当範囲

- 第2章 福島第一原発事故の現状と虚構の廃炉ロードマップ
 - 2.1 福島第一原発事故の10年
 - 2.2 ALPS処理汚染水への対処
 - 2.3 デブリの長期遮蔽管理方式への提言
 - 2.4 廃炉・汚染水対策における責任体制を明らかにせよ

今回の紹介範囲

第4章 原発の安全確保に関わる技術と規制の課題

- 4.13・11以降の原子力規制
- 4.2 原子力技術の本質的な不確かさと規制の実態
- 4.3 原発安全性の技術的な争点と新規制基準の欠陥
- 4.4 原子力利用の可否を誰が決めるのか



CONTENTS

- 1. 廃炉ロードマップとその現状
- 2. 山積する諸問題
- 3. 『原発ゼロ社会への道』が提起する対策

1. 廃炉ロードマップとその現状

最近のトピックス

(1) デブリ年内取り出し断念へ(2022年8月24日報道)

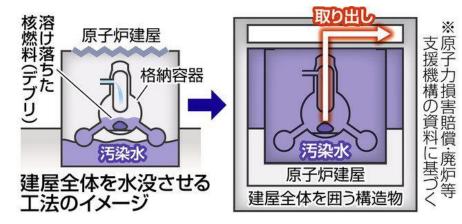
- ▶ 東電は2号機からのデブリ取り出しについて、目標としていた年内の作業開始を断念する方向
- ▶ 原因はロボットアームの開発遅れなど



2022.8.2毎日新聞より

(2) デブリ取り出しへ建屋水没検討(2022年9月4日報道)

- ▶ 原子力損害賠償・廃炉等支援機構(NDF)は 3号機の原子炉建屋全体を水没させてデブリ を取り出す「冠水工法」を検討~但し、実現は 見通せていない。
- ▶ 2号機は「気中工法」を継続、1号機の目途は 立っていない。

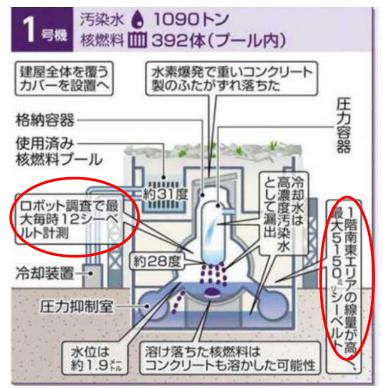


2022.9.4東京新聞より

⇒ デブリ取り出し計画は「お手上げ」状態

事故炉の現状

(東京新聞「こちら原発取材班」記事2022.9.5より)







- ▶ 建屋内は高放射線環境 ⇒調査・作業を阻害
- ▶ 燃料デブリの位置・形状・状態等不明 ⇒取り出し計画立てられず
- ▶ 地下ピットに溜まる高濃度汚染水 ⇒作業を阻害
- ▶ 使用済み燃料プールのリスク ⇒ 2021.2.28に3号機取り出し完了、1,2号機には全量残
- > 放射性物質の飛散

廃炉ロードマップとは

■正式名称:

「東京電力ホールディングス(株)福島 第一原子力発電所1~4号機の廃止措 置等に向けた中長期ロードマップ」

■5つの取り組み

- ① 汚染水対策
- ② 使用済み燃料プールからの取り出し
- ③ 燃料デブリ取り出し
- ④ 廃棄物対策
- ⑤ 構内環境の改善

■策定経過

初版: 2011.12.21

改訂1: 2012.07.30

改訂2: 2013.06.27

改訂3: 2015.06.12

改訂4: 2017.09.26

改訂5: 2019.12.27

■枠組み~仕事と資金の流れ

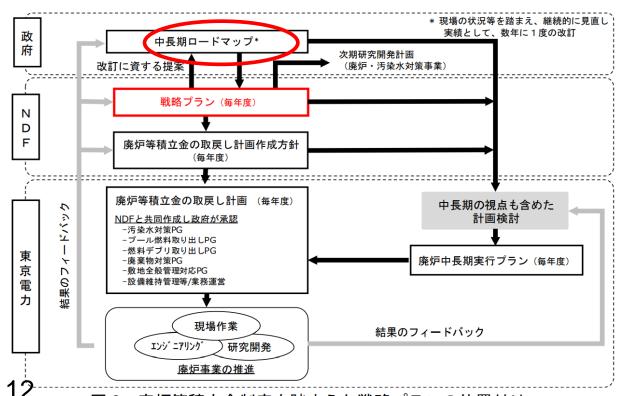
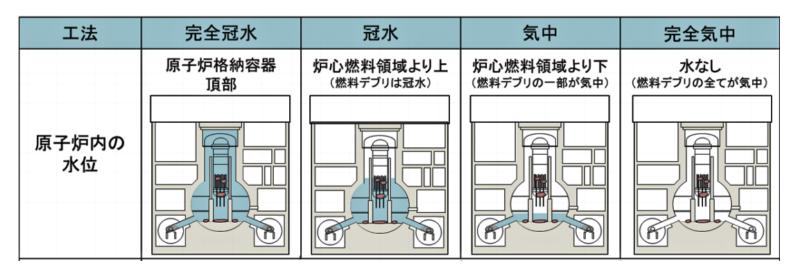


図2 廃炉等積立金制度を踏まえた戦略プランの位置付け

NDF:原子力損害賠償·廃炉等支援機構

ロードマップによる~デブリの取り出し方針

- 基本方針 (2017.9.26第4回改訂版)
 - ① ステップ・バイ・ステップのアプローチ
 - ② 気中工法に重点を置いた取組み~格納容器底部に横からアクセス
 - ③ 取り出したデブリは容器に収納し、1F内で乾式保管
 - ④ 2021年内取り出しの初号機は2号機とする

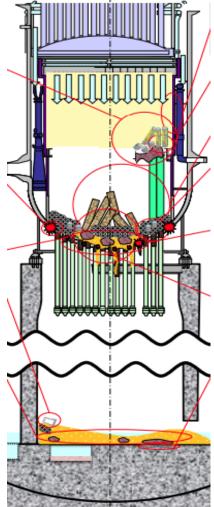


- ➤ 試行錯誤の繰り返し
- ▶ 一旦は断念した冠水方式が建屋水没方式で復活(3号機)⇒P5参照

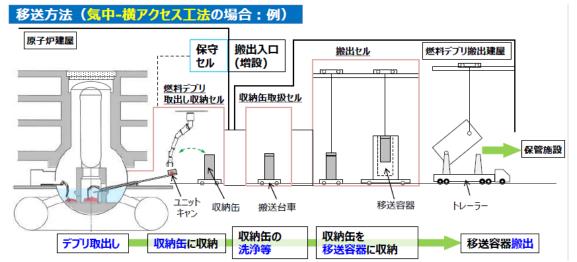
実態~デブリ取り出しの困難

- ▶ 格納容器内は高線量で人がアクセスすること は不可能。
- ▶ 気中、横アクセスの場合の遮蔽が困難
- ▶ 取り出し資機材(ロボット等)、方法は開発中
- ▶ 取り出し後の保管、処分方法は漠然

凡例		
(Newson)	残留燃料棒及びその残骸	
	酸化物デブリ(多孔質)	
	粒子状デブリ	
	燃料デブリ(金属を多く含む)	
95	コンクリート混合デブリ	
	CRGT	
Barret	破損したCRGT	



■ 現行(机上)案~実際には「試行錯誤」



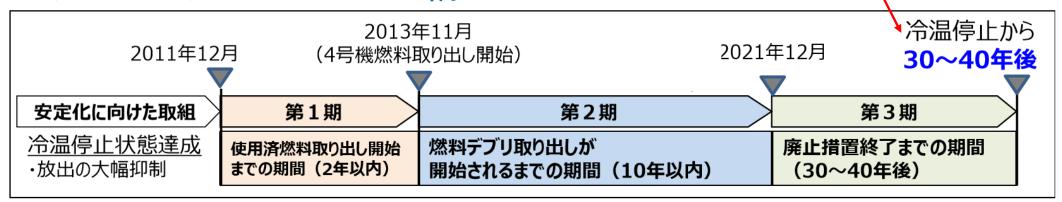
(国際廃炉研究開発 機構(IRID)2018年 6月資料より)

(IRID奥住直明「燃料デブリ 取出しにかかわる技術開発 の現状について2019年6月 4日」より)

タイムスケジュールの破綻

本当に 2041~2051年末 に廃炉完了!?

■ タイムスケジュールの虚構



- → 初版(2011.12)から改訂版(2019.12)まで見直しがされていない~第2期(デブリ取り出しが開始される予定)はすでに期限が切れている。
- > 不正確な縮尺と詐欺的な進捗評価基準~「開始」を達成評価点としている。

■ 曖昧な「廃止措置終了」の定義

- ▶「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則」第115条要約:廃止措置は施設の解体、汚染の除去、汚染物の廃棄、放射線記録の管理機関への引き渡しとする。
 ⇒ただし、福島第一に適用されている「特定原子力施設」については曖昧なまま。
- ▶ 経産省担当者発言:「廃止措置完了の状態については燃料デブリ取出しや廃棄物の処理・処分の検討結果を踏まえつつ決めていく」(2020.1.23)と先送り。

■ 実際の廃炉に必要な期間は?

通常の廃止措置(国内の例)

- ▶ 東海:2001年開始~2030年完了予定
- ▶ 浜岡1号:2001年開始~2035年完了予定

事故炉

- ➤ TMI:事故(1979)後40年の2019年に「今後60 年かけて廃炉予定」
- ▶ チェルノブイリ(1986): 石棺に加えて耐用年数 100年のシェルターを建設

■ なぜロードマップを見直さないのか?

- ▶ 怠慢・思考の停止
- ▶ フクシマ事故を小さく見せることで、
 - ⇒帰還事業の推進と復興のアピール
 - ⇒更なる再稼動、原発政策の維持
- > 廃炉措置期間中に汚染水海洋放出の強行





スリーマイル島原発



2. 山積する諸問題

貯留汚染水の現状

「東電処理水ポータルサイト」より

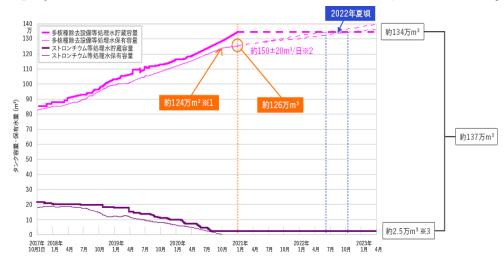
https://www.tepco.co.jp/decommission/progress/watertreatment/

- ➤ 総貯水量: 1,312,234m³(@2022年9月1日時点)
- ▶ トリチウム量:約780兆Bq(@2021年5月時点での評価)

濃度は約15万~216万Bq/L、平均62万Bq/L

建屋残留トリチウム推定量(東電推算):最大1,200兆Bq

- > その他残留核種: 貯留量の約66%が告示濃度比1.0を超過 ⇒右下図
- ▶ 汚染水発生量: 130~150 m³/日(過去2年間) ⇒左下図

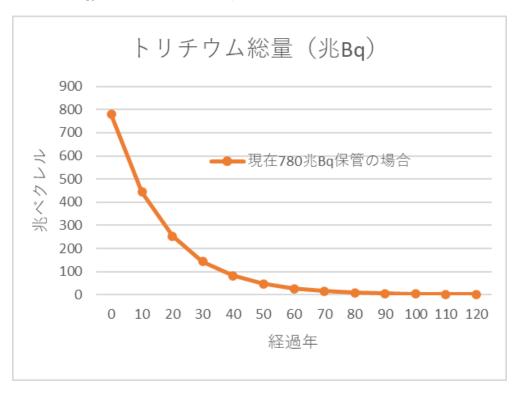




⇒来夏に向けた海洋放出に反対する!

解決に向けた選択肢(1)大型タンクによる長期保管

- ➤ 保存期間中の放射能減衰(半減期 = 12.3年)
- → 石油備蓄に多くの実績を有する堅牢さ
- ➤ 面積当たりの貯水量向上





10万m³原油タンク (82mΦ x 22.5mH)

減衰の例

50年後⇒ 1/17

110年後⇒ 1/480 (⇒1,300 Bq/L)

123年後⇒ 1/1024

解決に向けた選択肢(2)モルタル固化による永久処分

米国サバンナリバー核施設(SC州、廃止措置中)にて実施中の低レベル廃液モルタル固化施設の例(DOE向けSavanna River Site廃液処理プロジェクト報告No.21、2019.1.31より)



- ▶ 汚染水をセメント、砂と共にモルタル化し、コンクリートタンクの中に流し込み、固化する。
- ▶ 写真は、2018年10月に完成した大型コンクリート タンク、容量:124,000m³

- > 半永久的に放射性物質の海洋流出リスクを遮断できる
- ➤ 保存期間中のトリチウム減衰
- > 汎用土木技術で可
- ▶ 原発の低レベル廃棄物処理にすでに適用

経産省「トリチウム水タスクフォース報告書」(2016年6月)にて類似のモルタル 固化案を選択肢の一つとして提示 ⇒海洋放出という「結論ありき」のもと、真 剣な検討を行なっていない!

1Fサイトが抱えるその他の主要技術的問題

- (1) 止まらない地下水流入(=汚染水の発生)と凍土壁の劣化
 - ▶ 汚染水は130-150m3/dで増加を続けている。
 - ▶ 凍土壁は2016年3月稼働を開始⇒2021年8~11月に融解事故(近傍排水管の漏洩が原因)、2022年1月に冷却剤漏れ事故
 - ▶ 元々、凍土壁は仮設設備、耐用年数は約7年と言われている。補修は困難
- (2) 脆弱な既存汚染水タンク群
 - ▶ 2021.2.13と2022.3.18の余震時に計213基の汚染水タンクが滑動(横滑り)
 - ▶ タンクに基礎ボルトが設置されていない⇒中越沖地震(2007.7.16)発生時の水タンク破損(柏崎刈羽原発)の誤ったフィードバック⇒岩波「科学」2021年No.9筒井・川井論考参照
- (3) 1号機ペデスタルの耐震裕度

(4) 難航するALPS汚泥処理

➤ ALPSで発生する汚泥の減容化処理、特殊容器 (HIC)の寿命による交換、保管場所確保に困難



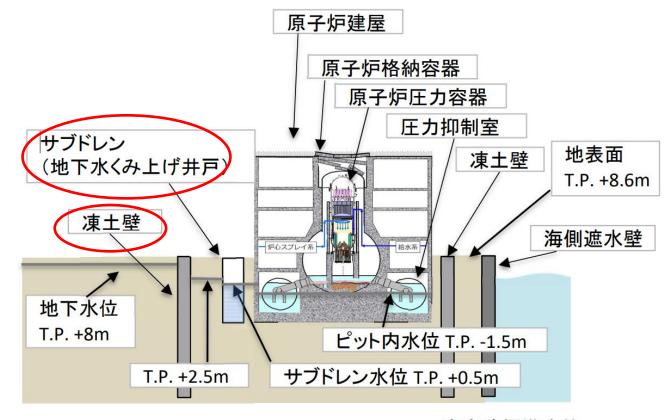


2022.6.7朝日新聞より

3. 『原発ゼロ社会への道』が提起する対策

復習①:汚染水の発生メカニズム

- デブリ冷却水と侵入地下水が 混ざり合って汚染水が発生
- ▶ 高濃度に汚染された地下ピット 貯留水を外部に漏えいさせな いように、サブドレン汲み上げ によって地下水位をピット内水 位より高く調整
- ▶ 凍土壁は敷地内への地下水 流入量抑制に一定の効果。し かし、劣化が著しい



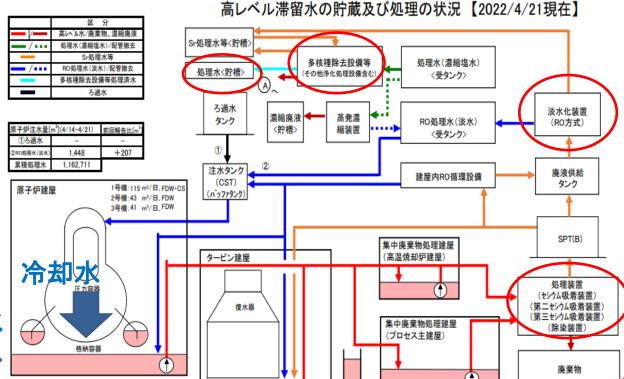
T.P.: 東京湾標準水位

(東電情報をベースに市民委員会が作成)

復習②:汚染水処理システム

- ▶ 地下ピット貯留水はCs吸着装置、 塩分除去装置を経て一部はデブリ 冷却水として循環
- ▶ 残りが多核種除去設備(ALPS)に 送られ処理水として貯留される。 (現在:約131万m³)
- ▶ すなわち、汚染水の発生量は流入地下水量に匹敵する。

(現在:約130~150m³/日) 地下水



(東電「たまり水定例報告」2022.4より)

汚染水の発生を完全に止めるためには 「流入地下水の遮断」+「デブリ水冷の停止」が必要

地下水の流入を止める諸案

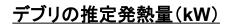
分類	方法	備考
地下障壁	凍土壁 粘土壁・コンクリート壁・鉄板壁等 ドライアイランド化	・劣化している凍土壁の代替設備建設は急務・地下水流入量の「抑制」にはなるが「遮断」には至らない。
ピット内部止水	ピット内モルタル充填あるいは内壁塗装防水による止水 →デブリ冷却注水停止期間中に実施 →滞留汚染水は汲み上げ。サブドレンはフル稼働	・ピット内工事の際の放射線防護を確認(生体遮蔽壁の効果、3号機トーラス室へのポンプ追加実績など)
ピット外部止水	ピット外壁に沿い止水工事を実施(長期隔 離保管設備~外構シールド建設時)	・ピット外部の地下状況不明。工事の 困難さが予想される。 ・工事完了まで長期間を要する。
流入放置	空冷後、ピット侵入地下水汲み上げ継続。 時間とともに希釈	・外部放流許容濃度までの期間不明

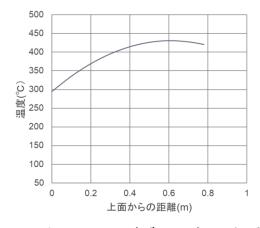
空冷化の可能性~デブリの現状

- デブリ発熱量は自然対流にて除去可能なレベルまで低下している。
 - ・自然減衰に加え、放射性物質の冷却水側への溶出が影響
 - ・市民委推算値は東電による冷却水停止試験結果に基づく。
- ▶ 圧力容器内ならびにペデスタル内側のデブリ最高温度は450℃以下にと

どまり(市民委員会試算)、安全は保たれる。

	2013.10.24東電予測			市民委試算
号機	2013.11	2016.11	2019.10	2020.1
1	150	80	70	40
2	210	100	80	45
3	200	100	80	45



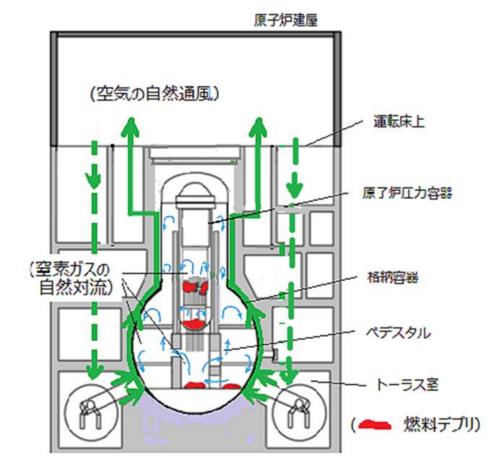


2号機RPV内デブリ最高温度(推定)

東電による冷却水停止試験~いずれも顕著な温度上昇は認められず

- 1号機:2019年10月(49時間)、2020年12月(5日間)
- 2号機:2019年5月(8時間)、2020年8月(3日間)
- 3号機:2020年2月(48時間)、2021年4月(7日間)、2022年6月(6日間)

空冷化の可能性~基本概念



空冷概念図

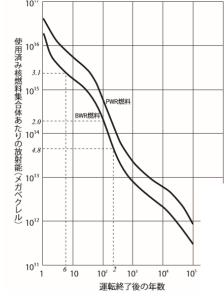
(原子力市民委員会作成)

- ▶ 原子炉圧力容器ならびに格納容器内のデ ブリは窒素ガスの自然対流により除熱さ れる。
- ▶ 熱は格納容器と生体遮蔽壁(コンクリート製)との約50mmの空隙を通じた煙突効果により運転床上に放出される。
- ▶ 原子炉建屋上部の空間で自然冷却された 空気は再度、原子炉建屋内とトーラス室を 経由して自然循環する。
- ➤ ダストの環境への漏出を防ぐために、原子炉建屋内は微負圧に維持し、排気は HEPAフィルタを経由する。

原子炉/格納容器は長期遮蔽管理へ

■ 放射線レベルの低下

- ▶ 作業環境の放射線レベルは、100年後は約1/16、200年後は約1/65と試算される(右図参照)
- ▶ 作業員の被ばく総量と費用合計は現 ロードマップ案より小さくなると試算。
 - ⇒詳細はCCNE特別レポート「100年以上 隔離保管後の『後始末』」(2017改訂版) 参照

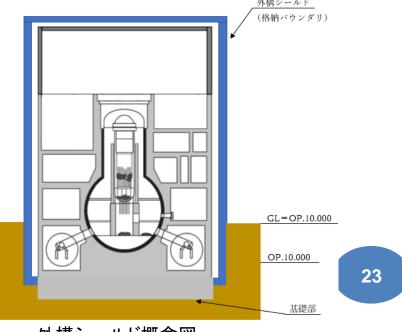


炉内放射能減衰曲線

(出展: National Research Academy Press, 1983)



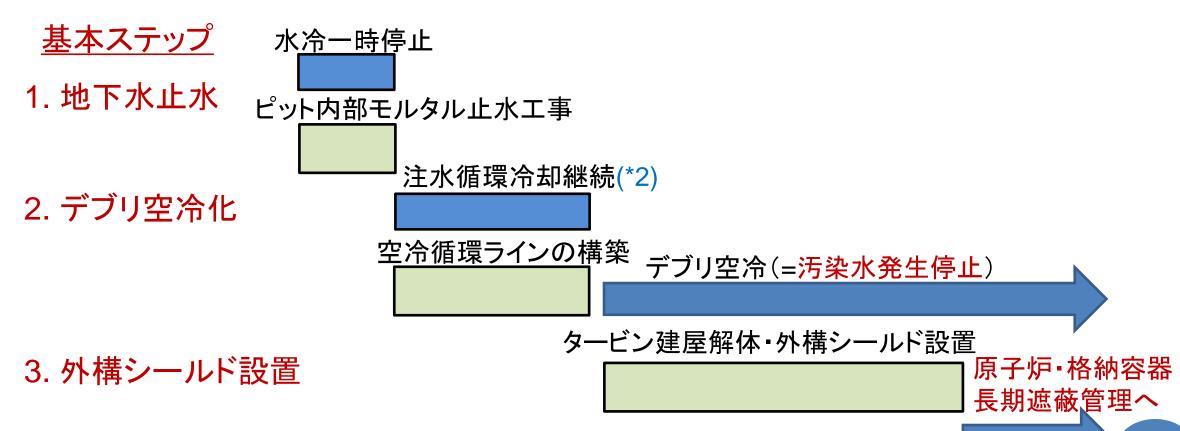
- ▶ 原子炉建屋に外構シールドを設置(他建屋は解体)
- ▶ デブリは空冷化により、汚染水の発生は止まっている。
- ▶ 外構シールド内は微負圧とし、排気はHEPAフィルタに て浄化処理を行なう。



外構シールド概念図

手順(案)

以下は止水~空冷化(汚染水発生停止)~原子炉·格納容器の長期遮蔽管理に至る基本手順。 詳細は図面、実物、放射線量の実態等々を勘案しながら検討要。



- *1) 期間の縮尺は考慮されていない。
- *2) 循環水中の放射性物質濃度抑制のため一部抜き出し⇒少量の汚染水発生

東電の破綻処理を行ない、事故処理は「処理公社(仮称)」に

■ 東電体制の基本的欠陥と限界

- ▶ 廃炉事業(廃炉カンパニー)と収益部門の分離が不完全 ⇒「事故対応」と「収益回復」の二律背反
- ▶「中長期ロードマップ」はすでに破綻 ⇒ 今後、長期にわたる廃炉事業を民間企業が担うことは不可能
- ▶ 政府は東電を矢面に立たせることで廃炉事業から逃げている。

東京電力グループ組織図

2020年10月1日現在 東京電力ホールディングス T=PC0 T=PC0 ビジネス 経営技術 福島第一 原子力 新潟 福島復興 ソルーション 廃炉推進 戦略 立地 本社 カンバニー 研究所 本部 カンパニー 柏崎刈羽 福島第二 ブロジェクト 廃炉安全 廃炉資材 廃炉 福島第一

調達センター

コミュニケ ーション

センター

原子力発電所

■ 改革イメージ

東電破綻処理



収益部門(発電・送配電・小売)として独立再編

品質室

マネジメント 室

1F事故処理公社(仮称)

損害賠償•復興機関

提言まとめ

- (1) ALPS汚染水の海洋への放出計画はただちに中止し、『大型 堅牢タンクによる保管継続』あるいは『モルタル固化による永 久処分』を実施する。
- (2) <mark>『地下水止水』と『デブリ空冷化』を実現</mark>し、汚染水の発生を止める。
- (3) 『廃炉のための中長期ロードマップ』を根本的に見直す。デブリの無理な取り出しは止め、原子炉建屋の長期遮蔽管理に 移行する。
- (4) 東電は破綻処理を行ない、1F事故処理は『公的機関』が担う。

END



原子力市民委員会 事務局 〒160-0003 東京都新宿区四谷本塩町4-15 新井ビル3階 高木仁三郎市民科学基金 内 URL http://www.ccnejapan.com E-mail email@ccnejapan.com Tel/Fax 03-3358-7064