企画セッション：1F 廃炉の先を考える：福島における「復興と廃炉の両立」とは何か？

１Ｆ廃炉のその課題

令和2年9月27日

井上　正、松岡俊二

お話のポイント(主要な論点)

● 技術的課題

① 汚染水処理水の処理

② 使用済み燃料プールからの燃料取出し

③ 溶融燃料(デブリ)の取出し

④ 廃棄物処理

● 仕組み・体制・社会的課題

① エンドステート(1Fの最終的な姿)

② 一元的な組織による廃炉の実施・ロードマップ

③ 社会との価値観の共有

汚染水処理

トリチウム水の処理：約**120**万m³超(2020年8月20日現在)

再処理：その他残存放射能の除去、希釈

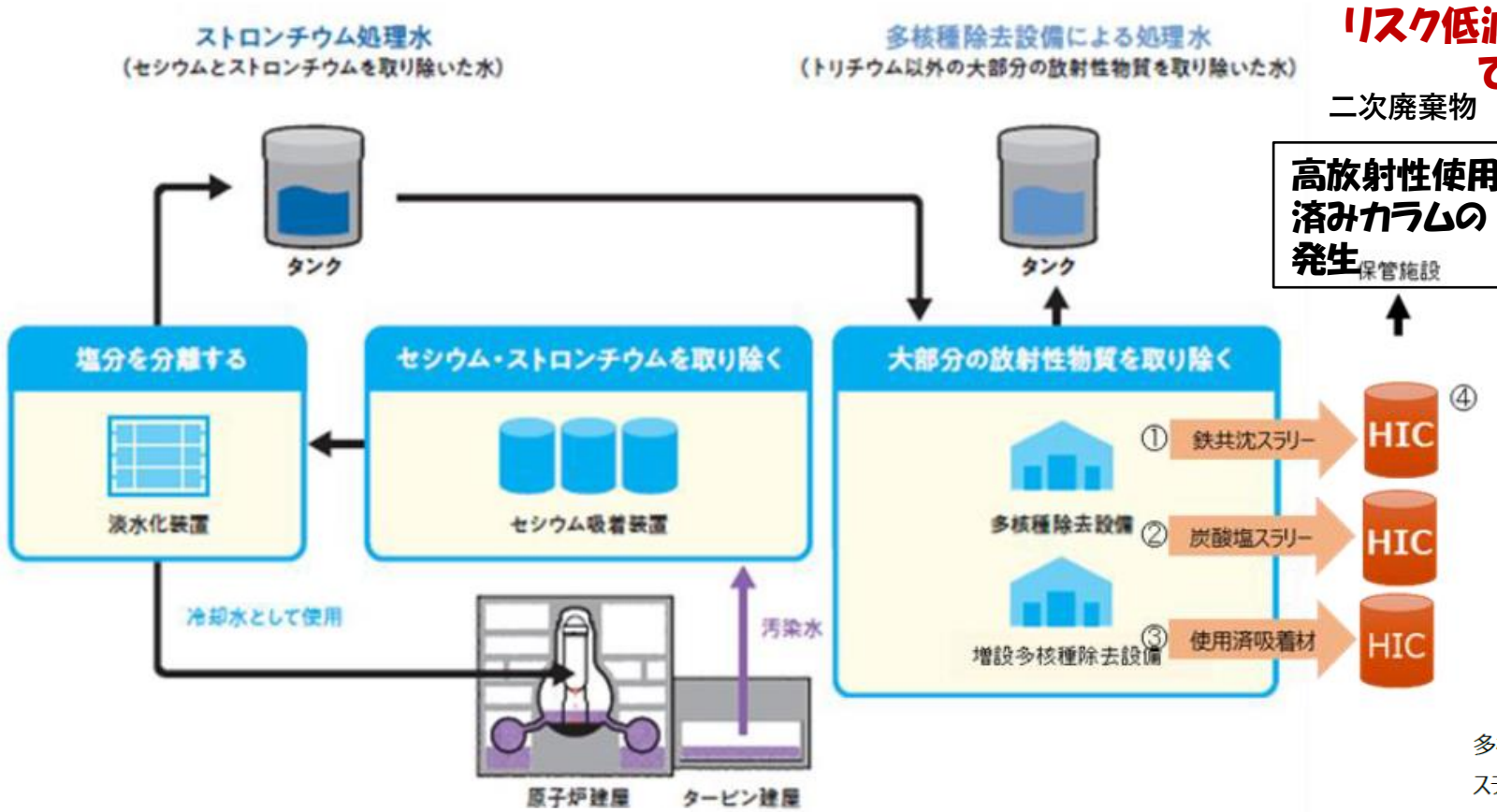
課題

トリチウム水の処理

敷地の占有

貯水タンク容量の制限
敷地面積の限界

<汚染水の浄化処理>



リスク低減：早期の対応が必要
では、次ページ

HIC(高性能容器)

多核種除去設備の運用にあわせてポリエチレン製容器をステンレス鋼で補強した保管容器

汚染水の浄化処理設備で発生する廃棄物の安定化処理の計画 2020年6月19日

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/osensuitaisaku.html

トリチウムの性質

トリチウムの性質

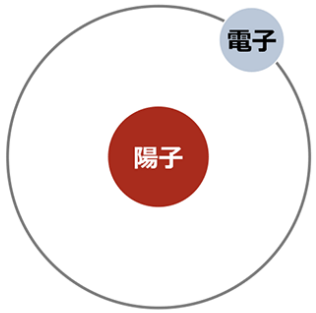
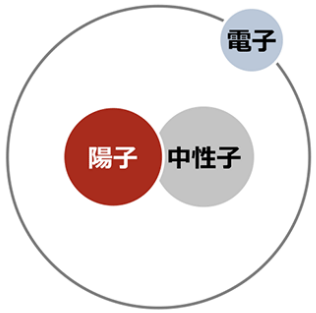
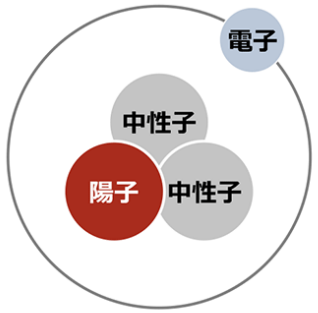
- 放出放射線：β線
- エネルギーが弱い：18.6KeV(最大)
  5.7KeV(平均)
- 半減期：12.3年
- 生体半減期：約10日(有機結合型トリチウムの
  それは約30日～45日滞留するとされている

今そこにあるリスク

最もリスクが低くなる方法は
（海洋放出）

風評被害(社会的リスク）への対策

専門家と社会科学者との連携

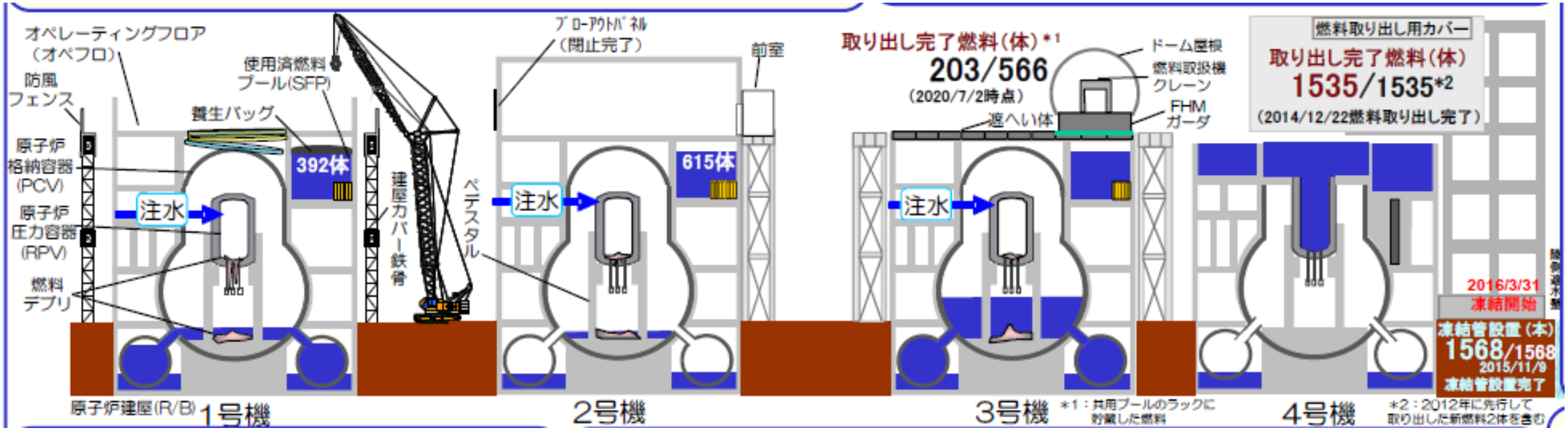
模式図			
原子核	陽子1つ	陽子1つ、中性子1つ	陽子1つ、中性子2つ
日本語名	軽水素 ※一般的な水素	重水素	三重水素
英語名	hydrogen ハイロドジェン	deuterium デューテリウム	tritium トリチウム
表 記	^{1}H または H	^{2}H または D	^{3}H または T

出典：「トリチウム水」って何？三菱総合研究所資料より

出所：東京電力ホールディングス「2017/6/28（水）「福島第一原子力発電所は、今」～あの日から、明日へ～（ver.2017.6）」（2018年6月12日閲覧）
http://www.tepco.co.jp/decommision/news/movie/index-j.html

炉内の状況、使用済み燃料プールからの燃料取出し

図は「廃炉・汚染水対策事チーム会合務局会議」資料より引用



1号機、2号機は未着手

線量低減、ガレキの片付け

作業時の放射性物質飛散防止

3号機使用済み燃料プールから燃料取り出し: 315体（2020年8月27日時点）

4号機は使用済み燃料プールから燃料取出し完了（2014年12月）

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/osensuitaisaku.html

デブリ取出し　（デブリ位置の確認）

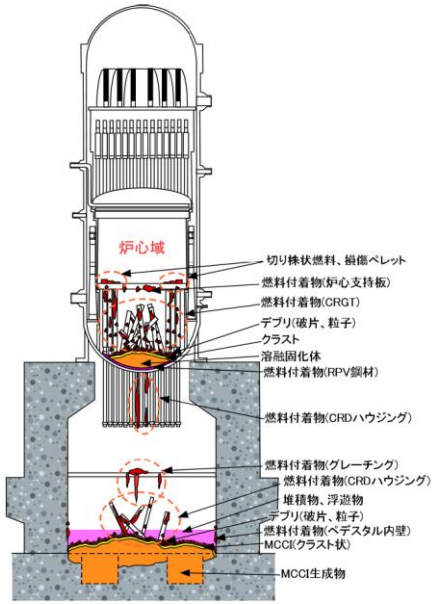
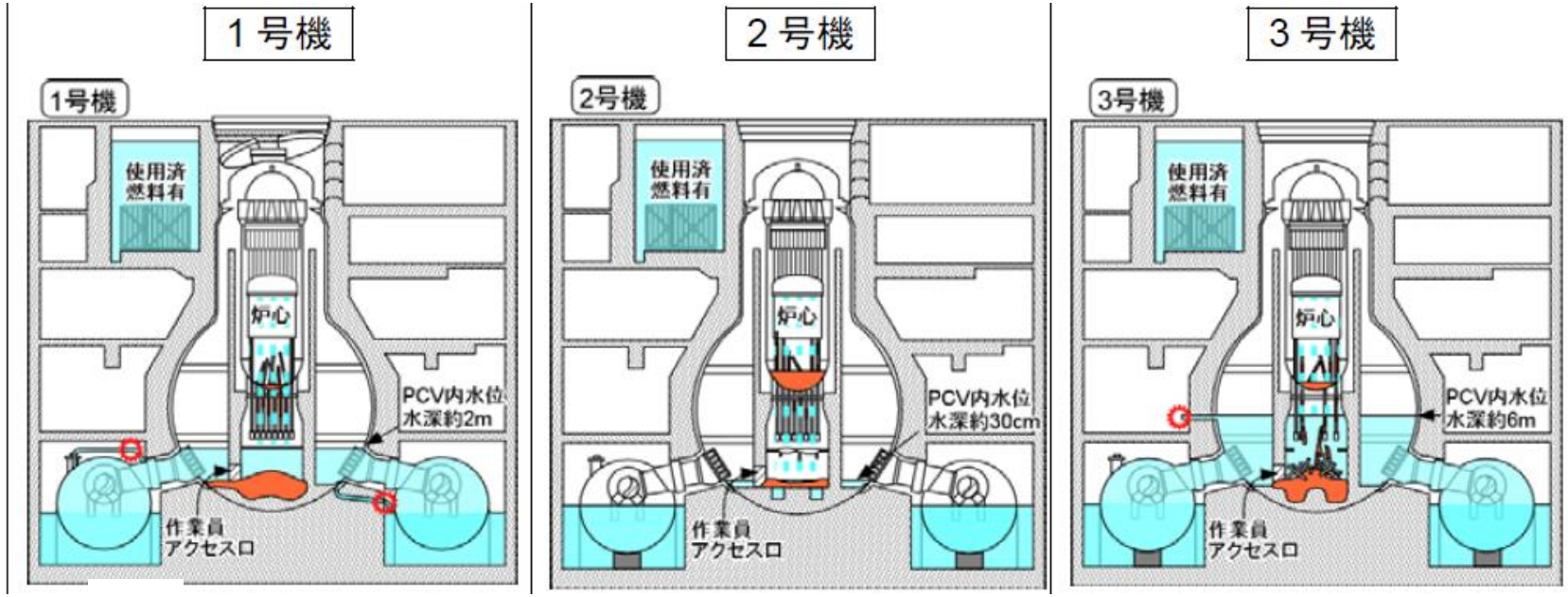


図 A6-1　福島第一原子力発電所で想定される PCV 内の状態

内部は水蒸気が充満

図は「廃炉・汚染水対策事チーム会合務局会議」、「１F廃炉のための技術戦略プラン(NDF)」より引用

現状



デブリの位置は解析コードによる推定
放射性セシウム(高い線量の大きな要因)は炉内(建屋内)の全般に飛散

現在は中の状況がどのようになっているか調べている段階(炉内調査)

ごく一部が確認できている

溶融燃料(デブリの推定存在量)

- 1から3号機の炉内には約880トンの溶融燃料(デブリ)が存在
- 全体概要把握できていない
- 極めて高放射能、高放射線

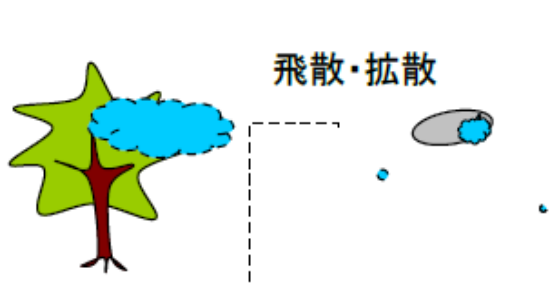
	1号機	2号機	3号機	合計
燃料集合体数(体)	400	548	548	1496
集合体重量(トン)	約120	約164	約164	約448
核燃料重量(トン)	約69	約94	約94	約257
推定デブリ重量重量(トン)	約279	約237	約364	約880

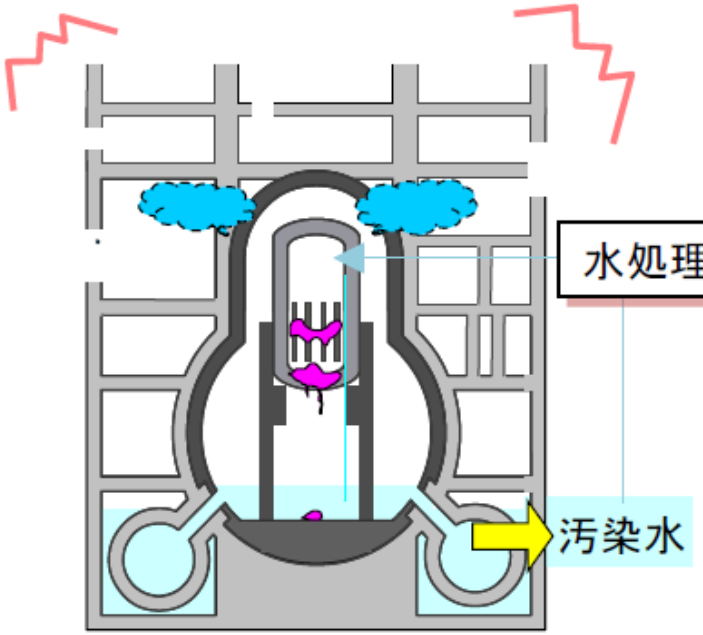
デブリ取出し時の課題

- デブリの存在場所の**全体像がつかめていない**（視認できていない）
- デブリの**性状・形態**（一様ではない）の把握; 種々の化学的、物理的形態
- デブリの**冷却、臨界管理**；いつまで継続が必要か？
- **どのように、どこから取り出すか**； 炉心横、上部からが取出し案となっているが最適な取出し方法は
- どれだけ取り出せるか； **全量取出しが可能か**
- 取出しに**長期間**かかるがその期間が未定
- 取出したデブリをどのように**処理、貯蔵、処分**するか；安定な長期貯蔵方策とは
- デブリ取出し時（切断時等）の放射性物質飛散防止対策、強放射線場、強放射能のデブリの扱い：**ホットセルの設置**が不可欠

地元の理解の醸成・地元との対話が不可欠 （廃炉関係者と地元間にはインターフェース（中立）が必要）

放射性廃棄物処理　（1F廃炉から発生する廃棄物）





瓦礫／伐採木等

瓦礫　伐採木　土壌

○物量が多く、広範囲に分布
○樹木、土壌は処理・処分実績が乏しい
○飛散・拡散による表面汚染が主で、一部が滞留水を通じた浸透汚染

デブリ取出しにより発生する廃棄物等

○物量が多く高線量物も多い
○現状ではアクセスが難しく、原廃棄物の採取が困難なものもある

水処理二次廃棄物

汚染水処理二次廃棄物　交換配管・貯槽等

○処理・処分実績が乏しい
○原廃棄物の採取が困難なものもある
○装置の特徴に応じて発生量や核種量の一部推定が可能

＊：放射化物、運転廃棄物由来のものが含まれる可能性がある。 https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/haikibutsu_re.html

放射性廃棄物処理の課題

(種類)

- **多種・多様**な廃棄物
- 高放射性のものから比較的放射性が低いものまで存在
- リスクも高いものから比較的低いものまで存在

(安定化)

- できるだけ早期に長期の保管に耐えられる安定な処理が必要

(法整備)

- **現行法制での対応：困難**
- 廃棄物の処理・処分にあたっては新たな法整備が不可欠
  (その整備を急ぐべき：**規制委員会との事業者の健全な連携**)
  (参考：オフサイトの除染、廃棄物に関する特措法)

https://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hairo_osensui/haikibutsu_re.html

エンドステート(最終的な姿）はどこか？

エンドステートの姿（IAEA Safety Guide)：

- 完全解体(規制基準から外しグリーンフィールドに戻す）
- 制限付き利用：放射線被ばくの安全基準を満たした上での制限付き利用
- 事故炉等の場合：放射線防護対策を施した上、そのまま埋設

1Fのエンドステート：　現状では提示することは困難(社会的、技術的に）

では？

中間ステートの提示

中間ステートの提示　（安全・安心を持ってもらうために）

中間ステート：顕在化しているリスクがひとまず安心できる状態

即ち、汚染水処理二次廃棄物やデブリを含めた廃棄物が安定な状態で長期間保管できる状態

中間ステート1：

- デブリを除いた廃棄物が安定、安全に長期間保管できる状態
- デブリについては現位置で安全（冷却、放射線遮蔽構造体の設置、放射性物質の漏洩防止）に維持できる状態

中間ステート2：

- デブリを炉心から取出し収納容器等に封入して長期間安全に保管管理できる状態

実施体制
一元的組織による実施

多機関、多組織が関係する複雑な体制

廃炉全体PJを統括するのは誰か、どこか？
（形式は別として）
最終的な実施責任者は？

国民へ明確化

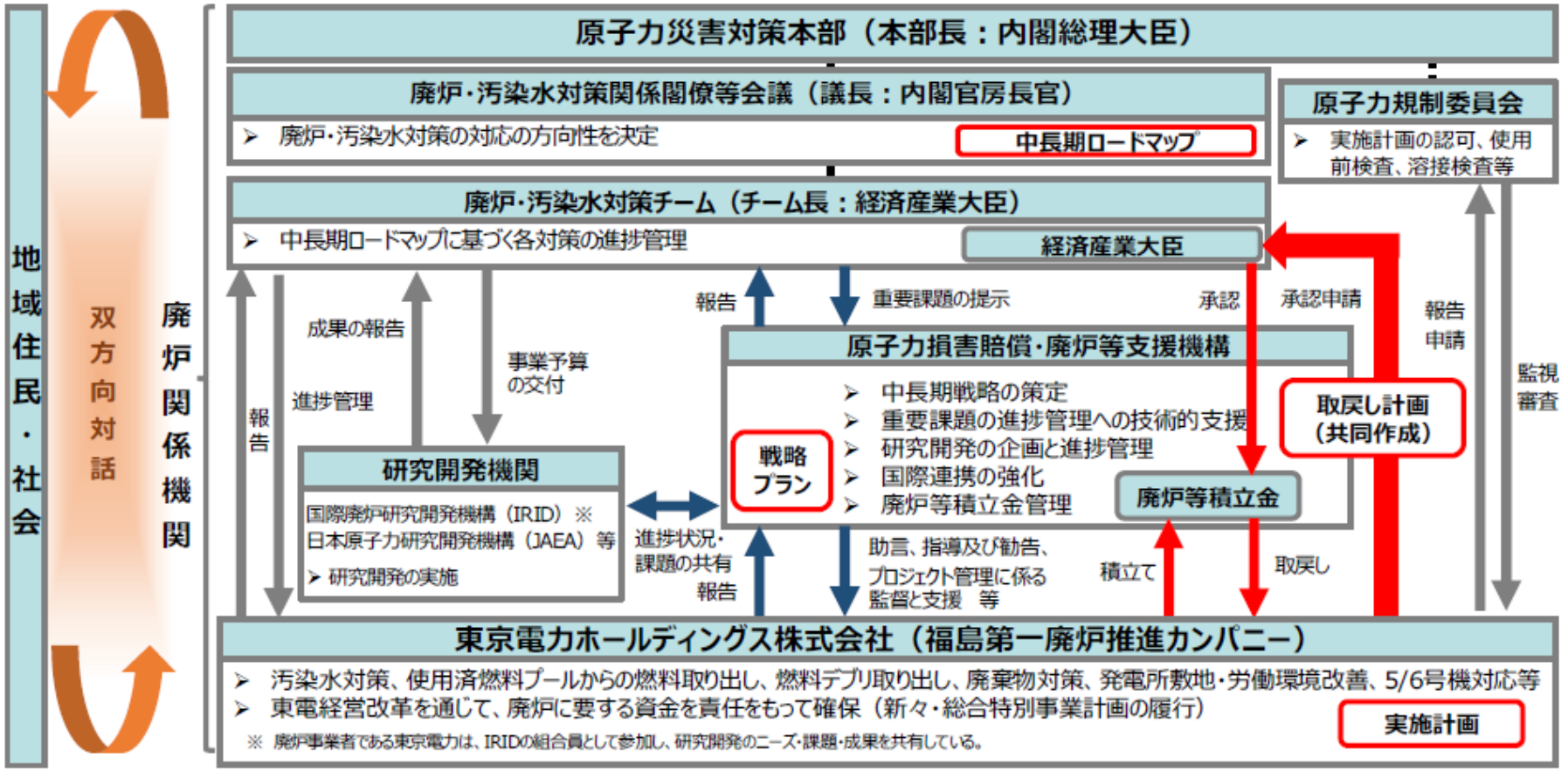


図１　福島第一原子力発電所の廃炉に係る関係機関等の役割分担

規制委員会との連携：
- ➢現行法制では対応が困難
- ➢合理的、効果的な法制度の整備が必要

図は「１F廃炉のための技術戦略プラン(NDF)」より引用

廃炉に向けた中長期ロードマップ

- 1.5～2年ごとに改訂（10年経たずして5回の改訂）
- その都度、当初の予定が遅延
- 見通しが甘かったのではないか
- 社会への発信としては廃炉が旨く進められているのか（社会の不信感）
- 地元住民にとってロードマップとは何か

表 5 「中長期ロードマップ」改訂におけるマイルストーンの変遷

	第 3 回改訂（2015 年 6 月 12 日）	第 4 回改訂（2017 年 9 月 26 日）	第 5 回改訂（2019 年 12 月 27 日）
①汚染水対策	・3 つの基本方針（汚染源を「取り除く」、汚染源に水を「近づけない」、汚染水を「漏らさない」）に従った汚染水対策の推進 ・2020 年内に滞留水処理完了を目指す	・基本方針に従って引き続き汚染水対策を推進 ・2020 年内、汚染水発生量を 150m^3/日程度に抑制 ・2020 年内に滞留水処理完了を目指す	・基本方針に従って引き続き汚染水対策を推進 ・2020 年内、汚染水発生量を 150m^3/日程度に抑制 ・2025 年内、汚染水発生量を 100m^3/日程度に抑制 ・2022 年度～2024 年度に滞留水処理完了を目指す
②使用済み燃料プールから燃料取り出し	1 号機：2020 年度内に燃料取り出しを開始 2 号機：2020 年度内に燃料取り出しを開始 3 号機：2017 年度内に燃料取り出しを開始 4 号機：2014 年 12 月に燃料取り出しが完了 5、6 号機：当面、使用済み燃料をプールで適切に保管	1 号機：2023 年度に燃料取り出しを開始 2 号機：2023 年度に燃料取り出しを開始 3 号機：2018 年度中頃より燃料取り出しを開始 4 号機：2014 年 12 月に燃料取り出しが完了 5、6 号機：当面、使用済み燃料をプールで適切に保管	1 号機：2023 年度、大型カバーを設置完了。2027 年度～2028 年度、燃料取り出しを開始 2 号機：2024 年度～2026 年度、燃料取り出しを開始 1～6 号機：2031 年内、燃料取り出しの完了を目指す

困難な作業である

1F廃炉の先研究会資料より一部抜粋

社会との情報・価値観の共有

- １Ｆについて**住民の不安**
  - １Ｆは今後どのようになるのか
  - 放射線に対する心配はないのか
  - 我々に安全・安心が与えられるのか

- **信頼感の構築**と社会との**情報・価値観の共有**

まず、　**「伝える」**　から　**「伝わる」**
（**本当に伝わったか**）

対話集会の例(富岡町)

（社会との情報・価値観の共有）何故困難なのか

- **専門家と地元とのすれ違い**
  - 廃炉は**難しい用語**が多い
  - **何を質問**すればいいかが分からない

    （専門外である地元の人では当然）

住民とのコミュニケーション無くして廃炉は進まない

- **住民は何を知りたいか、何を求めているのか？**

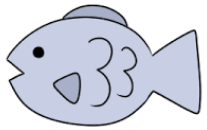
廃炉・汚染水対策評議会、福島県安全監視協議会などがあるが、**地域住民に伝わっているか**

対策例：

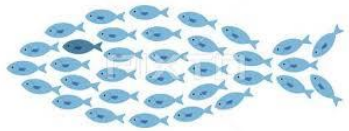
- **複数の自治体・コミュニティに対話パネルの設置（継続的）**

  （参加者：地域の代表者、参加希望者、行政、事業者、専門家）成熟すれば、Decision making にも参加）
- **廃炉関連機関、事業者と地元住民をつなぐコーディネータの設置（インターフェース役）**

TMIの例：関係者（一般市民含む）からなるパネルを設置（意思決定に意見する）



太平洋



海側

5、6号機

1～4号機

北側
双葉町

南側
大熊町

Thank you for your kind attention

中間貯蔵施設
（環境省）

中間貯蔵施設
（環境省）

山側

中間貯蔵施設
（環境省）

汚染水処理水タンク群

図は処理水ポータルサイト(東京電力)より