

福島第一原子力発電所事故の反省 をふまえた東京電力の取組

TEPCO

2021年4月6日

東京電力ホールディングス株式会社

原子力安全・統括部

福島第一原子力発電所事故により、発電所周辺地域のみなさまをはじめ、広く社会のみなさまに、大変なご迷惑とご心配をおかけしておりますことを、改めて心より深くお詫び申し上げます。

引き続き全社一丸となつて、「賠償の円滑かつ早期の貫徹」「福島復興の加速」「着実な廃炉の推進」「原子力安全の徹底」に取り組んでまいります。

本日は、主に、事故後から取り組んでまいりました原子力安全改革について、ご理解頂ければと思います。

昨今の当社原子力に関する一連の事案について **TEPCO**

柏崎刈羽原子力発電所において、「他人のＩＤカードの不正使用」、「７号機安全対策工事の一部未完了」、「核物質防護設備の機能一部喪失」（以下、一連の事案）など、当社原子力に関連する事案で地域の皆さまをはじめ、広く社会の皆さまに、大変なご心配をお掛けしておりますこと、重ねて深くお詫び申し上げます。

1. 7項目の遵守

2. 福島廃炉と復興

3. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた 当社の原子力安全改革

3-1 事故の反省と教訓

3-2 マネジメントモデルの導入

3-3 原子力安全改革の取組

(1) 設備の安全対策

(2) 不確実・未確定なリスク低減の取組み

(3) 監視組織の整備

(4) 緊急時対応力の強化

(5) 安全・業務品質の向上

(6) 伝承と風化防止

3-4 一連の事案

1. 7項目の遵守

【原子力事業者としての基本姿勢】

※ 柏崎刈羽原子力発電所保安規定より抜粋

- 二度と事故を起こさないことへの誓い
- 福島第一原子力発電所の廃炉はもとより、福島復興及び賠償を完遂
- 社長の責任のもと、原子力発電所の安全性向上を、終わることなく追求
- 地元の要請に真摯に向き合い、地元と対話を重ね、主体性を持って責任を果たす

① 廃炉・復興の完遂

② 安全性向上（柏崎刈羽）

③ 安全最優先

④ リスク低減

⑤ 自主的安全性向上

⑥ 社長の責任

⑦ 知見の一元的な把握

7つのお約束

2. 福島廃炉と復興

■ 地元地域との共生・福島復興の加速・地元企業とともに廃炉事業に取り組む お約束、および、福島第一の廃炉事業の中長期計画を2020年3月27日に公表

復興と廃炉の両立に向けた福島の方 さまへのお約束

- ・ よりオープンで透明な調達や地域の人財育成に積極的に取り組み、地元企業の皆さまと協力しながら、廃炉事業を進めていく。

廃炉中長期実行プラン2020

- ・ 「復興と廃炉の両立」の大原則のもと、地域及び国民の皆さまの御理解をいただきながら進めるべく、廃炉作業の今後の見通しについて、より丁寧にわかりやすくお伝えしていくことをめざす。

TEPCO

復興と廃炉の
両立に向けた
福島の方
さまへのお約束



東京電力ホールディングス株式会社

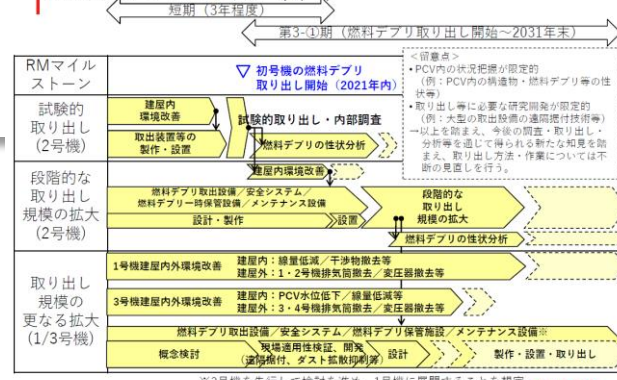
復興と廃炉の両立に向けた福島の方 さまへのお約束

ひらく	地域の皆さまにとって、 もっとひらかれた 廃炉の現場にしていきたいです
つくる	地域の一員として、 地域の未来づくりに 努めてまいります
やり遂げる	地域の安全・安心を 最優先に、廃炉事業を やり遂げます

本書の内容は、まずは福島第一原子力発電所を中心に組みながら、
その知見を踏まえ、福島第二原子力発電所にも拡大してまいります。

廃炉中長期実行プラン2020

燃料デブリ取り出し (4/4)



3. 福島第一原子力発電所事故を 踏まえた当社の原子力安全改革

2013年に公表した【原子力安全改革プラン】では、

反省

- 設計段階から外的事象を起因とする共通原因故障への配慮が足りず、全電源喪失により安全設備のほとんど全てが機能喪失した
- 海外の安全性強化策や運転経験の情報を収集・分析して活用したり新たな技術的な知見を踏まえたりする等の継続的なリスク低減の努力が足りず、過酷事故への備えが設備面でも人的な面でも不十分であった

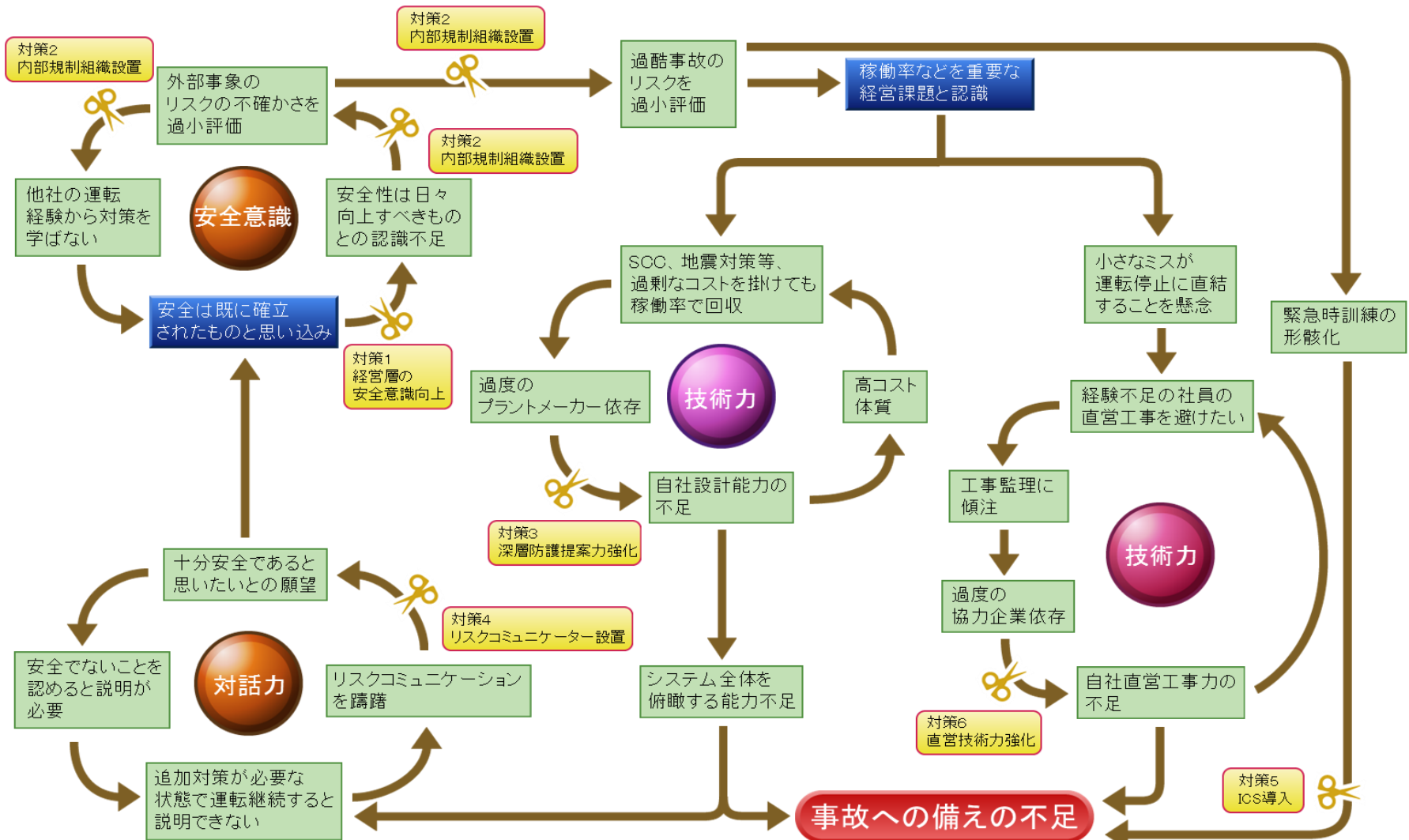
↓教訓として、

安全は既に確立されたものと思い込み、稼働率等を重要な経営課題として認識した結果、事故への備えが不足した

これらの反省と教訓を決して忘れることなく、継続的に原子力安全を高める取り組みを実施している。

一方、柏崎刈羽原子力発電所での一連の事案を踏まえて、福島の原因に立ち返り、改めておごりや過信、組織の縦割りといったことがなかったのか、これまでに我々が取り組んできたことが正しかったのか、根本的な原因を追究している

事故への備えが不足した“負の連鎖”の遮断

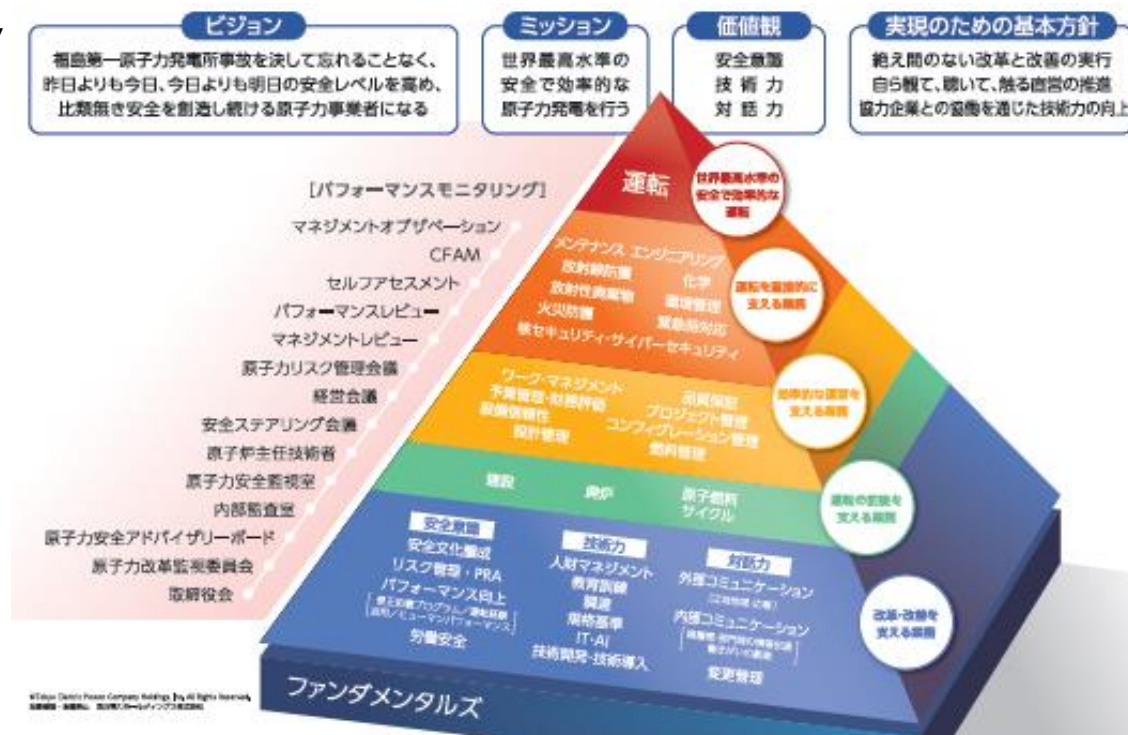


3-2 マネジメントモデルの導入

■ 2017年、福島第一原子力発電所事故の反省と教訓をまとめた原子力安全改革プランを継承したマネジメントモデルを整備

マネジメントモデルは・・・

- ・ 世界最高水準の安全と業務品質を達成するための「仕事の進め方」をまとめた文書
- ・ 原子力発電所の安全かつ効率的な運転を実現するために、業務プロセスのあるべき姿を明示
- ・ 仕事の本質的な意味を理解し、継続してカイゼンしていくための道しるべ



マネジメントモデル

原子力事業
廃炉事業

改革プラン

3-3 (1) 設備の安全対策

- 福島第一原子力発電所では、地震発生時に原子炉を「止める」と「冷やす」ことに成功したが、**津波によって電源等の安全上重要な設備が浸水し、「冷やす」機能を喪失した結果、炉心が損傷し、放射性物質を「閉じ込める」機能を喪失**
- 津波対策、電源強化、冷却機能強化、放射性物質拡散防止などの安全対策を実施

1 事故概要

津波による電源喪失

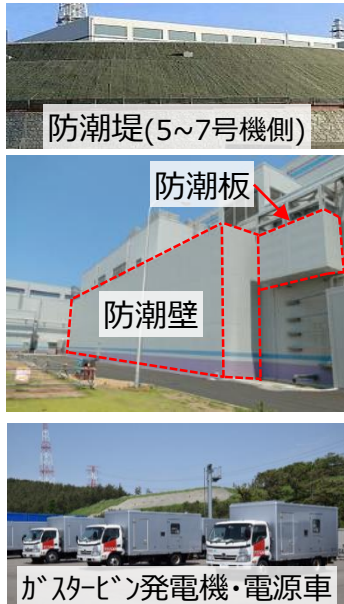
『冷やす機能』を喪失

炉心損傷

『閉じ込める』機能を喪失

放射性物質
大量放出

津波対策・電源強化



【防潮堤】

- ・想定津波高8.3mに対し、敷地高12m+防潮堤3mの計15mを確保

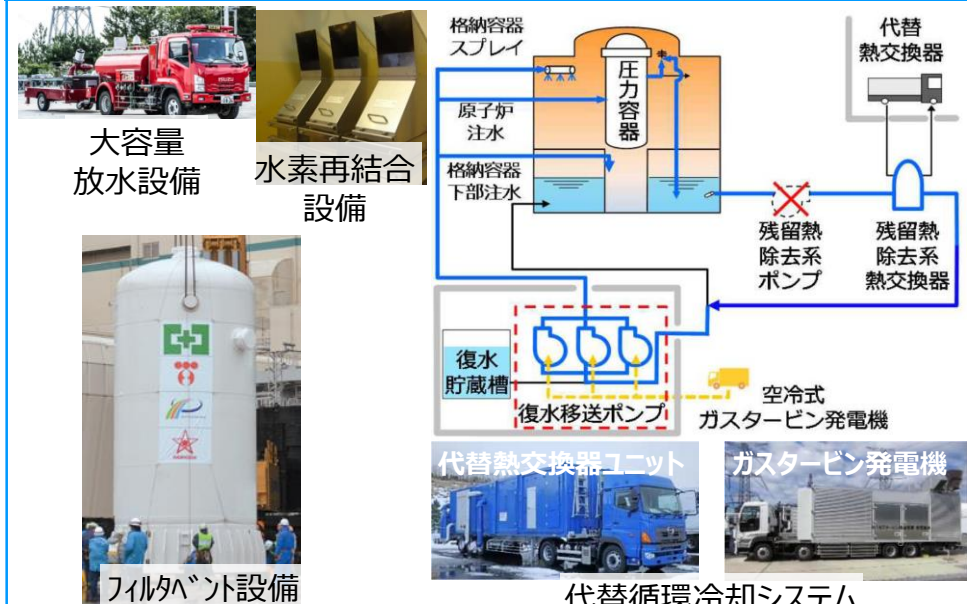
冷却機能強化



【高圧代替注水系設備】

- ・事故を踏まえて、新規規制施行前に設計開始。運転に電源不要な設備を既設設備より高所に設置

放射性物質拡散防止



【フィルタベント設備】

- ・海外の導入事例等を調査し、**自社開発を実施**(内製化による技術力向上)
- ・放射性物質を99.9%以上除去

【代替循環冷却システム】

- ・**ベント無しの事故対応を実現**するため、新除熱システムを独自に考案
- ・その有用性が認められ、KK審査以降、**新知見として新たに規制化**

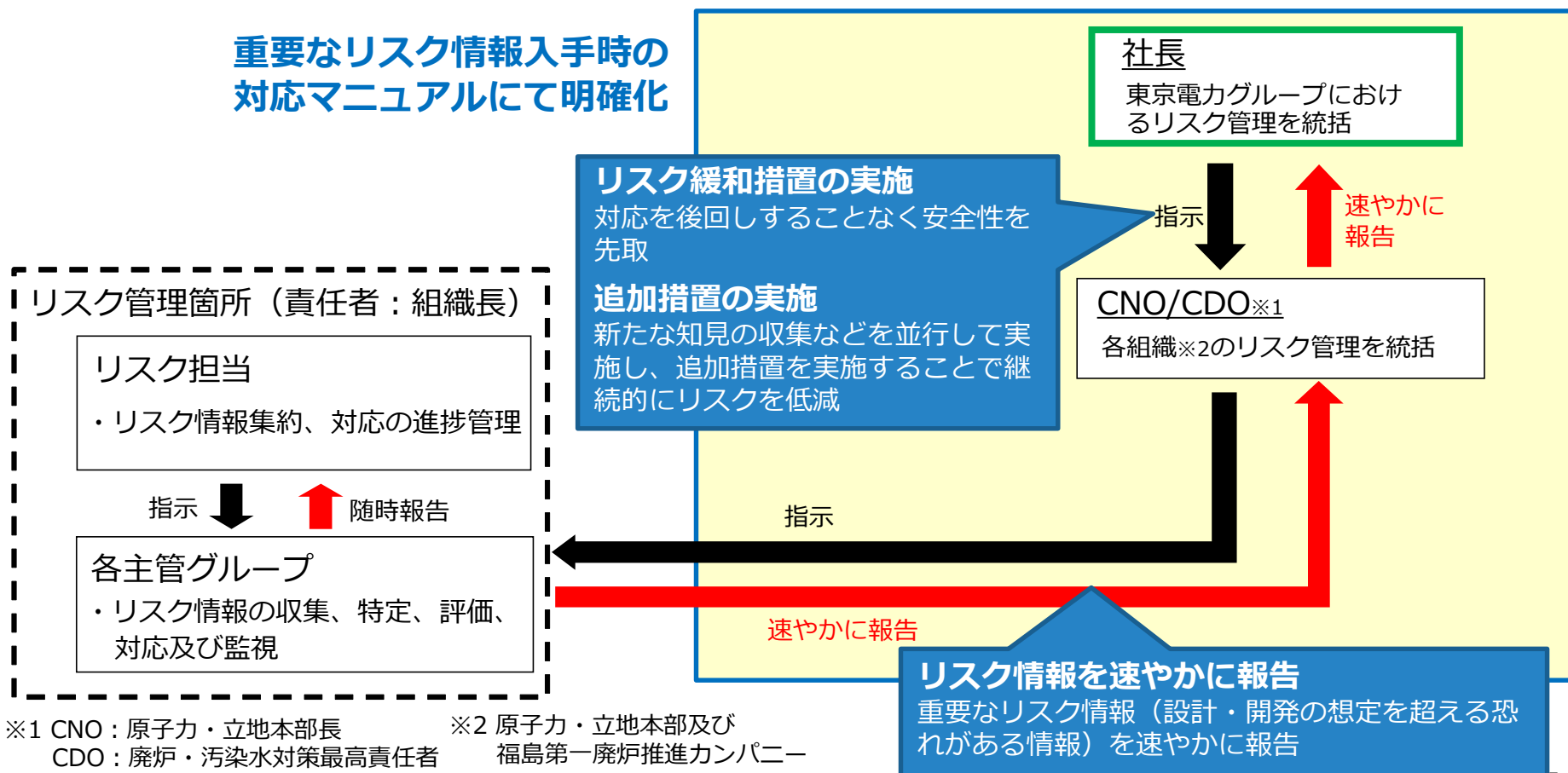
〈柏崎刈羽原子力発電所の安全対策（主な設備）〉

3-3 (2) 不確実・未確定なリスク低減の取組み

- 福島第一原子力発電所事故から得た教訓を、原子力・立地本部及び福島第一廃炉推進カンパニーのリスク管理業務に反映し体制を構築
- 重要なリスク情報は速やかに社長まで報告し、原子力安全がそれ以外の事由※により損なわれることがないよう、安全を最優先してリスク緩和措置及び追加措置を決定

※ 例えば、コスト、工期等によって原子力の安全が損なわれないこと

重要なリスク情報入手時の 対応マニュアルにて明確化

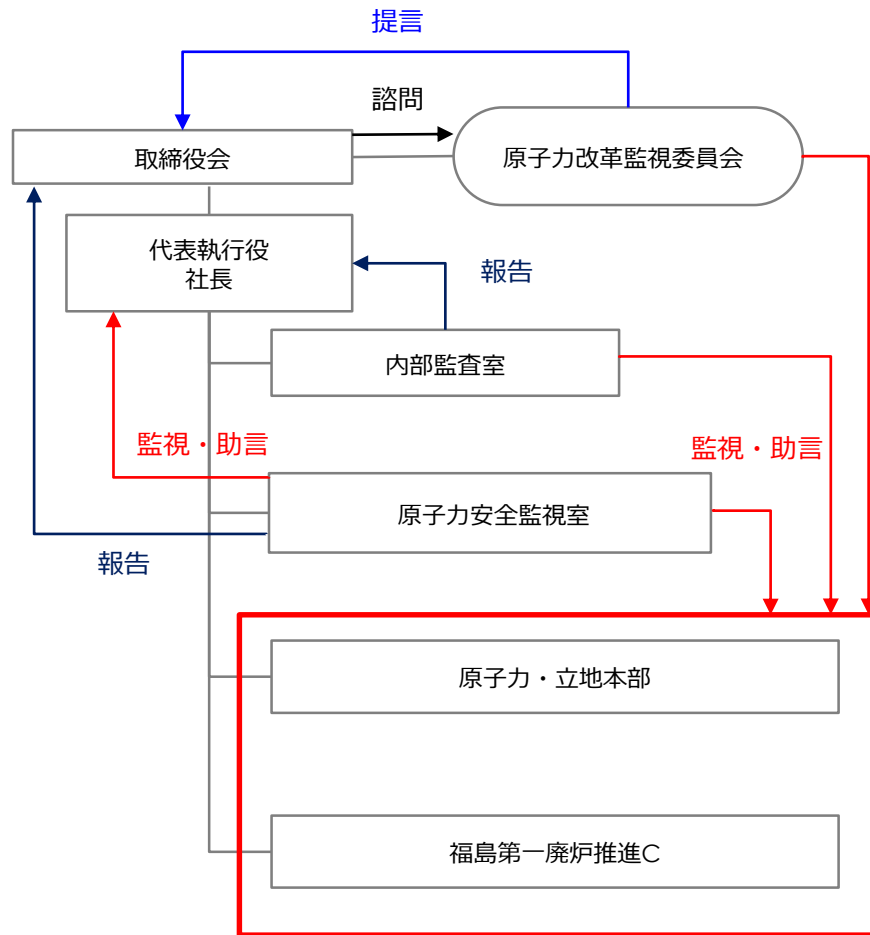


※1 CNO：原子力・立地本部長
CDO：廃炉・汚染水対策最高責任者

※2 原子力・立地本部及び
福島第一廃炉推進カンパニー

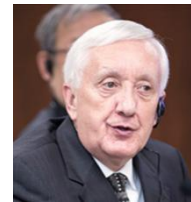
3-3 (3) 監視組織の整備

- 原子力安全の監視義務を負っている取締役会の諮問機関として原子力改革監視委員会、社内組織として取締役会を補佐するために原子力安全監視室を設置



原子力改革監視委員会（社外：2012.9 設置）

国内外の専門家から構成され、この監視・監督の下、改革を推進する体制を整備



委員長
デール・クライン 氏
元米国原子力規制委員長



委員
櫻井 正史 氏
元国会事故調査委員会委員



委員
大西 正一郎 氏
東京電力HD(株)取締役
(2021.3現在)

原子力安全監視室（社内：2013.5 設置）

経営層や原子力リーダーは、独立監視組織としての同室からの提言・助言を踏まえ、安全意識向上に勤める

3-3 (4) 緊急時対応力の強化

5

自主的安全性向上



TEPCO

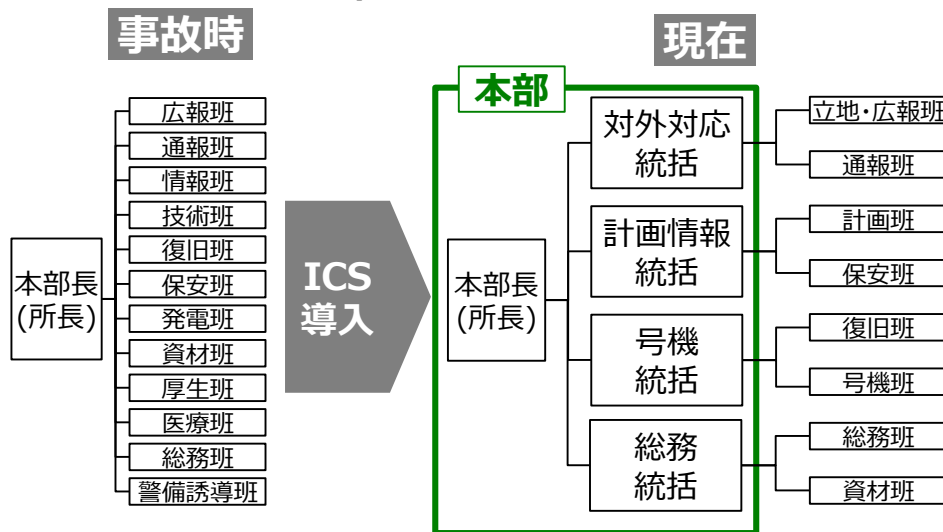
- 福島第一原子力発電所事故時の教訓を踏まえ、**緊急時の組織及び運用を見直し**
- **多様且つ判断難易度の高いシナリオでの訓練を繰り返し日々実施**
- 協力企業等の外部支援に頼らずに、**当社社員が自ら対応できるよう現場力を強化**

緊急時対応力強化に係る主な取組

	事故の教訓	安全対策
組織	発電所長がほとんどの判断を実施	発電所長は重大な意志決定に集中 (所長の下で統括に権限委譲)
	外部からの問合せや指示による混乱	社外との対応は原則本社で対応。さらに、本社は発電所の活動支援に徹することを明確化
訓練	過酷事故が想定外の形式的訓練 ・シナリオ事前開示 ・総合訓練:1回/年	多様且つ判断難易度の高いシナリオの訓練を繰り返し実施 ・シナリオ非開示 (ブラインド) ・複数プラント同時被災等を考慮 ・総合訓練: 91回※ (1回/月) ・個別訓練: 15,012回※
現場対応	事故時対応に必要な技能を持つ社員が不足	社員だけで初期対応できる現場力 ・原子炉等への注水 ・電源車等による電源確保 ・アクセスルートのがれき撤去、等

※2013～2020.1Q KK実績

緊急時組織の改編 (発電所)



現場力の向上 (個別訓練)



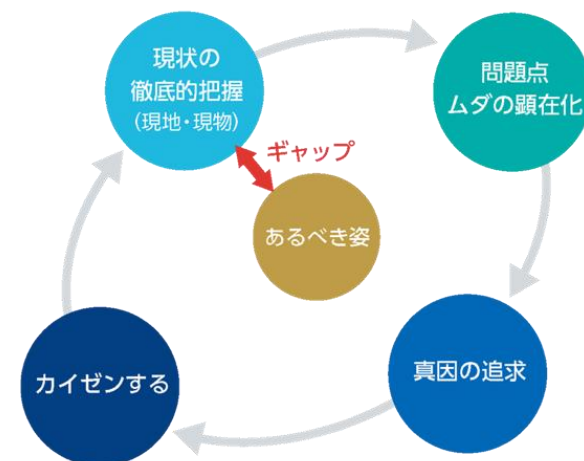
3-3 (5) 安全・業務品質の向上

5 自主的安全性向上

1 2 3
4 6 7

TEPCO

- “カイゼン”の手法を用い、マネジメントモデルの「絶え間のない改革と改善」を具現化
- 現地に赴き、現物を観察し、現状を徹底的に把握することを起点とし、問題点の真因を追及
- 活動により、現場や作業を熟知し自ら必要な作業を行うことで、高い技術力を持った人財を育成
- 社外専門家の指導を受けるとともに、他部門や他産業の良い事例を積極的に取り入れ



<カイゼン事例>

遠隔操作による排気筒の解体

- ・世界初の工事を地元企業と一体で実現
- ・廃炉事業で欠かせない遠隔技術の蓄積



社員による非常用ポンプの分解点検

- ・簡易な作業から大型ポンプ分解へ展開
- ・社員が機器の構造を深く理解し、実施



ドラム缶運搬の安全性向上、被ばく低減

- ・当社社員と協力企業がチームで検討
- ・グループ企業の好事例活用



3-3 (6) 伝承と風化防止

- 福島第一原子力発電所事故の当事者として、事故の事実と教訓を学び、福島への責任完遂と安全文化構築のため、経営層を含む全社員を対象に研修を展開

■ 「福島原子力事故の事実と教訓を伝える全社員研修」の実施（2018年7月～）

- ・ 研修目的
 - ・ 事実に基づく正しい説明、経験伝承と気づきを促す
車座対話、行動宣言
- ・ 研修内容
 - ・ 自分の言葉で事実・教訓を語れる。福島への責任を
果たし抜くことを約束し合う



■ 研修施設・プログラムの見直し

- ・ 安全文化の3層モデルに着目し、研修施設やプログラムを見直し。
- ・ 研修施設は、情報量を増やし映像等を活用する事で、将来に残す事実と教訓をわかりやすく展示（充実したアーカイブの構築）。
- ・ 安全意識が議論を通じて自らの胸に湧くよう、これまでの研修（車座2,400回）で蓄積した講師のノウハウをプログラムに反映。

■ 今後の展開

- ・ 研修成果を一過性に留めず、311全社行事、日常職場活動などと有機的に連動させPDCAサイクルを回す。管理職は、あらゆる場を活用し、組織・各メンバーの行動宣言が実践・深化するよう指導。
- ・ 2020年10月より、新たな施設・プログラムでの研修を開始。

● IDの不正使用

2020年9月20日、当社社員Aが無断で持ち出した同僚（社員B）のIDカードを使用し、周辺防護区域及び防護区域を通過し中央制御室へ入域した。防護区域の出入口にて認証エラーが複数回発生したが、社員警備員Cは監視モニター越しの本人確認しか実施せず、個人情報の登録し直しを委託警備員に指示したことにより入域を許すこととなった。

■ 原子力規制委員会にて「重要度評価：白」と確定

● 核物質防護設備の機能の一部喪失

2021年1月27日、侵入検知に関わる核物質防護設備を一箇所誤って損傷。これに関連して、侵入検知設備の故障状況等について、以下が明らかとなった。

- ・ 故障している侵入検知設備について代替措置が不十分であること
- ・ 故障している侵入検知設備について復旧まで長期間を要していること

■ 原子力規制委員会にて「重要度評価：赤」、「対応区分：第4区分」と確定

一連の事案について、**直接原因や根本的な原因の特定、安全文化および核セキュリティ文化要素の劣化兆候（第3者により実施された評価を含む）を特定し、その内容を踏まえて、改善措置活動の計画を定め、2021年9月23日迄に原子力規制委員会に報告を行う。**

- 一連の事案が起きている状況から、福島第一原子力発電所事故を原点としたこれまでの取り組みが十分ではなかった面もあると考えており、まずは、徹底的に原因を究明した上で、現場任せにせず、組織全体の立て直しを図る
- 取り組みにあたっては、福島第一原子力発電所のような重大な事故を二度と起こさないという想いを改めて共有するとともに、本社と発電所が一体となって組織文化も含めた課題抽出を行い、迅速な意思決定のもと、組織の課題を解決する

私たちは、「福島第一原子力発電所事故を決して忘れることなく、昨日よりも今日、今日よりも明日の安全レベルを高め、比類無き安全を創造し続ける原子力事業者になる」という決意の下、外部からの客観的な評価を真摯に受け止め、引き続き原子力安全改革に取り組んでまいります。

参 考

【原子力事業者としての基本姿勢】

社長は、福島原子力事故を起こした当事者のトップとして、二度と事故を起こさないと固く誓い、福島第一原子力発電所の廃炉はもとより、福島復興及び賠償をやり遂げる。

社長の責任のもと、当社は、福島第一原子力発電所の廃炉をやり遂げるとともに終わりなき原子力発電所の安全性向上を両立させていく。

その実現にあたっては、地元の要請に真摯に向き合い、決して独りよがりにはならず、地元と対話を重ね、主体性を持って責任を果たしていく。

1. 柏崎刈羽原子力発電所を運転する事業者の責任として福島第一原子力発電所の廃炉を主体的に取り組み、やりきる覚悟とその実績を示す。
2. 福島第一原子力発電所の廃炉に必要な資金を確保した上で、柏崎刈羽原子力発電所の安全性を向上する。
3. 原子力発電所の運営は、いかなる経済的要因があっても安全性の確保を前提とする。
4. 不確実・未確定な段階でも、リスクを低減する取組を実施する。
5. 規制基準の遵守にとどまらず、自主的に原子力発電所のさらなる安全性を向上する。
6. 社長は、原子炉設置者のトップとして原子力安全の責任を担う。
7. 社内の関係部門の異なる意見や知見を一元的に把握し、原子力発電所の安全性を向上する。

※ 柏崎刈羽原子力発電所保安規定より抜粋

3-2 (2) 不確実・未確定なリスク低減の取組み

対応例：内閣府「日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震モデル検討会」による津波評価

社長への報告事項：

事象が発生した場合の影響 （例示：日本海溝・千島海溝津波の影響）

【福島第一】津波高さが防潮堤高さを超過、敷地内へ海水が浸入することで、燃料デブリ冷却機能喪失・事象進展

【福島第二】津波が一部敷地内に浸水するが、燃料冷却機能を喪失するものではない



指示

リスク緩和措置の実施

【福島第一】

- ・注水や滞留水移送などを実行するにあたり必要な追加資機材配備
[2020年度：配備済]
- ・滞留水移送に関する訓練 [2020年度：開始済(継続実施)]

追加措置の実施（追加情報に基づく対応）

【福島第一】

- ・既設の千島海溝津波防潮堤の補強 [2020年度：実施中]
- ・日本海溝津波防潮堤の新設
[2020年度：詳細検討中, 2021～2023年度：実施予定]

【福島第二】

- ・津波による放射性物質及び危険物の流出可能性がないことを確認
[2020年度：実施済]



指示

追加措置の実施 （追加情報の収集）

【福島第一及び福島第二】

初期情報では不確かであった津波により浸水するエリア等を明確化

- ・内閣府の波源モデル入手
- ・詳細な地形データ作成
- ・津波シミュレーション（津波再評価）
[2020年度上期：実施済]



指示

3-2 (2) 不確実・未確定なリスク低減の取組み

参考. 日本海溝・千島海溝津波に対する防潮堤の設置

※旧検潮所付近の最高水位

津波規模

アウターライズ津波

T.P.4.1m

千島海溝津波

T.P.10.3m

日本海溝津波 New

T.P.11.8m

対応方針

切迫した津波への備え

- ・ 浸水を抑制し、津波の建屋流入に伴う滞留水の増加防止
- ・ 重要設備の津波被害を軽減することにより、1F全体の廃炉作業が遅延するリスク（プロジェクトリスク）を緩和
- ・ 早期に実現可能な対策を優先

具体的実施事項

- ・ アウターライズ津波防潮堤
- ・ 千島海溝津波防潮堤
- ↓
- ・ 千島海溝津波防潮堤補強
- ・ 『日本海溝津波防潮堤』を新設し全体を包絡

日本海溝津波
防潮堤

千島海溝津波
防潮堤 補強

浸水抑制

廃炉設備
被害軽減

滞留水
増加なし

越流しない

T.P.+8.5m盤

海

山

※1-4号機断面イメージ



千島海溝津波防潮堤のL型擁壁の据付
(2020年9月25日完了)

3-2 (2) 柏崎刈羽原子力発電所の安全対策への反映

事故の当事者として事故の全容を解明するため、「未確認・未解明事項の調査・検討」を2013年から実施し、得られた知見は公表すると共に、柏崎刈羽の安全対策に反映してきている

福島第一の廃炉の進捗に伴って、今後も新たな知見が得られれば、その都度検討を行い、柏崎刈羽の安全対策などに反映していく

公表実績

	第1回進捗報告	第2回進捗報告	第3回進捗報告	第4回進捗報告	第5回進捗報告
公表日	2013年12月13日	2014年8月6日	2015年5月20日	2015年12月17日	2017年12月25日
主な調査・検討項目	・津波の建屋侵入による電源喪失 ・地震時の1号機R/Bの出水源 ・代替注水系の廻り込みによる注水不足 ・3号機HPCIの機能喪失時期等	・RCICによる原子炉注水機能喪失 ・3号機HPCIの機能喪失時期 ・2号機強制減圧後の炉圧上昇 ・代替注水系の廻り込みによる注水不足等	・2号機PCVベントの成否 ・3/20の敷地内線量上昇 ・GOTHICコードによる2号機事故進展の推定 ・CAMSデータによる2号機事故進展の推定等	・SRV動作不良 ・溶融燃料の炉心下部への移行挙動 ・S/C温度成層化 ・ペDESTALに落下した溶融炉心によるRCW系配管損傷等	・燃料デブリ分布の推定 ・PCVトップヘッドフランジからの水素ガス漏えい（1号機R/B水素爆発の解析） ・2号機の炉心損傷・溶融の進展時の原子炉水位等

R/B：原子炉建屋、HPCI：高圧注水系、RCIC：原子炉隔離時冷却系、PCV：原子炉格納容器、CAMS：格納容器雰囲気モニタ系
SRV：逃がし安全弁、S/C：圧力抑制室、RCW：原子炉補機冷却系

3-2 (2) 柏崎刈羽原子力発電所の安全対策への反映

設備などのハード面、運用や教育・訓練などのソフト面での対策を実施

代替注水系の廻り込みによる注水不足

- 消防車による原子炉注水を試みたが、他系統分岐している箇所の隔離が不十分であり、原子炉への注水量を十分に確保できなかった。

【柏崎刈羽の安全対策例】

- ✓ ハード：代替注水系の流路に新たに「負荷遮断弁」を設置することで、廻り込みを防止
- ✓ ソフト：代替注水系を使用する際の隔離手順を制定



負荷遮断弁

原子炉水位計機能喪失

- 炉心の露出により原子炉水位計の凝縮槽及び計装配管内の水が蒸発し、正確な原子炉水位を指示しなかった。

【柏崎刈羽の安全対策例】

- ✓ ハード：凝縮槽廻りへ温度計を設置し、「気相部」と「液相部」の温度差により凝縮槽の機能が健全であることが確認可能
- ✓ ソフト：温度差が減少した場合は、「原子炉水位不明」と判断するように手順を追加

RCICによる原子炉注水機能喪失

- 直流電源が喪失した後もRCICによる原子炉注水は継続されていたが、適切な原子炉注水制御ができていなかった

【柏崎刈羽の安全対策例】

- ✓ ハード：直流電源設備の増強、RCIC排気圧力高トリップ設定値の見直し
- ✓ ソフト：ブラックスタート手順の制定



直流125V電源盤

3-3 (5) 安全・業務品質の向上

- 全体として、高グレードの不適合件数は減少傾向にあるものの、ヒューマンエラーが継続的に発生
- 廃炉カンパニーでは、不適合事例の分析より、弱みである事前のリスク抽出の強化と再発防止の徹底を実施中
- 立地本部においては、重点事項として運転員の力量向上等の体制整備を実施中

<廃炉カンパニーの取り組み>

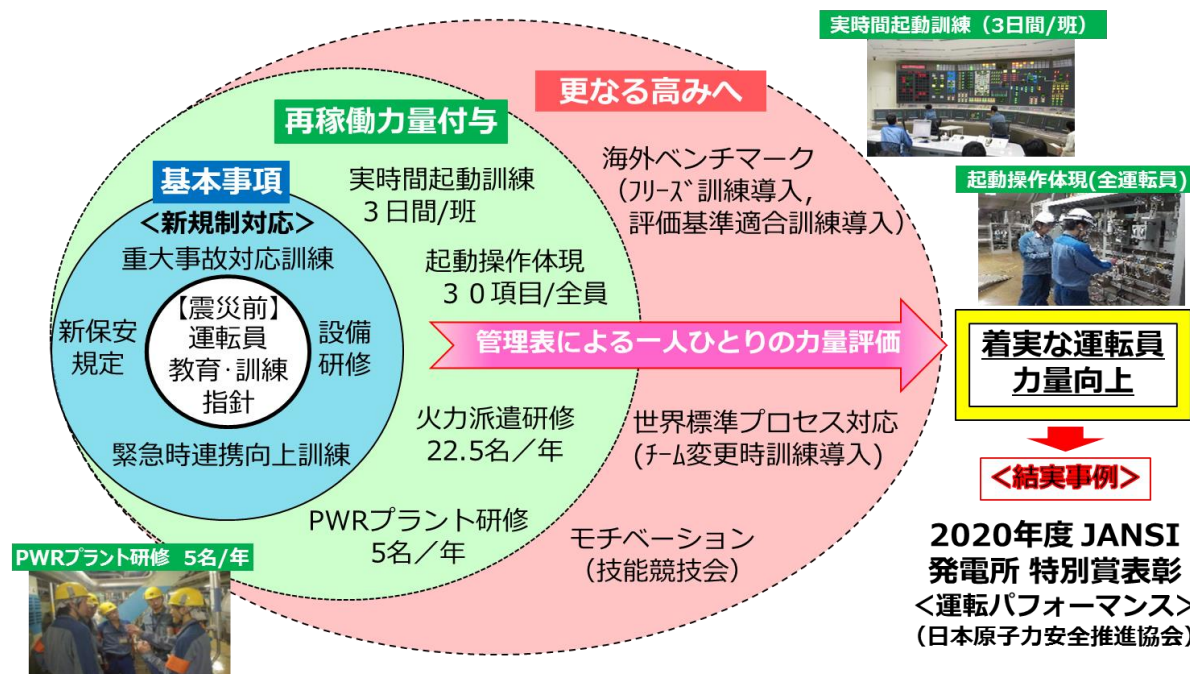


協力企業への出張MO研修



スマートグラスによる分析作業
(IT等の自動化を導入)

<立地本部の取り組み>



3-4 一連の事案（概要）

※ 安全上の重要度は、原子力施設の安全確保に対する劣化程度に応じて「赤」「黄」「白」「緑」に区分

赤：「安全確保の機能又は性能への影響が大きい水準」

白：「安全確保の機能または性能への影響があり、安全裕度の低下は小さいものの、規制関与の下で改善を図るべき水準」

※ 2 対応区分は、検査指摘事項の重要度評価及び安全実績指標の分類に応じて、「第1区分」「第2区分」「第3区分」「第4区分」「第5区分」に区分

第4区分：各監視領域における活動目的は満足しているが、事業者が行う安全活動に長期間にわたるまたは重大な劣化がある状態