

柏崎刈羽原子力発電所6号及び7号炉審査資料	
資料番号	KK67-0118
提出年月日	平成28年9月2日

柏崎刈羽原子力発電所 6号及び7号炉

添付書類五に対する福島第一原子力発電所事故の 知見取り込みの考え方について

平成28年9月

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

福島第一原子力発電所事故の原因及び教訓の抽出プロセス(骨子) **TEPCO**

インプット条件

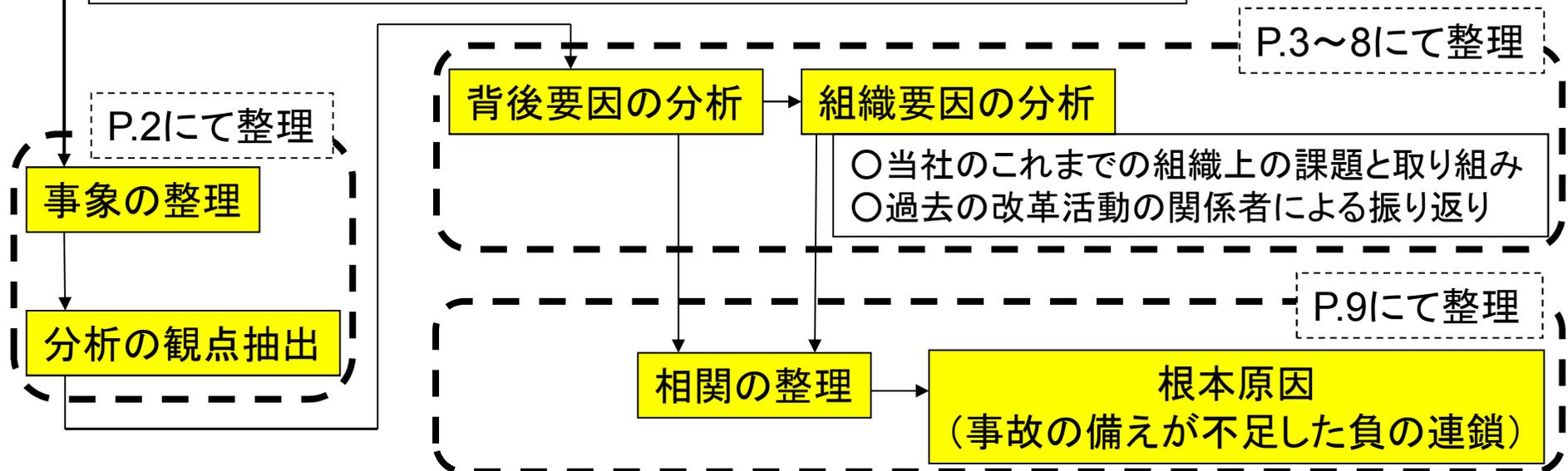
○福島原子力事故調査報告書(社内事故調)

- ・運転データ
- ・インタビュー

○各種報告書

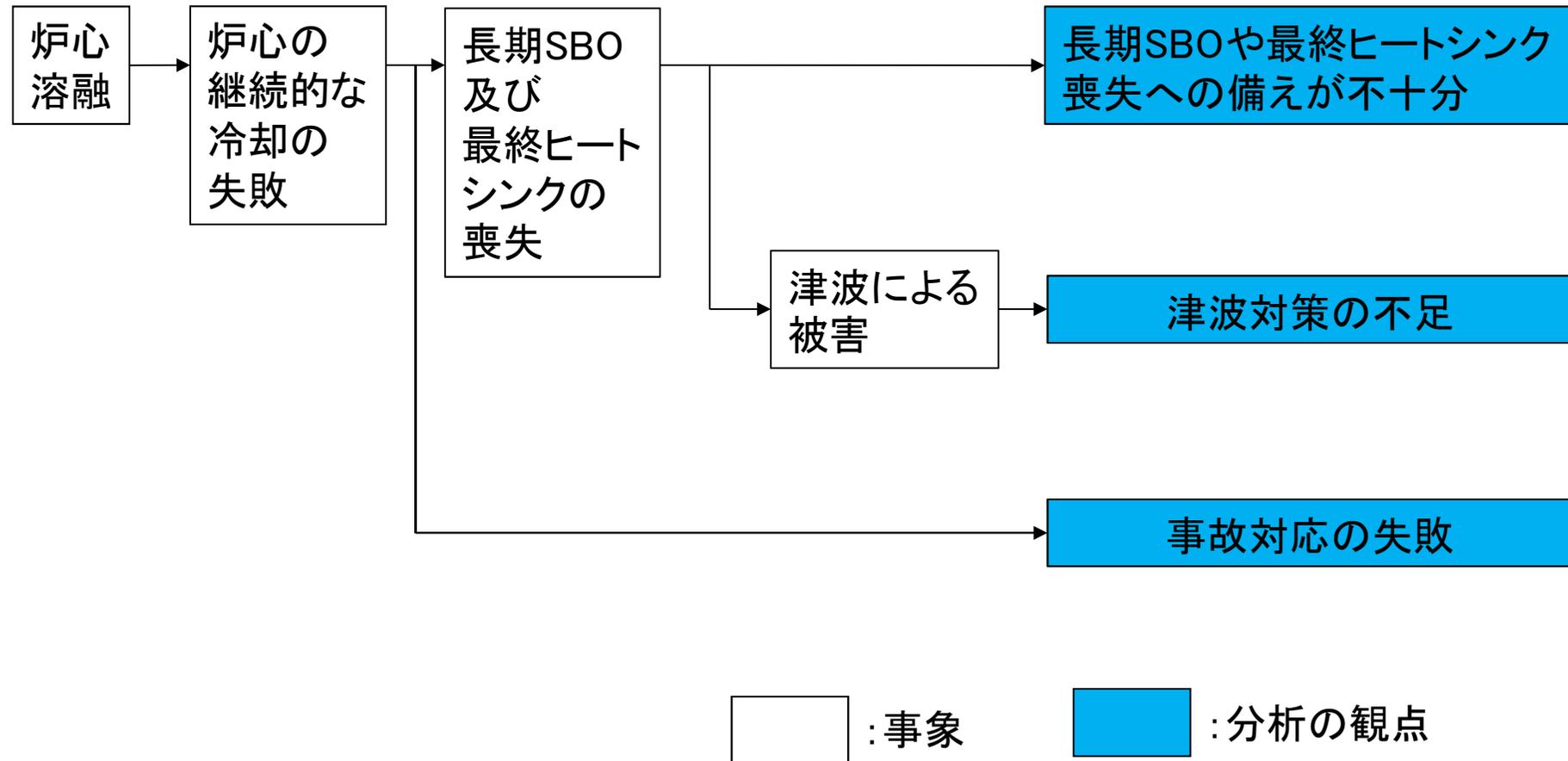
- ・東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 最終報告(政府事故調)
- ・東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書(国会事故調)
- ・東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について(原子力安全・保安院)
- ・Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station(INPO)
- ・福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書(民間事故調)
- ・「福島第一」事故検証プロジェクト最終報告書(大前研一)

○追加インタビュー



分析の観点(直接原因)の抽出

炉心溶融に至った要因を整理し、分析の観点(直接原因)を抽出



分析の観点(直接原因)	抽出された問題
<p>長期SBOや最終ヒートシンク喪失への備えが不十分</p>	<p><問題点></p> <ul style="list-style-type: none"> ①: 旧原子力経営層は、過酷事故の発生を経営リスクと捉えず、継続的に安全性を高めていく活動を重要な経営課題として明示していなかった。 ②: アクシデントマネジメント策を規制要件とすることに対し、当社を含む電気事業連合会は、国に対し強く反対していた。 ③: 発電所における原子炉安全に関する組織が弱くなっていた。 ④: 外的事象に対する確率論的リスク評価(PRA: Probabilistic Risk Assessment)の手法開発に時間が掛かった。 ⑤: テロ対策関連の情報を捉えることができなかった。 ⑥: 9・11 テロを見て、自ら対策を実施するに至らなかった。 ⑦: 深層防護の観点での対策の発想がなかった。 ⑧: 海外の運転経験の調査を、的確に安全性の向上対策に活かすことに消極的であった。 ⑨: 運転経験情報検討手順が教訓を拾い上げにくいプロセスになっていた。 ⑩: 規制当局の判断に依存し、自ら深く考察して問題を発見する姿勢が不足していた。 <p><根本原因: 過酷事故対策の不備></p> <p>過去の判断に捉われて全電源喪失等により過酷事故が発生する可能性は十分小さく、さらに安全性を高める必要性は低いと思い込んだ結果、過酷事故対策の強化が停滞した。</p>

分析の観点(直接原因)	抽出された問題
津波対策の不足	<p><問題点></p> <p>①: 津波という不確かさが大きな自然災害に慎重に対処するという謙虚さが不足した。</p> <p>②: 法令や規格・基準を満たしていれば十分とし、規格・基準を超えて自ら慎重にリスクを検討する力が欠けていた。</p> <p>③: 原子力の設計では保守的に判断することが一般的であるが、新しい知見・見解の取り入れに対しては消極的であった。</p> <p>④: 防潮堤による津波防止対策は考えるが、原子力災害が発生した後の緩和策という柔軟な考えに至らず、実効性があり迅速に適用できる対策を採用できなかった。</p> <p>⑤: 完璧に津波の影響を封じることができる対策でないと、立地地域及び規制当局のみなさまに納得してもらえないと思いこんだ。</p> <p><根本原因: 津波対策の不備></p> <p>知見が十分とは言えない津波に対し、想定を上回る津波が来る可能性は低いと判断し、自ら対策を考えて迅速に深層防護の備えを行う姿勢が不足していた。</p>

分析の観点(直接原因)	抽出された問題
<p>事故対応の失敗</p>	<p><問題点></p> <ul style="list-style-type: none"> ①: 発電所緊急時対策本部は、ドライウェル圧力が異常に高いことを確認した3月11日深夜までの間、非常用復水器は作動していると考えていた。 ②: 発電所緊急時対策本部の幹部メンバーは1号機よりも2号機の方が危機的状況にあると考えていた。 ③: 発電所緊急時対策本部の幹部メンバーは、各号機の必要な復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。 ④: 発電所緊急時対策本部長は、高圧注水が可能なほう酸水注入系の電源復旧を最優先と考えた。 ⑤: RCIC機能喪失から代替注水(消防車)開始まで時間がかかった。 ⑥: 消防車による注水を開始したと考えていたが、燃料切れで停止していた。 ⑦: HPCI以外の高圧注水設備(ほう酸水注入系)が復旧できなかった。 ⑧: HPCIを手動停止した。 ⑨: 低圧注水(D/D FP または消防車)に移行するまでに時間がかかった。 ⑩: 発電所緊急時対策本部の幹部メンバーは、各号機の必要な復旧活動の計画とその対応状況の把握に追われ、落ち着いて考える余裕がなかった。 <p><根本原因: 事故対応の準備不足></p> <p>過酷事故や複数号機の同時被災が起こると考えていなかったため、現場の事故対応の訓練や資機材の備えが不十分であった。その結果、重要なプラント状態の情報の共有や迅速的確な減圧操作等ができなかった。</p>

組織要因の分析(1/3)

背後要因の分析から得られた組織的な問題は、急に組織内に広がったものではなく、これまでの当社原子力部門の取り組みの中で徐々に浸透したものと考えられるため、原子力部門が持つ組織的な背後要因についても分析

<技術的観点からのまとめ>

- ①: 自社において福島第一原子力発電所よりも優れた安全設計を持つ福島第二や柏崎刈羽発電所の安全対策(例、非常用電源装置の物理的分離)を福島第一原子力発電所に反映するという安全性向上の取り組みを、「実現には多額の費用がかかる」との考えが原子力部門の大勢を占め、実施しなかったと推定される。
- ②: 柏崎刈羽原子力発電所7号機以降、建設プラントが途絶えた状況となり、技術力の低下が懸念されたが有効な対策が講じられなかった。
- ③: 事故トラブル対応においては、膨大なリソースを投じ「総点検」、「再発防止対策」、「水平展開」を実施したものの、事故トラブルの再発防止に重点が置かれており、深層防護の積み重ねのような安全性の向上につながらず、ただ業務の負担の増大となった。
- ④: 大型改良工事や事故トラブル対応においては、メーカーと相談し、自ら考え設計しようとする意欲が小さく、また上司もメーカーに確認したかと指示することがあり、メーカー依存が進んだ。
- ⑤: トラブル隠しや環境の変化に応じて組織を見直してきたが、組織改編によるメリットよりもデメリットの方が目立つ結果となった。特に、本店組織は所管する業務の拡大に伴って6部体制に拡大した結果、かえって組織横断的課題への取り組みの遅延、発電所側から見た本店カウンターパートが不明確等のデメリットが発生した。

<OSART、WANOおよびJANTIPピアレビュー並びに原子力品質監査の取り組み>

- ⑥: 社外のレビューや監査等を通じて、自ら積極的に学び、改善していこうという姿勢が不十分だった。

<原子力再生活動>

- ⑦: LDE受講生等の変革意欲の高い者を積極的に活用したり、組織の縦割りを打ち破り組織横断的な課題の改善のスピードを加速するようなマネジメントが不十分であった。
- ⑧: 原子力部門の本店各部や各発電所がバラバラで、一定の方向性を示せず、改善活動を強力に推進できなかった。また、改善活動のスケジュールや成果等が目標どおりにいってなくても、責任を取ることがなかった。

組織要因の分析(2/3)

<品質マネジメントシステムの導入、強化>

⑨: QMS の取り組みは、トラブル隠し等を契機として導入され信頼回復に重点が置かれていた。特に、個々の不適合処理を厳密に実施することで安全性向上を図ってきたものの、多くのリソースが当該業務に割かれ、今回の事故を防ぐ、または緩和するような安全性の向上にはつながらなかった。

⑩: 規制当局と議論できる技術力が十分でなかったことから、規制当局との真剣な議論を避け、QMS の重さの問題(ルールやエビデンスの量が多いものの、その量に対して業務品質の向上度合いが低いこと)に気付きながら、有効な改善が実施されなかった。一方、マニュアルどおりに業務を行えば良いという風潮を生んだ可能性がある。

<部門人事交流>

⑪: 透明性の確保という当初の目的が不適合管理システムの定着によって実現された一方で、交流によって原子力部門の改善につなげようという目的が曖昧もしくは十分に徹底されないまま交流人事が行われており、組織として対応(改善)することができなかった。

⑫: 透明性の確保という当初の目的が不適合管理システムの定着によって実現されたため、部門交流人事を実施すること自体が目的化し、それによって安全を司る機能の弱体化を招いた。

<保全業務プロセスの改善活動>

⑬: 保全業務プロセスの改善活動については、目標達成時期および途中のマイルストーンの設定がそもそも悠長な上に、組織横断的なプロジェクト管理においては責任が不明確になりがちで、しかも目標達成のためのマネジメントが十分でなかったため、計画の遅延を招くとともに、当初計画した成果が十分に得られていない。

⑭: 原子力部門の本店各部や各発電所がバラバラで、一定の方向性を示せないため、議論がまとまらず、それぞれの思いがa)~c)に対して指示されたため、少しずつでも改善を進めるというより、まずスタートするのに時間と労力を要し、改善活動を強力に推進できなかった。

＜緊急時の情報公開の体制上の課題＞

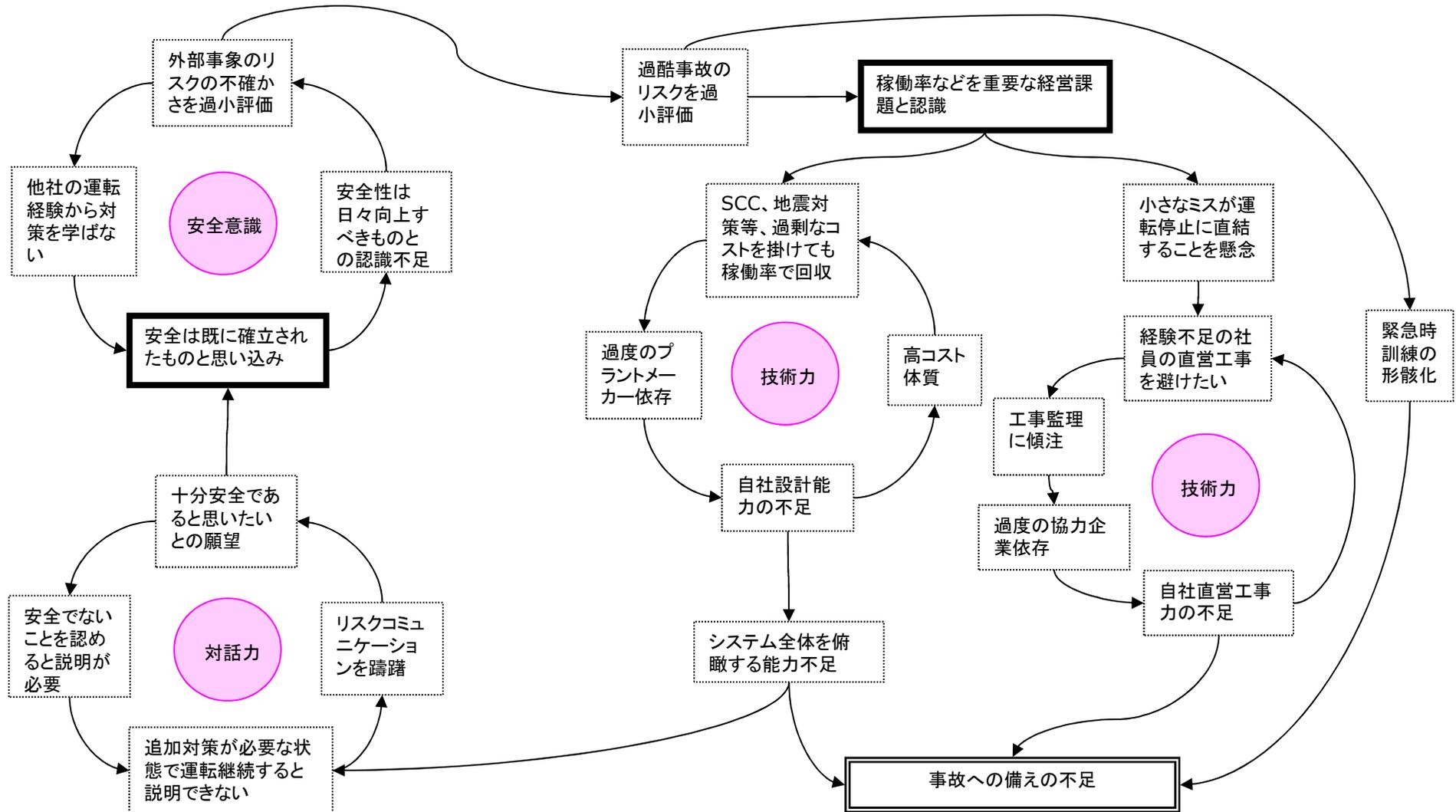
- ⑮: 原子力部門が、公表基準に定められているトラブル情報以外の原子力災害リスク情報(起こっていないこと)を社外に出すことをしなかった。
- ⑯: 地域目線に基づき「会社としての方針策定やリスク認識を提言」するための仕組みも、権限が不明確であること、監視の仕組みの不足等から、十分に機能しなかった。
- ⑰: 事故対応中、発電所本部にいる発電所長、各班長が社外プレス対応に時間を取られ、復旧活動を阻害する事象が起きた。
- ⑱: 各広報部の役割分担や広報担当者の役割分担(緊急時の動き方)が不明確であり、また広報関係の指揮命令系統の一元化が図られていなかった。



＜組織要因の纏め＞

- ・原子力の安全は既に十分に達成されていると認識し、原子力不祥事を安全文化劣化の兆候とは捉えず、コミュニケーションスキルや課題解決手法の不足と捉えたため、組織的に安全意識を向上させる対策が不十分であった。
- ・「安全意識」については旧原子力経営層が率先して不退転の決意で自ら率いる組織の安全意識を向上させるべきだったにもかかわらず、不祥事の原因が中間管理層や現場組織の問題であるとの認識のもと、旧原子力経営層に対する具体的な改革案が無かった。
- ・緊急時に組織の権限と責任の不明瞭さが顕在化したが、平常時においても同様にマネジメントの権限と責任に曖昧さが目立っている。

事故の備えが不足した負の連鎖



a. 東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 最終報告(政府事故調)

この事故の発生及びその後の対応について生じた問題の多くは、以下の三つが大きく影響していると考えられる。

① 津波によるシビアアクシデント対策の欠如

東京電力は、今回のような津波によりシビアアクシデントが発生することを想定した上で、それに対する措置を講じるということをしなかったし、規制関係機関も同様であった。

今回の津波のように、確率的にその発生頻度が低いと評価された事象であっても、発生した場合には被害規模が極めて大きくなると予想されるものについては、リスク認識を新たにし、それを無視することなく、必要な対策を講じておくことが必要である。

② 複合災害という視点の欠如

原発事故が複合災害という形で発生することを想定していなかったことは、原子力発電所それ自体の安全とそれを取り巻く社会の安全の両面において、大きな問題であった。複合災害を想定した対応策の策定は、今後の原子力発電所の安全を見直す上で重要なポイントとなる。

③ 全体像を見る視点の欠如

これまでの原子力災害対策において、全体像を俯瞰する視点が希薄であったことは否めない。そこには、「想定外」の津波が襲ってきたという特異な事態だったのだから、対処しきれなかったという弁明では済まない、原子力災害対策上の大きな問題があった。

(中間報告書より)

東京電力に関する分析

- a 危機対応能力の脆弱性
 - b 専門職掌別の縦割り組織の問題点
 - c 過酷な事態を想定した教育・訓練の欠如
 - d 事故原因究明への熱意の不足
 - e より高い安全文化の構築が必要
- (最終報告書より)

b. 東京電力福島原子力発電所事故調査委員会報告書(国会事故調)

【事故の直接的原因】

当委員会は、事故の直接的原因について、「安全上重要な機器の地震による損傷はないとは確定的には言えない」、特に「1号機においては小規模の LOCA が起きた可能性を否定できない」との結論に達した。しかし未解明な部分が残っており、これについて引き続き第三者による検証が行われることを期待する。

【運転上の問題の評価】

当委員会は「過酷事故に対する十分な準備、レベルの高い知識と訓練、機材の点検がなされ、また、緊急性について運転員・作業員に対する時間的要件の具体的な指示ができる準備があれば、より効果的な事後対応ができた可能性は否定できない。すなわち、東電の組織的な問題である」と認識する。

【緊急時対応の問題】

当委員会は、事故の進展を止められなかった、あるいは被害を最小化できなかった最大の原因は「官邸及び規制当局を含めた危機管理体制が機能しなかったこと」、そして「緊急時対応において事業者の責任、政府の責任の境界が曖昧であったこと」にあると結論付けた。

【問題解決に向けて】

当委員会は、事故原因を個々人の資質、能力の問題に帰結させるのではなく、規制される側とする側の「逆転関係」を形成した真因である「組織的、制度的問題」がこのような「人災」を引き起こしたと考える。この根本原因の解決なくして、単に人を入れ替え、あるいは組織の名称を変えるだけでは、再発防止は不可能である。

【事業者】

当委員会は「規制された以上の安全対策を行わず、常により高い安全を目指す姿勢に欠け、また、緊急時に、発電所の事故対応の支援ができない現場軽視の東京電力経営陣の姿勢は、原子力を扱う事業者としての資格があるのか」との疑問を呈した。

c. 東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について(原子力安全・保安院)

3月11日15時27分及び35分、巨大な津波が第一発電所を襲い、海側に設置されていた冷却用のポンプ類は全て機能喪失した。更に、非常用ディーゼル発電機、配電盤、蓄電池等の電気設備の多くは、海に近いタービン建屋等の地下階に設置されていたため、建屋の浸水により殆どが同時に水没・被水し機能を失った。「冷やす」機能に係る安全設備の多くは電気で作動するため、電気設備の機能喪失は、事故の進展を防止する上で致命的であった。また、安全上重要な同種の設備・機器が、津波や浸水という共通の要因により、同時に機能喪失したところに大きな問題があった。

殆どの電源及び配電の機能が失われた1・2・3号機の原子炉で生き残った冷却機能は、電気に依らなくても駆動できる設備であり、それぞれ非常用復水器(1号機)、原子炉隔離時冷却系(2号機)、原子炉隔離時冷却系と高圧注水系(3号機)のみであった。1号機の非常用復水器は、操作に必要な直流電源の喪失とそれに伴う隔離弁の閉動作等により十分に機能せず、早期に原子炉の水位が維持できない状況になった。2・3号機においては、原子炉隔離時冷却系または高圧注水系が作動し水位が維持されていたが、その間に適切に減圧し低圧の代替注水に移行することができなかった。その結果、いずれの原子炉においても、水位の低下により炉心が露出し、ついには炉心損傷に至った。

地震及び津波により電源が喪失したことにより、照明、通信、計装、モニタリング等の機能が大きく損なわれ、迅速・的確な事故対応を行うために必要なコミュニケーション・ツールの確保や情報の収集が迅速にできなかったことも、事故の進展を食い止められなかった要因のひとつと考えられる。

d. Lessons Learned from the Nuclear Accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (INPO)

(事実に基づき教訓を記載。原因に対する記述無し。)

e. 福島原発事故独立検証委員会 調査・検証報告書(民間事故調)

【事故は防げなかったのか】

決定的瞬間はどこだったのか。全電源喪失を起こした11日から、炉心の損傷が始まり、ベントを迫られ、海水注入を余儀なくされたその日の夜までの最初の数時間に、破局に至るすべての種はまかれたと思われる。「並行連鎖原災」の起点は、東京電力が、1号機のIC(非常用復水器)の隔離弁が「閉」か、それに近い状態であったことに気づかなかったことだったかもしれない。福島第一原発の吉田所長や東電本社は、ICが作動していると思いき、冷却機能が途絶えたことに迅速に気づかなかった。それに対応すべく、消火ポンプや消防車を使った1号機原子炉への代替注水が直ちに行われなかったこと、そして格納容器のベントが11日夜までの間に速やかに行われなかったことが事態を決定的に悪化させた。

【人災—「備え」なき原子力過酷事故】

しかし、ここでのヒューマン・エラーは、一個人の誤認にとどまる話ではない。事故の際の東京電力の手順書(事故時運転操作手順書)は、全電源喪失を想定していない。東京電力は、過酷事故に対する備えを用意していなかった。オペレーターたちは誰一人として、それまでICを実際に動かした経験はなかった。彼らは全電源喪失への対処の教育、訓練を受けないまま、マニュアルもなく、計器も読めない、真っ暗闇の危機のただなかに放り込まれたのである。最後の頼みの綱の冷却機能が失われたのに、それへの対応が12日早朝までなされなかったことは、この事故が「人災」の性格を色濃く帯びていることを強く示唆しているが、その「人災」は、東京電力が全電源喪失過酷事故に対して備えを組織的に怠っていたことの結果でもあり、「人災」の本質は、過酷事故に対する東京電力の備えにおける組織的怠慢にある。

(次ページへ続く)

(民間事故調 続き)

福島第一原発の事故では、「送電線の復旧または非常用電源設備の修復」はついにできなかった。今回は、交流電源と直流電源の双方が長時間にわたって失われた結果として生じた事故である。

【絶対安全神話の罨】

なぜ、原子力発電所の事故への備えがこのように不十分だったのか。おそらく、過酷事故に対する備えそのものが、住民の原子力発電に対する不安を引き起こすという、原子力をめぐる倒錯した絶対安全神話があったからだと思われる。

絶対安全神話とは、原子力災害リスクをタブー視する社会心理を上部構造とし、原子力を推進する原子カムラの利害関心を下部構造とする信念体系である。…

津波の襲来は「想定外」ではなかった。多くの研究がそれを「想定」していたのに、東京電力は聞く耳を持たなかった。要するに東京電力の「想定が間違っていた」ということである。「想定外」を口にするには、リスクマネジメントを放棄することにほかならない。…

【危機管理とリーダーシップ】

福島第一原発事故と事故後の東京電力と政府の対応は、危機管理とリーダーシップの在り方について、根本的な問いかけをしている。…

東電本店は、現場の起案に対し、明確な方針も的確な対案も示さず、また、官邸に現場の知見のフィードバックを伝えることもしなかった。…

f. 「福島第一」事故検証プロジェクト最終報告書(大前研一)

- ・津波想定の高さ
- ・アクセス道路の破壊
- ・高さを主眼とする津波のリスク評価
- ・ディーゼル発電機(D/G)の誤起動
- ・福島第一・第二原発での海水系ポンプ破壊
- ・タービン建屋と付属棟の大量浸水
- ・開放していた搬入口からの浸水
- ・免震重要棟の電源喪失
- ・女川・東海第二原発での海水流入
- ・直流電源を一瞬で全喪失
- ・外部電源を全喪失
- ・海水を非常用ディーゼル発電機の冷却源にした弊害
- ・非常用ディーゼル発電機の突然の停止
- ・電源融通の重要性
- ・アクシデント・マネジメントの不備
- ・想定していなかった交流・直流同時喪失
- ・電源車からの給電遅延
- ・電源盤の機能喪失
- ・中央制御室の”暗闇化”
- ・劣悪環境下での復旧遅延
- ・海水冷却系喪失でディーゼル発電機も使用不能に
- ・5, 6号機では海水冷却系機能の再構成に成功
- ・パラメーターの把握不能がつまずきに
- ・福島第一原発1号機の非常用復水器停止, 高圧注水系の機能不全
- ・福島第一原発2号機の原子炉隔離時冷却系の動き
- ・福島第一原発1号機の水素爆発が2号機に影響
- ・福島第一原発3号機の水素爆発が2号機に影響
- ・福島第一原発3号機で判明したHPCIの効果
- ・アクシデント・マネジメントの不備が3号機の電源枯渇に
- ・福島第一原発1号機での低圧注水の遅延
- ・防火水槽の形状による注水の非効率
- ・ホウ酸水注入系の準備遅延
- ・福島第一原発1, 2号機の逃がし安全弁の機能喪失
- ・福島第一原発3号機の逃がし安全弁の操作遅延
- ・減圧実施が遅延するリスク
- ・福島第一原発1号機の格納容器ベントの遅延
- ・福島第一原発2号機のベント失敗①
- ・福島第一原発2号機のベント失敗②
- ・福島第一原発3号機の作業遅延
- ・福島第一原発3号機で開放した弁が閉まった
- ・余震の頻発が作業の妨げに
- ・夜間の作業が難航
- ・水源などを複数の目的で共有するリスク
- ・複数プラントを稼働するリスク
- ・外部電源, 直流電源喪失の長期化のリスク
- ・水素爆発のメカニズムとベント作動圧などとの関係
- ・中央制御室の機能不全がもたらした影響
- ・福島第一原発以外にもリスクはあった
- ・普段からの事故対応手順の周知徹底, 訓練実施
- ・情報共有, 通信手段の手順・機能の不足統合本部の設置
- ・複数プラント同時対応の想定不足や対応遅延
- ・資機材手配の事前準備, 訓練の不足自衛隊による機動的な資材供給
- ・東電・国・県などのハイレベルでの事故対応の訓練不足