

焼却炉煙突からの放出放射エネルギーの不適切な評価に係る
根本原因分析について

2020年 7月

北海道電力株式会社

目次

1. はじめに	1
2. 分析チームの体制および活動計画	3
3. 事象の把握と問題点の整理	6
4. 類似事象の調査	17
5. 直接要因と再発防止対策および組織要因の検討	22
6. 組織要因対策案の検討・提言	30
7. 類似事象との比較検討	33
添付資料	34
添付資料－1：時系列図（概要版）	
添付資料－2：時系列図	
添付資料－3：要因分析図	
添付資料－4：直接要因と再発防止対策案	
添付資料－5：組織要因と組織要因対策案	

1. はじめに

泊発電所では、放射性廃棄物処理建屋（以下、「WD/B」という。）の焼却炉煙突から放出している放射性気体廃棄物の放出放射エネルギーの評価が、一部不適切である事実（以下、「本事象」という。）を確認した以降、是正処置等の不適合処理を行っている。

本事象は、社内規程である「根本原因分析実施マニュアル」のスクリーニング基準「3. 組織としての問題が潜在している可能性がある事象」に該当することから、当社原子力部長等で構成される根本原因分析委員会は、本事象について根本原因分析を実施する必要があると判断した。

根本原因分析委員会の決定に伴って発足した根本原因分析チームは、本事象の根本原因分析を行って組織要因を究明し、マネジメントを改善する処置の検討を行った。

(1) 事象の概要

管理区域内で発生する可燃物を焼却炉で焼却した際に発生する排ガス（焼却炉排ガス）は、放射線モニタへ繋がるサンプリング配管に導かれた後に、配管等の腐食防止の観点から放射性物質を含まない乾燥空気希釈された上で放射能測定される。本事象は放射能測定後、大気への放出放射エネルギー等々を評価する際に、本来必要な希釈の効果についての補正をしていなかったものであり、1988年10月の泊発電所1号機の試運転開始時から放射エネルギー等を誤って評価していたものである。

2019年12月17日原子力規制庁の保安検査（新検査制度試運用フェーズ3のチーム検査（放射線管理））実施中、検査官による焼却炉煙突の放射線監視設備（焼却炉排気じんあいモニタ、焼却炉排気ガスモニタおよび焼却炉排気試料採取装置）の現場確認において、放出放射エネルギーの算定には希釈の効果等をどのように見込んでいるか質問を受け、当社にて事実関係を調査した結果、希釈の効果についての補正を実施してなかったことを12月19日に確認した。あわせて、国、北海道、岩手4町村および後志管内16市町村への放出放射エネルギー等の報告値ならびに当社ホームページで公開している放出放射エネルギー等の値に誤りがあることを確認した。

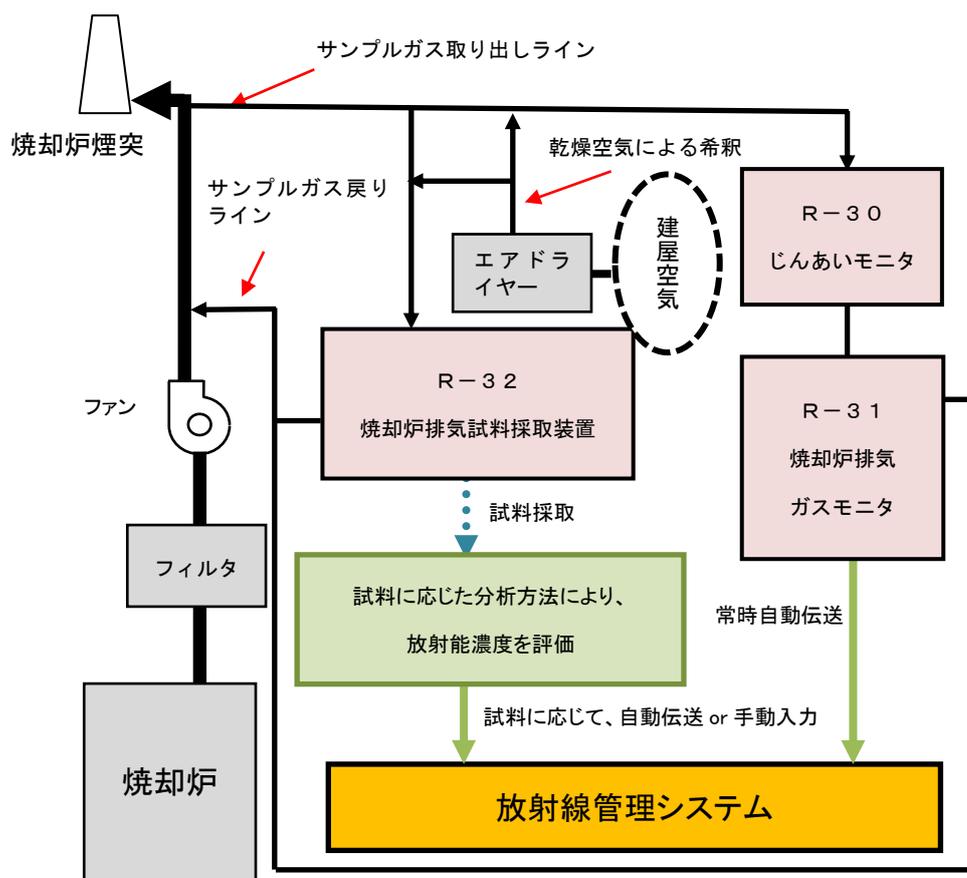
本事象は原子力規制委員会により、保安規定第100条で定めている焼却炉煙突から排出される放射性気体廃棄物の測定が適切では無かったとして、保安規定第100条に違反（監視）していると判断された。

(2) 設備の概要

雑固体焼却設備はWD/Bに設置されており、管理区域内で発生する可燃性雑固体廃棄物（紙、布等の可燃物）を焼却するための設備である。焼却により発生した排ガスはフィルタを通し放射性物質を低減した後に煙突より大気に放出しているが、焼却炉排ガスには微量の放射性物質が含まれているため、放射性気体廃棄物として放出管理目標値を定め、管理をしている。

放射線監視設備等による測定は、焼却炉排ガスの一部をサンプリング配管に導いた後に測定するが、高温の焼却炉排ガスを放射線監視設備の最高使用温度以下に冷却する必要がある。しかし、焼却炉排ガスは露点温度が高く、そのまま焼却炉排気ガスモニタおよび焼却炉排気試料採取装置の最高使用温度以下に冷却すると、結露が生じてしまい、焼却炉排ガスに含まれる腐食成分が結露水に溶解し、配管等の機器が腐食しやすい環境となってしまう。そのため、焼却炉排ガスによる機器の腐食防止対策として、エアドライヤーを通した乾燥空気を、サンプルガスに対して 1:1 で混合するライン（以下、希釈ラインという）を設置し、結露を防止する設計としている。

放出放射線量を評価するために測定する設備には、焼却炉排ガスに含まれる希ガスを連続で計測する焼却炉排気ガスモニタ (R-31) ならびに焼却炉排ガスに含まれるよう素、トリチウムおよび全粒子状物質 (γ線放出核種、全α放射能、全β放射能、ストロンチウム 89,90) を採取する焼却炉排気試料採取装置 (R-32) がある。R-31 の測定データおよび R-32 で採取した試料を測定したデータについては、自動もしくは手動で放射線管理システムに入力される。同システムは測定データの集計・管理のほか、対外報告書の作成に使われる。



焼却炉の放射線監視設備の概要

R-30 は放出放射線量の評価には使われていない

2. 分析チームの体制および活動計画

(1) 分析対象

焼却設備の設計時に、放出放射エネルギー等の評価において、焼却炉煙突からのサンプリング流体を乾燥空気で希釈することにより放射能濃度が低下する分を補正できなかったこと、また、試運転開始時から今日に至るまでこの不適切な評価を自ら是正できなかったことを分析対象とする。

(2) 分析チームの体制

分析チームは、「原子力安全のためのマネジメントシステム規程(JEAC4111)」の附属書-2『根本原因分析に関する要求事項』の適用指針を踏まえて制定した当社マニュアル「根本原因分析実施マニュアル」に従い、中立性を確保するため、今回の事象に直接的に関わりのない分析員(分析主体)と、情報収集を担当する補佐要員により編成した。

分析チームには、当社の「根本原因分析実施マニュアル」に基づき、必要な情報にアクセスできる権限を与えると同時に、経営層や関連部門に対する聞き取りも含めて調査できる権限を与え、そのことによって不利益を被ることのないことが保証された。

分析主体である分析チームリーダーおよび分析員については、それぞれ必要な要件を有するよう人選し、体制を構築した。

具体的には、以下のとおり選定した。

a. 分析チームリーダー(分析主体)：(2020年1月17日～2020年7月27日)

中立性の観点から、過去5年間以上今回の事象に直接関わりのない部門に所属している「原子力事業統括部 原子炉保安統括」を選定した。

根本原因分析に関する研修を受講していること、原子力発電所の実務経験を有していること、および管理的立場であることから分析チームリーダーとしての力量を満たしている。

b. 分析チームサブリーダー(分析主体)：(2020年1月17日～2020年7月27日)

分析チームリーダーを補佐する職務として、中立性の観点から、過去5年間以上今回の事象に直接関わりのない部門に所属している「泊発電所発電室課長(発電統括)」を選定した。

根本原因分析に関する研修を受講していること、原子力発電所の実務経験を有していること、および管理的立場であることから分析チームサブリーダーとしての力量を満たしている。

c. 分析員（分析主体）：

中立性の観点から、過去5年間以上今回の事象に直接関わりのない部門に所属している以下の者を選定した。

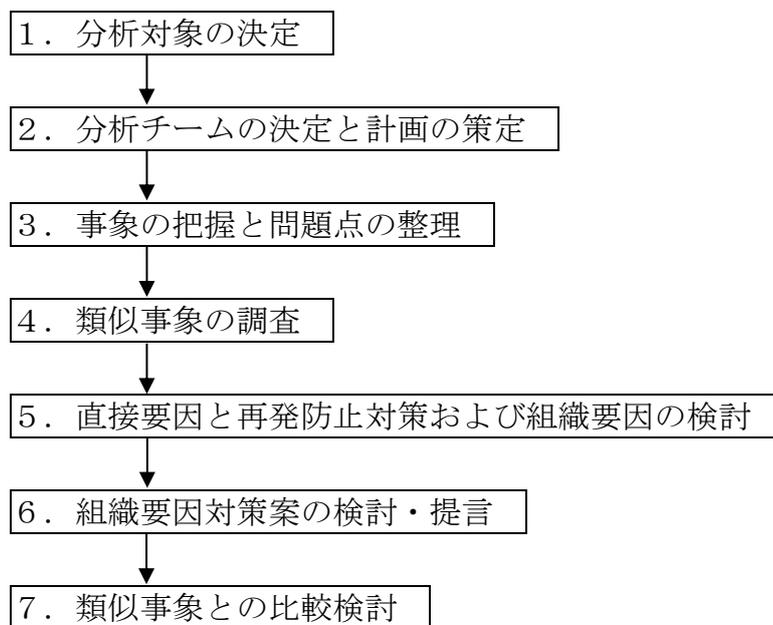
- ・ 泊発電所原子力安全・品質保証室課長（規制検査担当）
(2020年1月17日～2020年7月27日)
- ・ 泊発電所運営課課長
(2020年1月17日～2020年7月27日)
- ・ 泊発電所機械保修課副長
(2020年1月17日～2020年7月27日)
- ・ 泊発電所保全計画課員
(2020年1月17日～2020年7月27日)
- ・ 泊発電所運営課員
(2020年1月17日～2020年7月27日)

d. 補佐要員

今回の事象に直接関わりがあるものの、当該の設備等に詳しいことから、情報収集や資料作成など直接的に分析行為を行わない補佐的な要員として、安全管理課副長および担当者、機械保修課の担当者の3名を選定した（2020年1月17日～2020年7月27日）。

(3) 活動計画

本根本原因分析は、「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）」の附属書-2「根本原因分析に関する要求事項」に沿った以下に示すプロセスにて実施した。



なお、根本原因分析の実施にあたっては、「原子力発電所における安全のための品質保証規程 (JEAC4111-2009)」の附属書-2「根本原因分析に関する要求事項」および「原子力発電所における安全のための品質保証規程(JEAC4111-2009)の適用指針－原子力発電所の運転段階－ (JEAG4121-2009)」[2011 年追補版] (根本原因分析に関わる内容の充実) の附属書-2「根本原因分析に関する要求事項」の適用指針」を参考にして、検討を行った。

(4) 調査・分析実施期間

2020 年 1 月 17 日～2020 年 7 月 27 日

3. 事象の把握と問題点の整理

分析チームは、分析に必要となる本事象に関する事実を把握するため、泊発電所安全管理課が作成した不適合報告書、直接原因分析報告書、社内規程類、設計方針書、意思決定文書、調達先文書、社内外関係者に対する聞き取り調査等により情報を収集し、事実関係を把握した。

以下に、具体的な情報収集の方法およびその範囲についてまとめた。

(1) 資料等の収集および確認

以下の文書および記録を用いて、泊発電所設計・建設段階（系統・設備設計検討/放射線管理システム設置検討/放出放射エネルギーの評価方法検討）および泊発電所運用管理段階において、本事象に関連する各業務プロセスのルールがどのように定められていたか、またルール通りにプロセスが実施されていたかという点に着目し、事実関係を調査した。

a. 直接原因分析結果

- ・ 不適合管理事象「焼却炉排気筒からの放出放射エネルギーの不適切な評価について」に関する不適合報告書③（是正処置の承認）および不適合報告書④（予防処置の承認）
- ・ 根本原因分析に先立ち実施された直接原因分析の報告書「焼却炉煙突からの放出放射エネルギーの不適切な評価に係る原因と対策について」

b. 放射線モニタおよび放射線管理システム設計に係る、社内規程類、記録類、意思決定文書、調達先文書

- ・ 泊発電所 1.2 号機 放射線監視装置設置基準(6022-A-609(改 2))
- ・ 泊発電所 1/2 号機 廃棄物処理建屋関連放射線監視設備 H/W 設計に係る確認事項について(JENN-AM5650)
- ・ 排ガス希釈／冷却廃止の件(RFC-119-020)
- ・ 概念設計と現状計画との主要相違点(RFC-119-032)
- ・ 設計方針書「放射線管理システム プロセス入力について」(原安放-84-01)
- ・ 設計方針書「放管コンピュータへの放射線モニタ情報の入力について」(原安放-84-09)
- ・ 設計方針書「放射線管理システム プロセス入力について」(原安放-84-19)
- ・ 設計方針書「放射線管理システムのオンライン入出力について」(原安放-85-30)
- ・ 設計方針書「放射線管理業務の運用について」(原安放-85-11)
- ・ 設計方針書「泊発電所 放射線管理システムの設置計画について」(原安放-85-16)
- ・ 社内資料「放射性廃棄物管理」
- ・ 社内文書「放管要領の素案（タイトルなし）」
- ・ 社内文書「資料名なし（放射線管理システム 全体設計 ファイル内）」

- 購買注文通知書
- 泊発電所 1 号機 放射線監視装置試料採取装置仕様書(6022-I-004(改 3))
- 契約資料「雑固体焼却設備 御契約仕様書」
- 廃棄物処理建屋関連 放射線監視設備 設計上の確認事項について(6022-E-576)
- 廃棄物処理建屋関連 放射線監視設備 設計上の問題点について(6022-E-643)
- WD/B 関係プロセスモニタ設計上の確認事項について(ECS1159)
- 排ガスの露点温度について(RFC-119-160(改 1))
- 泊 1,2 号機 放射線監視設備設置基準(6022-A-609(改 3))
- 焼却炉排気関連放射線監視設備 先行プラントとの相違点について(JENN-AM5809)
- 焼却炉排気系モニタの対応について(6022-E-706)
- 焼却炉排気関連の放射線監視設備の設計について(JENN-AM5810)
- 設計方針書「焼却炉排気放射線モニタの設計について」(原設制-85-30)
- 泊発電所 1,2 号機 WD/B 内設置放射線モニタ設備供給分担(PJ-HT-105(改 1))
- 焼却炉排気系放射線モニタの腐食対策の改善提案(JENN-AM5A73)
- 焼却炉排気系モニタの改良設計について(泊建電(制)-86-2)
- 放射性気体廃棄物(希ガス)の放射能濃度・放射能の求め方
- 設計圧力・設計温度設定根拠書(RDC-119-092(改 3))
- 放射線監視設備 客先殿コメント(共安-83-03, 共安-83-04)に対する回答(6022-I-595)
- 機能仕様変更確認書『ガスモニタによる希ガス放出放射能濃度の求め方』
- 完成図書『1,2 号機新設工事のうち放射線管理システム完成図書』
- 泊発電所 品質保証計画書
- 泊発電所 設計管理要領
- 泊発電所 放射線管理要領
- 泊発電所 保修要領
- 泊発電所 教育・訓練要領
- 泊発電所 教育訓練管理要領
- 泊発電所 文書管理要領
- 泊発電所 所内放射線等測定細則
- 泊発電所 放射性廃棄物集計細則
- 設計方針書「泊発電所 1.2 号機放射線管理システムの基本設計について」
- 放射線管理システム取替完成図書
- 方針書「泊 3 号機増設に伴う泊 1/2 号機の既設放射線管理システムの改修について」

(2) 事実確認のための聞き取り調査

焼却炉排ガスに含まれる放射エネルギーの評価に係る設備の導入および当該設備の運用に関係してきた人物（28名）に対して対面、電話、メール等でインタビューによる調査を行った。

インタビューの対象および主な観点は以下の通り。

- a. 1983年から1987年当時に実施した『放射線モニタ設備の導入検討の状況』に係るインタビュー
 - ・ インタビュー対象：導入時の原子力設計課員
 - ・ 主な観点：希釈ライン設置における設計管理、メーカーや運用部門との情報共有方法、他電力設備との相違点

- b. 1981年から1988年当時に実施した『放射線管理システムの導入検討』に係るインタビュー
 - ・ インタビュー対象：システム導入時の原子力安全課員、安全管理課員
 - ・ 主な観点：放射線管理システム設置における設計管理、希釈ラインの認識、メーカーや設備部門との情報共有方法、他電力への出向経験

- c. 1988年から現在までの『放射線モニタ設備の運用管理及び放出放射エネルギーの評価』に係るインタビュー
 - ・ インタビュー対象：安全管理課員（運転開始時より現在まで）
 - ・ 主な観点：希釈ラインの認識、補正の必要性の認識、放出放射エネルギーの初回評価時の状況、課内教育、細則の制定経緯、細則レビューの観点、設備と手順の整合性、評価に関する認識

- d. 『原子力監査』に係るインタビュー
 - ・ インタビュー対象：原子力監査員
 - ・ 主な観点：原子力監査室のミッション、監査の範囲及び観点、本事象に気づく可能性

(3) 事実関係に基づく時系列図の整理と各業務プロセスでの問題点の整理

「3.(1) 資料等の収集および確認」および「3.(2) 事実確認のための聞き取り調査」で調査・収集した情報に基づき、本事象に関する業務プロセスを整理した。

次に、各業務プロセスの問題点を抽出した。問題点の抽出に当たっては、以下の観点で確認を実施し、当社としてのあるべき姿とのギャップとして抽出されたものを問題点とした。

- ・ 誤った放出放射エネルギーの評価方法を設定してしまったのは何故か。
- ・ 評価方法の誤りを長期間是正できなかったのは何故か。

上記に基づき作成した時系列図を、添付資料-1「時系列図(概要版)」および添付資料-2「時系列図」に示す。

なお、時系列図の整理においては、関与した個人を特定した上で匿名的に識別し、実施した行動等を具体的に記述した。

a. 希釈ライン設置プロセス

(a) 当時行われた業務

1984年12月、原子力安全課は放射線モニタ設置メーカーにWD/Bのプロセスモニタの設計を依頼した。同メーカーが焼却炉排ガスの条件を確認したところ、先行電力に比べて露点温度が高いこと、機器の信頼性確保の観点からサンプリング流体温度を50℃以下にする必要があることが判明し、同メーカーはそれらを1985年11月に原子力安全課よりプロセスモニタの設計を業務移管された原子力設計課に報告した。また、同メーカーは原子力設計課に、モニタ設計条件を満足するための方策として、焼却炉排気ガスサンプル系統に乾燥空気による希釈ラインを設置する案と、放射線モニタへ入る前にサンプルガスをアフタークーラーで冷却する案の2案を提示した。乾燥空気による希釈ライン設置案において、放射性物質測定を検出限界下限濃度の法令要求を満足すること、自然放射能からの影響の問題が無いことおよび放出放射エネルギーを算出する際は計測値を2倍する必要があることを原子力設計課に報告した。原子力設計課は、メーカーからの提案内容が設計要求事項を満足することを確認した。これらの報告を含むメーカーとの打ち合わせに、当時原子力安全課の人員が同席していたかについては定かでは無いものの、当時はメーカー図書を各課へ配布していたという状況から、少なくとも打ち合わせ資料は回覧されていたものと推測される。

1985年11月に原子力設計課は「設計管理要領」に基づき、焼却炉排気ガスサンプル系統に乾燥空気での希釈ラインを設置することに関する技術的妥当性と法令要求である検出限界下限濃度を満足できることを確認し、プロセスモニタの腐食防止対策として希釈ラインを設置することに関して「設計方針書(原設制-85-30)『焼却炉排気放射線モニタの設計について』(以下、「設計方針書(原設制-85-30)」という)」を作成し、原子力安全課の合議を得た。しかし、「設計方針書(原設制-85-30)」には、放出

放射エネルギーの算定の際に、希釈の効果を考慮し測定された放射エネルギーを2倍にする必要があるという、運用管理に関する記載はなかった。原子力安全課長の合議の記録はあったものの、放射線管理システムの設計担当者が確認したかは不明である。

(b) 問題点の抽出

原子力設計課は、放射線モニタ設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性を確認するとともに、運用管理まで含めて放射線モニタ設備保護のための希釈ライン設置による影響を確認した上で、設計方針書を作成し、必要な関係課の合議を得て意思決定する必要があった。

しかしながら、原子力設計課は当該設備の技術的妥当性と設備の設置による影響を確認し、設計方針書に取りまとめて原子力安全課の合議を得たものの、記載内容は希釈ライン設置による運用管理への影響についての確認や、設計と運用とのインターフェースの記載が無く、結果的に設計方針書の記載が不十分なものとなった。

合議対象の原子力安全課長は、当該設計方針書の内容について、自課の設備や放射線管理システムでの評価に影響が無いか、担当者を含めて課内で確認した後に合議する必要があったが、希釈ライン設置による放射線管理システムの計算式への影響について原子力安全課内で認識されないまま設計方針書に合議した。

以上を踏まえ、問題点①を抽出した。

【問題点①】

[原子力設計課 設備担当および課長]

原子力設計課の設備担当および課長は、希釈ライン設置の設計方針書において、『空気混合ラインを設置すること』および『被測定ガスを希釈(2倍)しているものの、指針で要求されている測定限界下限濃度についても満足できること』について記載したが、『放射エネルギーの評価において希釈を考慮した補正が必要になる』という運用管理に関する事項について記載しなかった。

b. 放射線管理システム設置プロセス

(a) 当時行われた業務

原子力安全課および放射線管理システム設計メーカーは1982年頃より概念設計を開始し、原子力安全課は、1984年11月に「設計管理要領」に基づき作成した「設計方針書(原安放-84-01)『放射線管理システム プロセス入力について』(以下、「設計方針書(原安放-84-01)」という。)にて、放射線管理システムに取り込むプロセス入力の条件を明確にした。原子力安全課は、その後も、放射線管理システムに関する各種検討を行い、発電担当と放射線管理担当の業務内容を踏まえたプロセス入力を「設計方針書(原安放-84-09)『放管コンピュータへの放射線モニタ情報の入力について』

で、プロセス入力削減を「設計方針書（原安放-84-19）『放射線管理システム、プロセス入力について』」で、整理した。また、原子力安全課は、関係課の合議を得た上で放射線管理システム設計に必要となる放射線管理業務の運用を「設計方針書（原安放-85-11）『放射線管理業務の運用について』」で、放射線管理システムの設置目的・設備概要・設置工程を「設計方針書（原安放-85-16）『泊発電所 放射線管理システムの設置計画について』」で整理し、関係課へ通知した。さらに、1985年10月以前と推定される時期に放射線管理業務に対するシステム化範囲を整理し、「社内資料『放射性廃棄物管理』」に取り纏め、1985年10月に「購買注文通知書」にて、放射線管理システム設置を放射線管理システムメーカーへ発注した。

原子力安全課は1985年11月に、放射線管理システムと並行して進められていた放射線モニタの設計として、焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインを設置することに関する原子力設計課の設計方針書（原設制-85-30）に合議しているが、それ以降に原子力安全課で作成した放射線管理システムのオンライン入出力情報の追加および、それらの信号レベル等を明確にした「設計方針書（原安放-85-30）『放射線管理システムのオンライン入出力』」等の設計方針書においては、希釈ラインを考慮した検討はなされなかった。

放射線管理システム担当者は、放射線管理システムのオンライン入出力情報を管理するために作成していたと思われる資料において、WD/Bの給気ラインからの希釈ラインの存在を図示するとともに、「※サンプリング流体と同量の乾燥空気を混合して測定する。」との記載を残したものの、希釈ライン設置による放射線管理システムへの影響に気がついた形跡はなく、その後の放射線管理システムに関する検討において希釈ライン設置の影響が考慮されることはなかった。

その後、1988年6月に原子力安全課は放射線管理システム設置メーカーより、「完成図書『1,2号機新設工事のうち放射線管理システム完成図書』」を受領するとともに、放射線管理システムが必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験を実施したが、模擬入力と出力の関係を確認する試験であったため、本来必要な希釈分の補正が行われていないことに気がつかないまま、当該システムの試験を問題無しとして完了している。

(b) 問題点の抽出

放射線管理システム設計を所掌する原子力安全課は、放射線管理システムの入出力および算出結果に影響を及ぼす最新情報を常に収集し、設計図書や放射線管理システムに反映する必要がある。

しかしながら、原子力安全課は、焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインが設置されることを把握したものの、当該設備の設置により放出放射線の評価に影響することに気付かず、放射線管理システムの計算式に希釈を考慮すること（補正係数の設

定)が出来なかった。

さらには、放射線管理システムが必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験においても、放射線管理システムに本来必要な補正がされてなく、結果的に放出放射エネルギーを正しく評価できていないことに気付くことが出来なかった。

以上を踏まえ、問題点②、問題点③を抽出した。

【問題点②】

[原子力安全課 放射線管理システム担当者]

原子力設計課にて焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインを設置することについて検討・決定した後、放射線管理システム担当者が希釈ライン設置を認識した際、放射線管理システム担当者は放射線管理システムの仕様変更（希釈ライン設置に伴う補正係数の設定）をしなかった。

【問題点③】

[安全管理課 放射線管理システム担当者]

放射線管理システム担当者は、放射線管理システムが必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験において、焼却炉排気ガスサンプル系統への希釈の効果が考慮されていないことに気がつかなかった。

c. 規程類の作成プロセス

(a) 当時行われた業務

安全管理課は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を作成した。なお、聞き取り調査の結果から、「計算シート」の作成は1988年10月17日以前であると推測されるものの、「計算シート」そのものが現存しておらず、作成、審査、承認の手続を踏んだものかは不明であるが、「計算シート」を用いて各種報告書を作成していることから、報告書作成時に「計算シート」の計算式も含め副長の審査が行われていたと考えられる。

聞き取りによると、「計算シート」は焼却炉のみならず他の排気筒でも同様に作成されており、先行電力で用いられている放出放射エネルギー計算式を参考に、「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針」（以下、「測定指針」という。）に記載のある計算式をまとめたものであった。なお、焼却炉以外の排気筒においてはサンプルラインへの希釈ラインが存在しないため、問題となるものでは無かった。この「計算シート」を基に制定された「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」の記載内容および「計算シート」作成担当者へのインタビューの結果から、「計算シート」において希釈ラインを考慮した補正は実施していなかったと考えられる。

また、安全管理課は気体トリチウムの空气中放射能濃度や検出限界濃度の算出方法をまとめた放射線管理運用基準「気体廃棄物トリチウム測定マニュアル」を作成した。このマニュアルは審査、承認されているものの、「計算シート」同様に希釈ラインを考慮した補正に関する記載は無かった。

安全管理課は1988年10月17日に放射線管理の運用全般に関する事項について定めた「泊発電所放射線管理要領」を制定したが、焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインが設置されていること、放出放射エネルギーの算出における希釈を考慮した補正に関する記載は無かった。

安全管理課は1994年4月に「泊発電所文書管理要領」に基づき、それまで使用していた「計算シート」に記載されていた、所内放射線等測定のための気体廃棄物の試料採取、測定に関する詳細な手順、測定記録の作成に関する事項をまとめ、「泊発電所所内放射線等測定細則」として制定したが、焼却炉排気ガスサンプル系統に接続された希釈ラインに関する記載および放射能濃度算出に使用する計算式に希釈を考慮した補正は盛り込まれなかった。

また、安全管理課は1997年4月に「泊発電所文書管理要領」に基づき、放射性廃棄物中の放射エネルギー等の集計方法について定めた「泊発電所放射性廃棄物集計細則」を制定したが、こちらについても、希釈を考慮した補正は盛り込まれなかった。

(b) 問題点の抽出

安全管理課は、放出放射エネルギーの評価を行うための社内マニュアルを作成する際に、法令要求および最新の系統図等の設計図書を確認する必要があるが、最新の系統図によって焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインが設置されていることを確認しなかった。

新規に細則を作成する際には、測定対象に関する設備の系統構成等の情報を確認した上で、本来の目的を踏まえた正しい値が得られる測定、算出方法になっているかという観点に照らして、適切、妥当であるか、また、他の関連業務とも整合し、悪影響を及ぼすことがないかどうか、評価し、判断する必要がある。しかしながら、安全管理課細則作成担当者は細則の作成・検討段階において、希釈を考慮した補正係数が考慮されていない従来からの「計算シート」の計算式を、細則にそのまま取り込んだ。さらに、副長による審査では、正しい算出方法になっているかの確認が十分ではなく、結果として細則の間違いに気付かないまま、細則は承認された。

以上を踏まえ、問題点④、問題点⑤、問題点⑥、問題点⑦を抽出した。

【問題点④】

[安全管理課 計算シート作成担当者]

安全管理課計算シート作成担当者は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を作成する際、最新の焼却炉排ガスモニタリング設備に関する系統図を確認しなかった。

【問題点⑤】

[安全管理課 副長]

安全管理課副長は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」の審査の際、排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認を行なわなかった。

【問題点⑥】

[安全管理課 細則作成担当者]

安全管理課細則作成担当は、気体廃棄物の試料採取、測定に関する詳細な手順、測定記録の作成に関する事項を定める「泊発電所所内放射線等測定細則」および放射性廃棄物中の放射エネルギー等の集計方法について定めた「泊発電所放射性廃棄物集計細則」を作成する際、「計算シート」の計算式が誤っていることに気付かずに、細則に取り込んだ。

【問題点⑦】

[安全管理課 副長]

安全管理課副長は「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」制定時の審査の際、排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認を行なわなかった。

d. 安全管理課における教育プロセス

(a) 当時行われた業務

安全管理課は、「泊発電所教育・訓練要領」に定めた方針「放射能測定記録・文書等の管理など定常業務の遂行に必要な実務習得を図る」に従って教育を実施していた。品質マネジメントシステム導入以降は「泊発電所教育訓練管理要領」に定められた各業務、レベル別に必要な知識・技能として細分化された項目に基づいて教育が行われ、さらにその後の要領改正において「専門知識・業務遂行能力を経験年数に応じてレベル別に明確化、各レベルに応じた技量の達成度の評価」、「教育カリキュラムを各課の裁量から、各レベルに対応した段階的なものへ整備」および「教育履歴、職歴、資格取得歴など、個人プロフィールの総合的な管理体系構築」が盛り込まれた。

安全管理課の教育実施状況は、聞き取り結果からデスクワーク中心のデータ集計

や報告書作成、記録や数値のチェックなどの実務を通じて業務に関する知識を習得していくものであった。しかし、教育項目や方法等が詳細に定められておらず、指導員により教育内容にばらつきがあり、かつ、試料採取装置より上流の系統構成を確認することが放射エネルギーの評価に必要であるということについては指導されていなかった。また、焼却炉排気ガスサンプルラインに希釈ラインが設置されていることについては教わらなかった者もいた。

(b) 問題点の抽出

安全管理課員への放射能測定に係る教育において、試料採取装置の上流系統である焼却炉排気ガスサンプル系統を乾燥空気希釈していることおよび希釈空気が放射エネルギー算定に与える影響に関して適切な指導が行われる必要があった。

安全管理課における教育は、「泊発電所教育訓練管理要領」に従って実施されていたものの、放射エネルギー評価に必要な具体的な教育項目や教育方法が定まっていなかったため、指導員により教育内容にばらつきがあったこと、試料採取装置で得られるサンプルを用いた評価を中心に業務を行っていたことなどから、系統構成へ向けられる意識が薄かった。結果として希釈空気が放射エネルギー算定に与える影響について指導が行われることは無く、試料採取装置の上流系統である焼却炉排気ガスサンプル系統を乾燥空気希釈していることを知らない課員もいた。希釈ラインを知っていた課員についても、日々の業務を行ううえでは希釈ラインの存在を意識することはないため、系統構成と自らの業務である放射エネルギー評価とを結び付けて考えることができず、評価式の妥当性について疑いを持つことも無かった。

以上を踏まえ、問題点⑧、問題点⑨を抽出した。

【問題点⑧】

[安全管理課]

安全管理課は、安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成から把握する必要があるという指導をしていなかった。

【問題点⑨】

[安全管理課]

安全管理課は、安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成について教えなかった。

e. 規程類のレビュープロセス

(a) 当時行われた業務

安全管理課では、1994年に制定された「泊発電所所内放射線等測定細則」および、

1997年に制定された「泊発電所放射性廃棄物集計細則」について、「泊発電所文書管理要領」に基づき、定期的にレビューしていた。

レビューの観点については「泊発電所文書管理要領」に定められた業務との乖離および陳腐化がないかという観点の他、安全管理課が定めたレビュー項目に拠って行われた。レビューについては、安全管理課が定めた「規程類の内容が業務を実施するうえで合理的・効率的か」「規程類に追加する内容はないか」「規程類の変更はないか」「誤記はないか」「解り難い記載はないか」というレビュー項目の他に、各担当への聞き取り結果から、「理解しやすいものであるか」、「見やすいか」、「他の規程類との齟齬がないか」、といった観点で行われた。

安全管理課は、「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」についてこれまで改正を重ね、その都度内容はレビューしてきたが、放出放射エネルギーを算出する計算式に焼却炉排気ガスサンプル系統への乾燥空気による希釈を考慮した補正を盛り込む必要があることには気付かなかった。

(b) 問題点の抽出

細則制定以降、規程類のレビューにおいて、規程類が想定している系統構成が実際の系統構成と齟齬がないか等、放射エネルギーの評価を正しく行う上で適切かつ十分なものとなっているかという観点から記載内容についてレビューされることはなかった。以上を踏まえ、問題点⑩を抽出した。

【問題点⑩】

[安全管理課 課員・副長]

安全管理課は「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」改正時のレビューにおいて、放射エネルギーの計算式が焼却炉煙突排気ガスの放射エネルギーを測定するという評価の目的に照らして適切であるか、問題がないか、という観点でレビューを実施しなかった。

4. 類似事象の調査

本事象の対策立案の参考とするため、原子力安全推進協会 JANSI が公開している原子力施設情報公開ライブラリー「ニューシア」から情報を入手し、類似事象の調査を行った。

時系列および問題点を整理した結果、本事象の主要な要因として、「設計で考慮された事項が運用面と連携されておらず、また長期にわたり誤りに気づけなかった」ことが挙げられる。

主要な要因の類似事象を調査するために、設計および運用、マニュアルならびに長期といったキーワードにて検索し、更にそこから参考となる事例として、設計で考慮された事項が運用面と連携されておらず、また長期にわたり誤りに気づけなかったため不具合を発生させた事例 2 件を抽出し、調査を実施した。

(1) 運転期間延長認可申請書及び設置許可申請の審査資料における燃料有効長頂部の寸法値について (2017-原電-M003)

【事象の概要】(ニューシアより一部引用)

- 発生日 : 2018 年 1 月 22 日
- 会社名 : 日本原子力発電株式会社
- 発電所名 : 東海第二発電所
- 概要 :

原子力規制委員会に提出した東海第二発電所の運転期間延長認可審査資料(以下、「審査資料」という。)において、工事計画認可申請書本文の炉心有効高さに関する数値と不整合があることを指摘された。また、新規制基準に基づく設置変更許可申請の安全審査における、有効性評価に関するまとめ資料と補足説明資料に記載された燃料有効長頂部からの高さが異なることを指摘された。

調査の結果、燃料有効長頂部位置(以下、「TAF」という。)のデータ^{*}は、運転開始以前に燃料設計変更(7×7 燃料から 8×8 燃料)を行った際、2 種類ある図面(設計メーカー図面、製造メーカー図面)のうち片方(設計メーカー図面)にしか反映されなかったことが分かった。一方、審査資料および補足説明資料に用いた TAF のデータは、古い情報のままとった図面(製造メーカー図面)から引用されたため、工事計画認可申請書本文の記載値より低く、誤っていた。また、事故時に用いる原子炉水位計も誤った図面(製造メーカー図面)の数値で校正されていたため、長年にわたり水位を正確に把握できない状態となっていた。

※: 燃料集合体は燃料棒を束ねた構造をしており、燃料被覆管に燃料ペレットの入っている部分の長さを「燃料有効長」という。このうち、炉心に燃料集合体が装荷された状態で、燃料有効長の垂直方向の頂点の高さを「有効長頂部」という。

この原子炉圧力容器底部から燃料有効長頂部までの高さについては、設計メーカー図面の数値 362.31inch (9203mm) を使用すべきところ、製造メーカー図面の数値 360.31inch (9152mm) を使用していた。

○原因：

当該事業者は直接原因を特定するため、以下の 2 項目について原因究明を行った。

- (1) 二つの TAF の値が存在した原因
- (2) 二つの TAF の値があることが現在まで見逃されてきた原因

二つの TAF の値が存在した原因は、以下のとおり。

- ・建設時において、設置変更許可における燃料寸法の変更情報が、関連する部門に適切に共有されなかった。
- ・あるいは、共有されていたとしても、関連する部門において、業務に支障のない情報として、使用する図面の修正に至らなかった。

二つの TAF の値があることが現在まで見逃されてきた原因は、以下のとおり。

- ・図面から数値を引用する際に、参考値 (REF.) とその他の数値を区別して使用する慣習およびルールがなかったため、参考値 (REF.) を正しいものとして使用を継続した。

なお、当該類似事象は、保安規定違反 (違反 3) と判断されたため、根本原因分析も実施している。根本原因分析の結果、組織要因 (根本原因) と考えられるものを以下の 2 点抽出している。

- ・根本原因①
業務の計画および業務のレビューにおいて、過去から使用していた数値、もしくは設備変更のない範囲の数値に対する設計検証・妥当性確認が弱いだった。
(過去に実施してきた校正が『問題なく実施され、合格してきた』という認識だけで『適切』と考え、過去から使用していた数値、もしくは設備変更のない範囲の数値を確認することをしなかった。)

- ・根本原因②
事業者が原図を管理し、各部署間で共有すべき重要な情報を記載している設計メーカー図面の取扱いが適切に行われていなかった。
(設計メーカー図面には正しい TAF の値が記載されている。つまり、設計メーカー図面は、正確かつ最新であったが、溶接線や肉盛り部、母材などの試験に必要な情報があるということで製造メーカー図面の作成過程やその後の過程を考えずに使用し、各部署間で共有すべき重要な情報が記載されている設計メーカー図面を使用しなかった。)

○対策：

直接原因に対する対策としては、以下の2項目を実施した。

- ・製作メーカー図面等、誤った TAF の値が用いられていた図面・図書を訂正する。
- ・工事の計画時に数値を引用する際に参考値 (REF.) を用いる場合には、根拠のある数値を確認 (複数図書によるチェック、メーカーへの再確認等) し、使用することを規定化する。

さらに根本原因に対する再発防止対策としては、以下の5項目を実施した。

<根本原因①に対する対策>

- ・業務の計画にあたって、「要求事項とその根拠の確認を個々に責任をもって確認し、業務計画を策定すること」を規定化する。
- ・レビューに関する各会議体の実施要領に「過去から使用していた数値等の検証や妥当性を確認すること」を規定化する。

<根本原因②に対する対策>

- ・業務の計画にあたっては、「設計メーカー図面を使用すること」を規定化する。
- ・設計メーカー図面に記載のない情報を製造メーカー図面から引用する場合 (特に参考値 (REF.) と記載のある数値) については、複数図書によるチェック、メーカーへの再確認等が出来なければ使用しない。

<更なる改善事項>

- ・今後導入を計画している新検査制度におけるコンフィギュレーションマネジメント (以下、「CM」という。) において、さらに体系的に管理していく。

【本分析への反映】

当該他社事例では、業務の計画および業務のレビューにおいて、設計検証・妥当性確認が弱い弱のため、過去から使用してきた数値、もしくは設備変更のない範囲の数値を確認することをしなかったことが原因の一つ (根本原因①) に挙げられている。

当該他社事例は、過去から使用している情報に対する検証や妥当性を確認する運用面の仕組みが不十分であり、また長期にわたり誤りに気づけなかった点について、本事象と類似していると判断できる。

このため、当該他社事例の対策である、過去から使用している情報であっても検証や妥当性を確認する仕組みを、本分析の対策を立案する際の参考とする。本事象との比較は、後述の「7. 類似事象との比較検討結果」にて整理する。

(2) 玄海原子力発電所における気体廃棄物の放出量の誤り (2020-九州-S001)

【事象の内容】(ニューシアより一部引用)

- 発生日 : 2020年4月9日
- 会社名 : 九州電力株式会社
- 発電所名 : 玄海原子力発電所
- 概要 :

玄海原子力発電所内に原子炉施設本体とは別施設として設置している雑固体焼却設備(以下、「雑固体焼却炉」という。)および燃焼式雑固体廃棄物減容処理設備(以下、「高温焼却炉」という。)について、それぞれの排気筒から放出している気体廃棄物の放出量を誤って算定しており、1983年からこれまでの間、国および関係自治体へ定期的に報告してきたトリチウム放出量の一部の数値に誤りがあることを確認した。

調査した結果、放出量の算定に用いる排気量について、排気筒に繋がる全てのファンの風量を考慮すべきところ、一部のファンの風量を考慮していなかったため、放出量を誤って算定していた。

気体廃棄物の放出量[Bq] = 排気筒での測定濃度[Bq/cm³] × 排気量[cm³]

○原因 :

排気量は、ファン容量の合計であるが、雑固体焼却炉および高温焼却炉とも焼却炉排気の放射性物質を除去するフィルタを有する系統に設置されたファンのみ放射線管理システムに登録しており、その他のファンは登録していなかった。

原子炉設置変更許可申請書の気体廃棄物処理系統説明図には、焼却炉排気の放射性物質を除去するフィルタを有する系統に設置されたファンを記載しており、放射線管理システムに登録しているファンと一致していた。

放射線管理システムへの高温焼却炉のファンの登録にあたっては、当時、本店で運用管理を行っていた原子力管理部の放射線管理担当、および設備設計を行っていた原子力建設部が関与しており、実際の運用を行う玄海原子力発電所をレビューの体制に含めていなかった。

上記の調査結果より、焼却炉排気筒からの気体廃棄物の放出量を放射線管理システムで算定するにあたり、排気量を求めるために焼却炉の出口ファン(放射性物質が流れ得る流路のファン)のみを登録したことを見過ごしていた原因は、当時、放射線管理システムの設計を担当していた本店の原子力管理部や原子力建設部、実際の運用を行う発電所の間で相互にチェックする機能が働かなかったことであると考えられる。

○対策 :

- ・設備設計を行う場合は、社内規定の設計管理要領において設備導入の計画の中で必要となる業務、責任箇所である主担当および関係箇所等を明確にすることを定め、

設計時に各々の目的を持った関係者を設計、レビュー、検証に参加させることで多様な視点でのチェックおよび十分なコミュニケーションを行う。

(2003年度より品質マネジメントシステム(以下、「QMS」という。)を導入しており、設計管理における関係者間のインターフェースを明確にする仕組みとして既に対策が取られている)

- ・更なる改善事項として、2020年4月から導入された新検査制度に伴い、様々な気付きを多様な視点で評価し改善につなげていく改善措置活動(以下、「CAP」という。)および設備やシステムの実物と設計情報との整合を確認するCMの確実な運用により、保安活動の更なる改善を図っていく。
- ・社内関係者に当該類似事象について、教育を実施する。

【本分析への反映】

当該他社事例では、放射線管理システムの設計を担当していた本店組織と運用を行う発電所組織間で、相互にチェックする機能が働かなかったことが原因の一つに挙げられている。

当該他社事例は、設計管理における関係者間のインターフェースを明確にする仕組みが不十分で運用面との連携が悪く、また長期にわたり誤りに気づけなかった点について、本事象と類似していると判断できる。

このため、当該他社事例の対策である、設計管理における関係者間のインターフェースを明確にする仕組みを、本分析の対策を立案する際の参考とする。本事象との比較は、後述の「7. 類似事象との比較検討結果」にて整理する。

5. 直接要因と再発防止対策および組織要因の検討

(1) 分析手法

分析は、東京電力株式会社が開発した根本原因分析の手法である「SAFER」を用いて行った。本手法は、頂上事象を起点とし、分析の着眼点としてm-SHELモデル^{*}を参照し「なぜ」⇔「だから」を成立させながら要因分析図を作成していくものである。分析した結果を添付資料－3「背後要因分析図」に示す。

※：m-SHELモデル・・・分析の着眼点を模式化したもの

S：ソフトウェア（手順など）

H：ハードウェア（設備、施設、ツール）

E：環境要因（作業環境など）

L：個人要因（本人）、周囲の人（コミュニケーション）

m：マネジメント（中間管理・経営管理要因など）

(2) 直接要因の分析結果および再発防止対策案の検討

「3.（3）事実関係に基づく時系列図の整理と各業務プロセスでの問題点の整理」で抽出された問題点①～⑩に対する直接要因、および再発防止対策案を検討した結果を以下に示す。添付資料－4「直接要因と再発防止対策案」

【問題点①】

[原子力設計課 設備担当及び課長]

原子力設計課の設備担当および課長は、希釈ライン設置の設計方針書において、『空気混合ラインを設置すること、』および『被測定ガスを希釈（2倍）しているものの、指針で要求されている測定下限濃度についても満足できること』について記載したが、『放射エネルギーの評価において希釈を考慮した補正が必要になる』という運用管理に関する事項について記載しなかった。

【問題点②】

[原子力安全課 放射線管理システム担当者]

原子力設計課にて焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインを設置することについて検討・決定した後、放射線管理システム担当者が希釈ライン設置をについて認識した際、放射線管理システム担当者は放射線管理システムの仕様変更（希釈ライン設置に伴う補正係数の設定）をしなかった。

【直接要因①】

[規程類]

「設計管理要領」における設計時の検討範囲が、設備設計に係わる事項のみとなり、設備を用いた運用管理が適用範囲外であった。

【直接要因②】

[原子力安全課 原子力設計課]

希釈ライン設置に関して、放出放射エネルギーを評価するという業務全体に対して、原子力設計課と原子力安全課のそれぞれが確認・検討すべき事項に関する責任と権限が不明瞭であり、関係課間のインターフェースが不十分であった。

問題点①および問題点②から抽出された直接要因①および直接要因②に対して、再発防止対策①を提言する。

【再発防止対策①】

「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」において設計要求事項として検討すべき事項を明確にするとともに、運用管理についても検討すべき事項とし、設計と運用とのインターフェースを明確にするよう「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」に記載する。

品質保証文書である現状の「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」では、設計管理において運用管理についても検討することとなっている。また、設計と運用とのインターフェースについても明確にする仕組みになっているため、この取り組みを継続していくこととし、対策済みと評価する。

【問題点③】

[安全管理課 放射線管理システム担当者]

放射線管理システム担当者は、放射線管理システムが必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験において、焼却炉排気ガスサンプルシステムへの希釈の効果が考慮されていないことに気がつかなかった。

【直接要因③】

[規程類]

「設計管理要領」における設計管理項目に、設計の妥当性確認段階で検討すべき事項が定められていなかった。

問題点③から抽出された直接要因③に対して、再発防止案②を提言する。

【再発防止対策②】

「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」の設計管理対象として、基本設計から設計の妥当性確認に至るまでを対象とすることを明確にするとともに、妥当性確認段階において、納入される設備が仕様書の設計要求事項を満足していることを計画した試験および検査等により確認するよう「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」に記載する。

品質保証文書である現状の「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」では、設計管理において基本設計から設計の妥当性確認に至るまでを対象とし、各種段階で確認事項を明確にし、設計管理を行う仕組みになっているため、この取り組みを継続していくこととし、対策済みと評価する。

なお、設計の検証はその設備の仕様はもとより、設備のそもそもの設置目的に立ち返って行われるべきである。しかし、検証のために実際に放射能を含んだガスを用いるのは現実的ではないなど、設備実運用時の条件を満たすことが難しい場合も存在する。そのような場合においては、検証時と実運用時との条件の違い等を考慮に入れて検証を行う必要がある。

また、今回のように影響のある設備の設計が同時期に進行した場合、最新情報の反映漏れが発生する恐れがあることから、検証の段階では用いられている設備情報が最新のものであるかを確認する必要がある。

以上のことから、記載の充実の観点で「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」に以下の項目を設定する。

- ・ 「試験内容が設備の設置目的を踏まえた試験項目となっているか」
- ・ 「試験結果に影響ある設備情報が最新のものか」

【問題点④】

[安全管理課 計算シート作成担当者]

安全管理課計算シート作成担当者は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を作成する際、最新の焼却炉排ガスモニタリング設備に関する系統図を確認しなかった。

【問題点⑧】

[安全管理課]

安全管理課は、安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成から把握する必要があるという指導をしていなかった。

【問題点⑨】

[安全管理課]

安全管理課は、安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成について教えなかった。

【直接要因④／⑧／⑨】

[安全管理課]

排ガスの放射エネルギーを評価するという目的を踏まえて一連の業務プロセスを把握するために必要な教育項目が定められていなかった。

問題点④、問題点⑧および問題点⑨から抽出された直接要因④／⑧／⑨に対して、再発防止対策③－１および再発防止対策③－２を提言する。

【再発防止対策③－１】

「教育訓練管理要領」に基づく安全管理課教育訓練KSAカタログに以下の教育を行うための項目を取り込む。

また、具体的な教育内容は教育テキストとして2020年度に整備する。

なお、教育テキストは本店で放出放射エネルギーの評価を行っている原子力リスク管理グループのレビューを受ける。

- ・放射エネルギーの評価という目的を達成するために確認すべき事項（放射エネルギー評価に関わるシステムおよび設備の考え方、試料採取方法、測定方法、評価方法等）に関する教育
- ・現場におけるシステムおよび設備の確認方法

【再発防止対策③－２】

上記の新たな教育項目を取り込んだ安全管理課教育訓練KSAカタログ※にて継続的な教育を行う。

※KSAカタログ：KSAはKnowledge Skill Attitudeの略であり、業務を遂行する上で必要となる知識、技能、態度を習得するために実施する教育・訓練項目をリスト化したもの。

【問題点⑤】

[安全管理課 副長]

安全管理課副長は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」の審査の際、排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認を行なわなかった。

【問題点⑥】

[安全管理課 細則作成担当者]

安全管理課細則作成担当者は、気体廃棄物の試料採取、測定に関する詳細な手順、測定記録の作成に関する事項を定める「泊発電所所内放射線等測定細則」および放射性廃棄物中の放射エネルギー等の集計方法について定めた「泊発電所放射性廃棄物集計細則」を作成する際、「計算シート」の計算式が誤っていることに気付かずに、細則に取り込んだ。

【問題点⑦】

[安全管理課 副長]

安全管理課副長は「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」制定時の審査の際、焼却炉排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認を行なわなかった。

【問題点⑩】

[安全管理課 課員・課長]

安全管理課は「泊発電所所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」改正時のレビューにおいて、焼却炉排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式が焼却炉煙突排気ガスの放射エネルギーを測定するという評価の目的に照らして適当であるか、問題がないか、という観点でレビューを実施しなかった。

【直接要因⑤／⑦】

要領等の社内文書作成時の審査に関して、社内規程に審査の視点が記載されていたものの、記載内容が具体的ではなく分かりづらい記載となっていた。

【直接要因⑥】

要領等の社内文書作成に関して、社内規程に作成時の視点が記載されていたものの、記載内容が具体的ではなく分かりづらい記載となっていた。

【直接要因⑩】

レビューの観点に関する社内規程の記載内容が十分でなくわかりにくかった。

問題点⑤、問題点⑥、問題点⑦および問題点⑩から抽出された直接要因⑤／⑦、直接要因⑥および直接要因⑩に対して、再発防止対策④－１および再発防止対策④－２を提言する。

【再発防止対策④－１】

社内規程類作成時に作成者、審査者それぞれが同一の観点で規定内容をチェックするために、以下の視点を「文書管理要則」および「文書管理マニュアル」に定める。

- ・設備仕様とその仕様に対する設備運用に不整合がないか
- ・規定されている手順等は、業務目的を達成するために具体的かつ十分か
- ・読み手によらず分かりやすく、誤解を生じさせない記載となっているか

レビューにおいては、作成以降の時間経過による陳腐化を防止するため、以下の視点をさらに追加する。

- ・レビュー実施時点での最新の状況と合致しているか

【再発防止対策④－２】

改正した「文書管理要則」および「文書管理マニュアル」を用いて、社内関係者に教育を行う。

(3) 組織要因の分析および検討

「5. (2) 直接要因の分析結果および再発防止対策案の検討」で行った直接要因の分析および背後要因分析図より、組織要因を検討した結果について以下に示す。

- a. 背後要因分析図で抽出された直接要因①、直接要因②、直接要因③、直接要因⑤、直接要因⑥、直接要因⑦および直接要因⑩より、以下の組織要因①を抽出した。

設計管理として検討する必要がある項目について、設計管理が原子力安全に直結する業務である事を踏まえて設計管理要領に記載すべき事項を設定する仕組みが不十分であったため、設計管理要領の適用範囲に、運用管理への影響確認や設計の妥当性確認段階で確認すべき事項が入っていなかった。(直接要因①、③)

設計管理対象範囲が狭かったことにより、放射エネルギーを評価するという業務全体の中で、希釈ラインの設置に関して原子力設計課と原子力安全課のそれぞれが確認・検討すべき事項に関する責任と権限が不明確なままとなった。結果として各々の部署が自分の責任範囲を狭くとらえて、その外側は関知しないと考えてしまい、業務の最終目的に照らしてプロセス全体が適切かと考える意識が不足していたことから、放射エネルギーの評価で補正が必要であるという運用管理に関する検討・放射線管理システムへの反映がなされなかった(直接要因②)。

また、規程類の記載について読み手の解釈によらず分かりやすい記載とする見直しが行われず、要領等の社内文書に関する作成・審査・レビューの視点が業務目的に合致しているかという観点に欠けていたことから、細則の制改定の際に、記載内容が業務遂行の上で適切かという観点で作成・審査・レビューされることがなかった(直接要因⑤、⑥、⑦、⑩)。

これらの要因の背景には各主管箇所において、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対して適切なものとなっているかどうかを深く意識し、確認するための仕組みが不足していたものと考えられる。

【組織要因①】

各主管箇所において、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対して適切なものとなっているかどうかを深く意識し、確認するための仕組みが不足していた。

- b. 背後要因分析図で抽出された直接要因④／⑧／⑨より、以下の組織要因②を抽出した。

本事象は、放出放射エネルギーを評価する際、試料採取装置より上流の系統構成が評価結果に影響することがあることを安全管理課員が把握せずに「計算シート」および細則を制定したことが原因の一つとなっている。

これは、安全管理課員への教育の中で試料採取装置の上流系統の構成や、希釈ライン

が放出放射エネルギーの評価に関わるという指導がされなかったためである。放射エネルギーの評価に関する教育は、主にデータ集計や報告書作成などの実務を通じて実施されたものの、「泊発電所教育訓練管理要領」に定められた教育項目は業務遂行のために求められる知識・技能を習得する上で十分詳細なものとなっておらず、教育の内容は教育担当者の裁量に依る部分があった。結果として、関連するシステムへの理解も人によりばらつきのあるものとなっており、焼却炉煙突放出端における焼却炉排ガスの放射エネルギーを評価するという本来の目的を達成するための教育項目となっていなかった。(直接要因④/⑧/⑨)

この要因の背景には業務を実施するために必要な力量(知識および技能)を明確にした上で、その力量を習得するための具体的な教育内容を体系立てて設定し、教育する仕組みが不十分であったことが考えられる。

【組織要因②】

教育において、業務遂行に必要な力量を明確にするとともに、その力量を習得するための具体的な教育内容を体系立てて設定し、教育する仕組みが不十分だった。

c. 分析図の各所に見られる要因から、以下の組織要因③を抽出した。

希釈ライン設置や放射線管理システムの設置に関して、原子力設計課と原子力安全課のそれぞれが自分の課の所掌と認識した業務のみを対象として検討するにとどまっており、それぞれがお互いの業務がどのように関連するか確認する姿勢が不足していた。

また、焼却炉排ガスの放射能濃度を測定する機能を有しているかということを確認出来ない性能確認試験、焼却炉排ガスの放射能濃度を正しく測定・評価するということを達成できないマニュアルを作成してしまったことなどから、業務プロセスを包括的に把握・理解して業務本来の目的を達成することを追及する姿勢が不足していた。

さらには、前例踏襲の意識が強く、従前より使用している評価手順に誤りが無いか、測定指針を自らのプラントにそのまま適用できるか、など、現状のマニュアルに不足があるかもしれないという問いかける姿勢および、現状の業務に疑問や不足があると考えられる場合には直ちにそれらの疑問や不足を解消すべく、周囲に働きかける姿勢が不足していた。

これらの要因の背景には、組織を形成する個々人において、他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を追及する姿勢、及び現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクを常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったらそのままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢に不足があったと考えられる。

【組織要因③】

他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を追及する姿勢および現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクを常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったらそのままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢が不足していた。

6. 組織要因対策案の検討・提言

「5. (3) 組織要因の分析および検討」で決定した3項目の組織要因に対して、是正処置・予防処置として組織要因対策を検討した結果を以下に示す。添付資料-5「組織要因と組織要因対策案」

(1) 組織要因①に対する組織要因対策案

【組織要因①】

各主管箇所において、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対して適切なものとなっているかどうかを深く意識し、確認するための仕組みが不足していた。

【組織要因対策案①-1】

業務プロセスを社内規程として文書化する際の要件や手順を定める「文書管理要領」および「文書管理マニュアル」に、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対し、適切かつ十分なものとなるよう、以下の観点を記載する。

- ・規定した業務プロセスにより得られる結果が、業務の本来の目的にかなっているか。
- ・規定した業務プロセスが理解しやすい記載となっているか。
- ・業務の所掌および各業務プロセスのインターフェースが明確で抜けがなく、それぞれの業務に対する責任と権限が適切に割り振られているか。

【組織要因対策案①-2】

改正した「文書管理要領」および「文書管理マニュアル」を用いて、社内関係者に教育を行う。

【組織要因対策案①-3】

業務プロセスに本来の業務目的からの乖離やインターフェースの不整合が発生しないよう、設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動(CM)を強化する。

現在は設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動として、保修要領や設計管理要領などの規程類で構成管理に関する事項について明確にするとともに、CAP等を活用した三要素の均衡を維持・回復する仕組みや、構成管理に係る活動に対し定期的な有効性評価を行うことで自主的改善していく取り組みを強化しており、これらの取り組みを着実に継続していくことから、【組織要因対策案①-3】は対策済と評価する。

【組織要因対策案①-4】

設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動(CM)について定期的な教育を行う。

現在は構成管理の取り組みに係る定期的な教育を開始しており、この取り組みを着実に継続していくことから、【組織要因対策案①－4】は対策済と評価する。

(2) 組織要因②に対する組織要因対策案

【組織要因②】

教育において、業務遂行に必要な力量を明確にするとともに、その力量を習得するための具体的な教育内容を体系立てて設定し、教育する仕組みが不十分だった。

【組織要因対策案②】

体系的教育訓練（以下、「SAT」という。）手法により業務遂行に必要な知識・技能等を分析、抽出し、これらを習得させるための教育訓練プログラムを開発、実施し、その後の評価、改善を行う一連のプロセスを定着させ、要員の力量確保を確実なものとする。

現在は SAT 手法を取り入れた教育について「教育訓練管理要領」および「教育訓練管理マニュアル」に規定し、体系的に教育する仕組みを従前よりも明確にするとともに、今後も教育訓練プログラムの継続的な改善に取り組んでいくこととしていることから、【組織要因対策案②】は対策済みと評価する。

(3) 組織要因③に対する組織要因対策案

【組織要因③】

他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を追及する姿勢および現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクを常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったらそのままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢が不足していた。

【組織要因対策案③－1】

安全文化の育成・維持において、他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を追及する姿勢、および現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクや技術的、人的、組織的な要因の相互作用を常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったらそのままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢を育成、維持させるため、本事象を題材とした意識改善活動を実施する。

さらに、オーバーサイトや WANO、JANSI のピアレビュー等の外部レビューは、自らの業務の欠陥をただちに指摘してもらえるものと期待することはできないが、これらを通じて各分野のエクセレンスを追求し業務を改善していく活動は、自らの業務を省みた際に潜在的なリスクに気付く契機に成り得ることや、潜在リスクに対する自らの感度の

向上に有効であることから、これを組織要因対策案③-2とする。

【組織要因対策案③-2】

外部の目による疑問や指摘を積極的に受け入れることは、自らの業務に潜む潜在リスクを発見する契機に成り得ることや、潜在リスクに対する自らの感度を向上することができることから、オーバーサイト（社内独立、ラインオーバーサイト、電力間オーバーサイト）活動や、WANO、JANSI の外部レビューを活用する。

オーバーサイトの仕組みを構築して活動を開始していること、および、定期的に JANSI および WANO の外部レビューを活用していることから、この取り組みを継続的に実施していくこととし、【組織要因対策案③-2】は対策済と評価する。

7. 類似事象との比較検討

本事象と類似事象との比較により対策の十分性を確認した。

(1) 東海第二発電所の運転期間延長認可申請書及び設置許可申請の審査資料における燃料有効長頂部の寸法値について

「4. 類似事象の調査」にて、当該類似事象では、業務の計画および業務のレビューにおいて、設計検証・妥当性確認が弱い弱のため、過去から使用してきた数値、もしくは設備変更のない範囲の数値を確認することをしなかったことが原因の一つに挙げられており、本事象と類似していることを述べた。

本分析においては、再発防止対策④にて、社内規程類作成時に作成者、審査者が同一の観点から異なる目で規定内容をチェックするための項目、およびレビューにおいては作成以降の時間経過による陳腐化を防止するためのチェック項目を、文書管理要則に定めることとしており、当該類似事象の対策を参考に再発防止として有効な対策が立案されている。

なお、当該類似事象では、新検査制度における CM において、さらに体系的に管理を行っていくことが掲げられているが、本分析においては、組織要因対策にて、CAP 等を活用した CM の均衡を維持・管理する活動を実施することとしており、同様な改善を図っている。

(2) 玄海原子力発電所における気体廃棄物の放出量の誤り

「4. 類似事象の調査」にて、当該類似事象では、放射線管理システムの設計を担当していた本店組織と運用を行う発電所組織間で、相互にチェックする機能が働かなかったことが原因の一つに挙げられており、本事象と類似していることを述べた。

本分析においては、再発防止対策①にて、現状の QMS で規定している設計管理では、運用管理についても検討することとなっているとともに、関係課間のインターフェースについても明確にする仕組みになっているため、当該類似事象の対策と同様の対策がとられている。

なお、当該類似事象では、更なる改善事項として CAP および CM の確実な運用により、保安活動の更なる改善を図っていくことを掲げているが、本分析においては、組織要因対策にて、CAP 等を活用した CM の均衡を維持・管理する活動を実施することとしており、同様な改善を図っている。

添付資料

時系列			問題点
年月日	本店原子力設計課	本店原子力安全課	抽出された問題点
1982.5.10 ～ 1984.3.21		放射線管理システムの概念設計を実施。このシステムには発電所からの放出放射量を評価する機能が含まれている。	
1984.11.1		設計方針書（原安放-84-01）『放射線管理システム プロセス入力について』にて、放射線管理システムへのインプット情報を整理。	
1985.9	発電所で発生する放射性廃棄物の中でも可燃物を焼却する焼却炉の設計を行っている。焼却炉排気放射線モニタのサンプルガスの性状等の検討を開始する。		
1985.10.11		放射線管理システムをメーカーへ発注。	
1985.11.22	泊の焼却炉排気は露点温度が高く、腐食防止の観点からこれを低下させる必要があるため、エアドライヤー付きの希釈ラインを設置する提案を焼却炉排気放射線モニタ設計メーカーより受ける。		
1985.11.29	設計方針書（原設制-85-30）『焼却炉排気放射線モニタの設計について』を作成。このなかでエアドライヤーを用いた乾燥空気をサンプリング流体に混入させ希釈する腐食防止対策が技術的に妥当であること、その場合でもモニタは法令要求である検出限界下限濃度を満足できることを確認した。設計方針書には原子力安全課長が合議している。		問題点① [原子力設計課 設備担当及び課長] 希釈ライン設置の設計方針書において、『空気混合ラインを設置すること』および『被測定ガスを希釈（2倍）しているものの、指針で要求されている測定下限濃度についても満足できること』について記載したが、『放射線量の評価において希釈を考慮した補正が必要になる』という運用管理に関する事項について記載しなかった。
1986.12.1 頃と推定		放射線管理システムの入出力情報の整理を行うなかで希釈ラインの存在についても認識している。しかし、システム内の計算式について仕様変更は行われていない。	問題点② [原子力安全課 放射線管理システム担当者] 原子力設計課にて焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインを設置することについて検討・決定した後、放射線管理システム担当者が希釈ライン設置を認識した際、放射線管理システム担当者は放射線管理システムの仕様変更（希釈ライン設置に伴う補正係数の設定）をしなかった。
1988.6.16		放射線管理システムの検取に先立ち、必要な機能を有しているかを確認する性能確認試験を実施した。	問題点③ [安全管理課 放射線管理システム担当者] 放射線管理システムに必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験において、焼却炉排気ガスサンプル系統への希釈の効果が考慮されていないことに気がつかなかった。
1988.10.17 以前		焼却炉放出放射線の算出、評価を行うための計算式を検討し、それを計算シートにまとめた。計算シートは、上長の審査、承認を経ていない可能性が有る。	問題点④ [安全管理課 計算シート担当者] 放射線量の評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を作成する際、最新の焼却炉排気ガスモニタリング設備に関する系統図を確認しなかった。 問題点⑤ [安全管理課 副長] 放射線量の評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を審査する際、妥当性確認を行わなかった。
1988.10.17	泊発電所1号機 初臨界		
1989.2.15		放出放射線量(トリチウム)の誤った評価が入った報告書(1988年度下期分)を作成、国へ報告した。これ以降の国、道等への報告書でも誤った評価を続けた。	
1994.4.7		「泊発電所 所内放射線等測定細則」初回制定。この中の放出放射線量評価には希釈空気分の補正が行われていない。これ以降、定期的な実施された細則のレビューにおいて誤りを発見出来なかった。	問題点⑥ [安全管理課 細則作成担当者] 細則制定時、計算シートの計算式が誤っていることに気付かず、細則に取り込んだ。 問題点⑦ [安全管理課 副長] 細則制定時の審査の際、排気ガスの放出放射線量を算出する計算式について妥当性確認が行われなかった。
1997.4.1		「泊発電所 放射性廃棄物集計細則」初回制定。この中の放出放射線量評価には希釈空気分の補正が行われていない。これ以降、定期的な実施された細則のレビューにおいて誤りを発見出来なかった。	問題点⑧ [安全管理課 課員・副長] 細則改正時のレビューにおいて、放射線量の計算式が焼却炉煙突排気ガスの放射線量を測定するという評価の目的に照らして適当であるか、問題がないか、という観点でレビューを実施しなかった。【事象発覚まで継続】
1997.4～ 2019.12		定期的な実施された細則のレビューにおいて放射線量評価の誤りを発見出来なかった。日常の業務の中で評価の誤りを発見できず、誤った報告書を出し続けた。	問題点⑧ [安全管理課] 安全管理課員に対する放射線量の評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成から把握する必要があるという指導をしていなかった。【事象発覚まで継続】 問題点⑨ [安全管理課] 安全管理課員に対する放射線量の評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成について教えなかった。【事象発覚まで継続】
2019.12.19	原子力規制庁保安検査官の質問をきっかけに放出放射線量評価に空気希釈分の補正をしていないことが判明		

凡例 : 事実 (設計図書等) : 焼却設備・焼却炉排気系モニタ設置に関する事項 : 安全管理規程類に関する事項 : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの) : 放管システムに関する事項 : 人事異動等のイベント

添付資料-2

年月日 (図書の北電受領、発行日)	北海道電力										メーカー				事実関係		あるべき姿 (本来、実施すべき行為・あるべき意識・本来の設備の状態など)	問題点 (あるべき姿からの逸脱)
	本店					泊建設所/泊発電所					焼却炉設置メーカー NGK	放射線モニタ設置メーカー MAPI/MHI	放射線モニタ検討メーカー MELCO	放管システムメーカー 富士電機	ルール等 (当時の要領等。ただし、現状確認できたものであり、当該日のものではないものもある)	確認した事実		
	原子力設計課	原子力安全課	電気課	安全管理課				放射線設置メーカー	放射線モニタ設置メーカー	放射線モニタ検討メーカー								
1985.3.12	課長A	排気系モニタ設備担当	課長B	放射線管理システム担当	放管要領原案作成者:不明	電気課	課長	放射線管理システム担当	計算シート、マニュアル作成担当	放管要領等作成者	発電					(B)	放射線管理システム担当者は、放射線管理システム取り込むプロセス入力削減について検討し、設計方針書に取りまとめ、承認を得た。また、関係課がある場合は、合議を得る。	
1985.2.12発 1985.3.20受																(A) (B)	原子力安全課は、放射線モニタの基本仕様を示し、焼却炉のプロセス条件が問題ないことを焼却炉設置メーカーにECSで確認した。焼却炉設置メーカーはECSへの回答として、設備側の条件を提示するとともに、モニタへの影響がないことを確認した。	設備設置箇所は、放射線モニタ設置メーカーから依頼された確認事項について、焼却炉設置メーカーに確認する。焼却炉設置メーカーはECSにて依頼された事項について焼却炉の条件を示すとともに、モニタへの影響の有無を回答する。
1985.7.5																(A) (B)	原子力安全課は、焼却炉設置メーカーから示されたプロセス条件を放射線モニタ設置メーカーに提示した。放射線モニタ設置メーカーは提示された条件を確認し、モニタへの影響を確認した。確認の結果、問題が無いもの(排ガス成分)、問題があるもの(露点温度が高い)を明確にし、原子力安全課に回答した。	設備設置箇所は、焼却炉設置メーカーから得た情報をプロセス条件等を放射線モニタ設置メーカーに提示し、問題のないことを確認する。
1985.8.13																(B)	放射線管理システム設計に必要な放射線管理業務の運用の想定を整理するとともに、設計方針書として取りまとめ、承認を得た。	放射線管理システム設置箇所は、放射線管理システム設計に必要な情報を整理し、設計方針書にまとめ、承認を得る。
1985.8.20																(A) (B)	焼却炉設置メーカーは、先行電力に設置されている焼却炉と、今回設置する焼却炉の露点温度に相違(含水蒸気焼却の場合、先行では前処理の局排と排ガスを混合させているため露点が高い)がある事を報告	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。
1985.8.28																(B)	原子力安全課は、放射線管理システムの設置について、設置の目的、設備概要、工等を設計方針書に取りまとめ承認を得た。	放射線管理システム設置箇所は、放射線管理システムの設置について、必要性等を設計方針書に取りまとめ承認を得る。
1985.9																-	-	-
1985.10.11																(A) (B)	放射線モニタ設置メーカーは、法令等の要求から必要となるRMS(焼却炉排気筒にガス、塵埃モニタ、試料採取装置)を設置する必要があること設計図書として取りまとめ提出した。	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。
1985.10.11																(A)	原子力安全課は、放射線管理システムの基本設計が進んだ状況で、放射線管理システムの発注前に放射線管理業務に対するシステム化範囲を整理し、図書として纏めた。合わせて、放射性廃棄物の放出管理に関する対応も整理した。	放射線管理システム設置箇所は、放射線管理システムに取り込む情報の前提となる放射性廃棄物の管理について整理・検討する。
1985.10.11																(A) (B)	原子力安全課は、放射線管理システムは富士電機に内定契約することを社内決議し、基本設計を進め、富士電機に正式発注。	放射線管理システム設置箇所は、放射線管理システムを設置することを正式決定し、発注する。
1985.11.22																(A) (B)	放射線モニタ検討メーカーは、先行PWRとの設計条件の比較し、泊の設備の場合、露点温度が高く機器の信頼性確保の観点からサンプリング流体温度を50℃以下にすることを要求した。	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。
1985.11.22																(A) (B)	放射線モニタ検討メーカーは、モニタの設計上の温度条件をまとめるとともに、温度条件を満足するための設備2案を提示(サンプリングガス自体にエアドライヤーによる空気を注入(推奨) orモニタ前にアフタークーラー設置)した。	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。
1985.11.22																(A) (B)	放射線モニタ設置メーカーは、エアドライヤー方式の採用における懸案事項(検出限界下限の法令要求、自然放射能の影響)に問題ないことを報告した。また、放射線量を算定する場合には、2倍にする必要があることを報告した。	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。

設計・建設時

凡例 : 事実 (設計図書等) : 焼却設備・焼却炉排気系モニタ設置に関する事項 : 安全管理課程類に関する事項 : 配管システムに関する事項

: 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの) : 人事異動等のイベント

添付資料-2

年月日 (図書の北電受領、発行日)	北海道電力										メーカー				補足			
	本店					泊建設所/泊発電所					焼却炉設置メーカー NGK	放射線モニタ設置メーカー MAPI/MHI	放射線モニタ検討メーカー MELCO	放管システムメーカー 富士電機	事実関係		あるべき姿 (本来、実施すべき行為・あるべき意識・本来の設備の状態など)	問題点 (あるべき姿からの逸脱)
	原子力設計課 課長A	排気系モニタ設備担当	課長B	放射線管理システム担当	放管要領原案作成者:不明	電気課	課長	放射線管理システム担当	計算シート、マニュアル作成担当	放管要領等作成者					発電	ルール等 (当時の要領等。ただし、現状確認できたものであり、当該日のものではないものもある)		
1985.11.29	設計方針書 (原設制-85-30)『焼却炉排気放射線モニタの設計について』承認		会議												(B)	設備設計課は、泊発電所特有の焼却炉排気ガス設計になっている事に鑑み、エアド라이어による腐食防止対策の実施の技術的妥当性を確認するとともに、希釈した場合にも法令要求である検出限界下も満足できることを確認し、それを設計方針書に取りまとめ、関係課 (原子力安全課) の合議を得るとともに、承認を得た。 設計方針書には運用管理の考慮事項 (希釈により放出放射線量の算定は2倍する必要があること) の記載はなかった。 原子力安全課は、希釈ラインの設置を踏まえた放射線管理システムの仕様を変更しなかった。 【聞き取り調査結果】 ・捺印の状況から察するに合議を得る前に原子力安全課にも内容は確認してもらっていた。放射線管理システムの担当者に事前確認していたかは覚えていない。 ・放射線管理システムの担当者は、現時点のインタビューでは希釈ラインについて把握していなかった。	設備設計課は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性を確認するとともに、設備の設置による影響を確認し、設計方針書に取りまとめ、必要な関係課の合議を得るとともに、承認を得る。 合議対象の課長は、当該設計方針書の実施内容について、自課の設備や評価への影響を課内で確認をした後に合議する。 設備設置の影響を受ける箇所は、それらの影響を適切に把握し、設備にその影響を反映する。	【問題点①】 原子力設計課は、希釈ライン設置により運用管理に影響がある事を原子力安全課に伝達できなかった (設計方針書に運用管理に関して記載しなかった)。 【問題点②】 原子力安全課は、設計方針書の内容 (影響) を把握し、放射線管理システムの計算式の修正に関する仕様変更をしなかった。
1985.12.4		会議		設計方針書 (原安放-85-30)『放射線管理システムのオンライン入出力』承認											(B)	原子力安全課は、放射線管理システムのオンライン入出力情報の追加、およびそれらの信号レベル等を明確にするるとともに、設計方針書に取りまとめ関係各所の合議を得るとともに、承認を得た。	設備設計課は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性を確認するとともに、設備の運用等の考慮事項を整理し、設計方針書に取りまとめ、必要な関係課の合議を得るとともに、承認を得る。	-
1986以前と想定															-	原子力安全課は、放射線管理要領策定にあたり、その内容について事前に検討するとともに、要領 (案) として取りまとめた。作成日は不明であるが、以下の内容が記載されている。 ・放射線等測定管理の管理基準 (インデックス5) が記載され、空気中放射性物質濃度の測定については3σの式を用いることを記載。 ・放射性廃棄物管理要領 (案) (インデックス11) として、管理すべき気体廃棄物処理系統図が記載されており、WD/Bの系統としてR-30,31,32の系統図があるが希釈空気の系統は記載なし。 ・測定指針に基づき放射性廃棄物の放射線量の測定方法 (インデックス12) が記載され、気体廃棄物の測定フローがあるが、希釈空気や補正に関する記載なし。空気中放射性物質濃度の測定については3σの式を用いることを記載。 【聞き取り調査結果】 要領書に記載の系統図は設置許可の図面を参考とした。	設備主管課は、社内規程類の策定に伴い、その記載内容の妥当性を設計図書等で確認・検討し、その内容を資料として取りまとめる。	-
1986.1.9				社内検討資料『放射性気体廃棄物 (希ガス) の放射線濃度・放射線の求め方』											(A)	原子力安全課は、希ガスの放射線濃度・放射線の求め方として、モニタが検出する場合における測定結果の取り込み方法について整理し取りまとめた。 ただし、作成・審査・承認された資料であるかは不明である。	設備設計課は、設備の設置にあたり、必要となる事項を整理・検討する。	-
1986.3.17	当該図書受領												提出図書『WD/B内設置放射線モニタ設備供給分担 R1』提出		(B)	放射線モニタ検討メーカーは、焼却炉排気系モニタがプラント本体設備と同様、放射線モニタ設置メーカーの所掌となったことを踏まえ、その所掌を明確にする資料を作成し、当社へ提出することで合意を得た。 なお、当該資料については、エアド라이어の系統も反映されており、最新の設備情報が取り込まれている。	設備設計課はRMS設置・検討メーカーと業務所掌の変更に伴い、設計取合いを明確にする。 また、設備変更があった際は、その最新の状況が図書に反映されている。	-
1986.5.7	当該図書受領												提出図書『試料採取装置仕様書 R3』提出 ・R3として、焼却炉排気ガスは露点温度が高いため、エアド라이어を設置して乾燥空気混合方式を採用すること、トリチウム測定用として混合空気供給ラインに露点計を設けることが反映される。		(A) (B)	放射線モニタ設置メーカーは、焼却炉排気系モニタに関する検討結果を資料に反映し、図書に取りまとめ提出するとともに、原子力設計課はその内容を確認した。	設備設計課は、焼却炉排気系モニタの仕様を最新の検討状況を反映したものである事を確認する。	-
1986.8				泊建設所の本格化に伴い、本店設計課⇄サイト電気課に多くの担当者が異動											-	-	-	-
1986.9.30				当該図書受領									契約資料『雑固体焼却設備 御契約仕様書』提出		(A)	原子力安全課と焼却炉設置メーカーは設備の発注において仕様を明確にし、共有した。(なお、供給範囲として、放射線監視は北電供給となっている)	設備設計課は、焼却炉設置の発注において、設備設置メーカーとその仕様について明確にする。	-
1986.9.29	当該図書受領												提出図書『焼却炉排気系放射線モニタの腐食対策の改善提案』提出 ・スチールワールユニットの追設提案。 ・系統図にはエアド라이어の記載あり。		(A) (B)	放射線モニタ検討メーカーは、モニタの更なる腐食防止対策としてスチールワールユニットの設置を検討し、その検討結果を図書に取りまとめ、設備設計課に提出し、当社は、内容を確認した。なお、系統図にはエアド라이어の記載あり。	設備設置箇所は、設備の設置にあたり、当該設備の技術的妥当性に関してメーカーと協議を行うとともに、協議結果を打合せや設計図書にて明確にする。	-

凡例  : 事実 (設計図書等)  : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)  : 焼却設備・焼却炉排気系モニタ設置に関する事項  : 安全管理課規程類に関する事項  : 放管システムに関する事項  : 人事異動等のイベント

添付資料-2

年月日 (図書等の北電受領、発行日)	北海道電力										メーカー				補足				
	本店					泊建設所/泊発電所					焼却炉設置メーカー NGK	放射線モニタ設置メーカー MAPI/MHI	放射線モニタ検討メーカー MELCO	放管システムメーカー 富士電機	事実関係		あるべき姿 (本来、実施すべき行為・あるべき意識・本来の設備の状態など)	問題点 (あるべき姿からの逸脱)	
	原子力設計課		原子力安全課			電気課		安全管理課							ルール等 (当時の要領等。ただし、現状確認できたものであり、当該日のものではないものもある)	確認した事実			
課長A	排気系モニタ設備担当	課長B	放射線管理システム担当	放管要領原案作成者: 不明	電気課	課長	放射線管理システム担当	計算シート、マニュアル作成担当	放管要領等作成者	発電	確認した事実	確認した事実							
1988.10.17							①「泊発電所放射線管理要領」初回制定 (施行)								放射線管理の運用全般に関する事項について定められたもので以下の章で構成されている。 第6章ではR-30.31.32の測定点を系統図上で示しており、第12章では焼却炉排気系統図でR-30.31.32位置も示している。 第1章 総則、第2章 管理区域等の設定、第3章 管理区域等の出入管理、第4章 個人管理、第5章 作業管理、第6章 所内放射能の測定、第7章 環境放射能の測定、第8章 計測器類の管理、第9章 防護具類の管理、第10章 物品の移動管理、第11章 汚染管理、第12章 放射性廃棄物管理、第13章 放射性同位元素等の管理、第14章 教育、第15章 外来者の管理 初回制定時において、焼却炉排ガスに対するサンプリング系統の乾燥空気による希釈や放出放射能量の算出における希釈補正に関する記載はない (プロセスモニタ測定点図、気体廃棄物処理系統説明図含む)。 【聞き取り調査結果】 安全管理課の業務所掌が、排ガスモニタデータや試料採取装置で取得したサンプルデータを計算し報告書を作成することであったため、取得されたデータ処理に注力し系統を把握する意識が希薄だった可能性がある (推定)。				
1988.10.17						泊発電所1号機 初臨界													
1989.2.14																			
1989.2.15																			
1989.4.26																			
1989.5.15																			

初回報告時は焼却炉稼働のトリチウムはNDのため影響なし。

未補正により、初回報告時から焼却炉稼働のトリチウム放出量に誤り。(1回目)

未補正により、初回報告時から焼却炉稼働のトリチウム放出量に誤り。(1回目)

時系列図(運開後)

凡例
[実線] : 事実 (設計図書等)
[点線] : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)

[灰色] : 安全管理課在籍期間外
[赤枠] : 安全管理課長在任期間

[青] : 焼却設備・焼却炉排気系モニタに関する事項
[黄] : 放管システムに関する事項

[緑] : 安全管理課規程類に関する事項
[紫] : 社外報告書に関する事項

Main table with columns for dates, personnel (A-K), departments (北海通電力, 原子力監査, etc.), and detailed event descriptions. Includes rows for dates like 1997.4.1, 1998年, 1998.5.28, 2000.11.30, 2001.4.1, 2003.3.20, 2006.9.25-27, and 2007.2.21.

時系列図(運開後)

凡例
[] : 事実 (設計図書等)
[] : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)

[] : 安全管理課在籍期間外
[] : 安全管理課長在任期間

[] : 焼却設備・焼却炉排気系モニタに関する事項
[] : 放管システムに関する事項

[] : 安全管理課規程類に関する事項
[] : 社外報告書に関する事項

Table with columns for date, safety management staff, plant staff, and various activity categories. Includes rows for dates like 2007.6.25-6.27, 2008.9.12, 2009.1.1, 2009.1.24, 2009.2.20, 2011.4, 2011.7.27-29, 2013, and 2015.1.28. Contains detailed descriptions of safety management activities, equipment updates, and training.

時系列図(運開後)

凡例
[実線] : 事実 (設計図書等)
[点線] : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)

[グレー] : 安全管理課在籍期間外
[赤枠] : 安全管理課長在任期間

[青] : 焼却設備・焼却炉排気系モニタに関する事項
[黄] : 放管システムに関する事項

[緑] : 安全管理課規程類に関する事項
[紫] : 社外報告書に関する事項

Table with columns for date, safety management staff (A-J), power plant staff (A-K), and various activity categories. Rows include dates like 2015.3.20, 2015年 (詳細時期不明), 2016.3, 2017.9.15, 2018.2, 2018年 (詳細時期不明), and 2018.4.20. The table contains detailed descriptions of safety management activities, training, and equipment updates.

時系列図(運開後)

- 凡例
- : 事実 (設計図書等)
 - : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)
 - : 安全管理課在籍期間外
 - : 安全管理課長在任期間
 - : 焼却設備・焼却炉排気系モニタに関する事項
 - : 放管システムに関する事項
 - : 安全管理課規程類に関する事項
 - : 社外報告書に関する事項

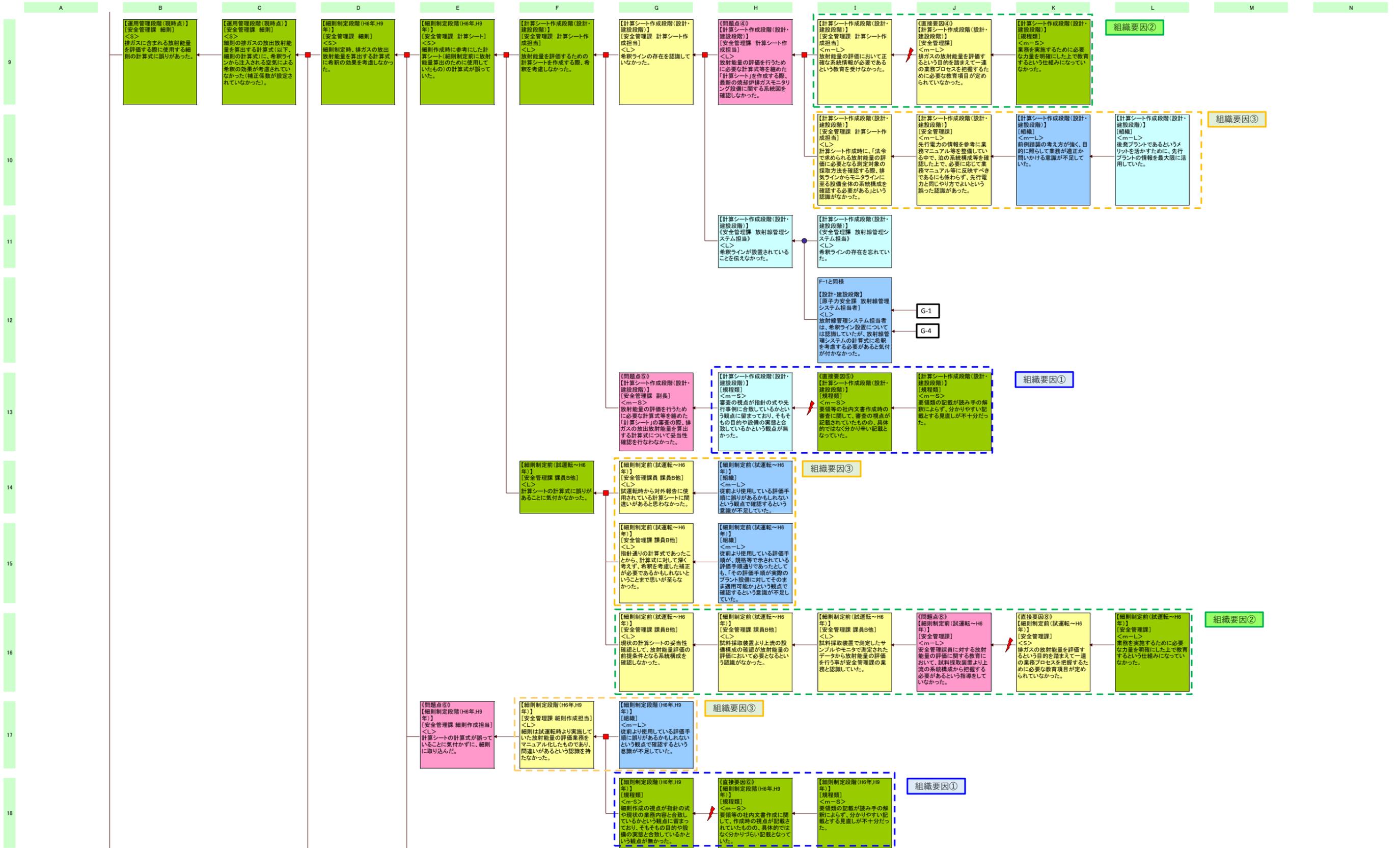
年月日	北海道電力													電気保修課/制御保修課	発電	原子力監査	オーバーサイト		メーカ 放管システムメーカ 富士電機	事実関係 ルール等(当時の要領等、ただし、現状確認できたものであり、当該日のものではないものもある)	補足 あるべき姿 (本来、実施すべき行為・あるべき意識・本来の設備の状態など)	問題点 (あるべき姿からの逸脱)									
	泊発電所											原子力保安統括					CFAM(RP分野)	確認した事実					あるべき姿	問題点							
	安全管理課長											安全管理課長																			
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	課員A	課員B	課員C	課員D	課員E	課員F	課員G	課員H	課員I	課員J	課員K	課員A	課員B	社内独立オーバーサイト	ラインオーバーサイト	CFAM(RP分野)	確認した事実	あるべき姿	問題点			
2018.5.14																									ラインオーバーサイト実施計画立案		【J】 【オーバーサイト業務運用マニュアル】 CFAMは標準的な情報源(不適合データ、ピアレビュー報告書等)を活用してオーバーサイトの実施内容を選定する。	RP分野のCFAMは、2018年度のラインオーバーサイトとして、以下の実施計画を立てた。 泊発電所の規程等に示される管理・運用手法を以下のROPガイド案の観点から確認し、修正すべき点を洗い出し、可能であれば対応策についてまでの議論を行なう。 ・放射線被ばくの管理 ・放射線ハード評価及び被ばく抑制 ・放射線被ばくALARA活動 ・放射線区域管理 ・環境放射線モニタリング ・放射線モニタリング設備	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセレンスの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-	
2018.5.24.25																									ラインオーバーサイトに係る発電所訪問、提言		【K】 【オーバーサイト業務運用マニュアル】 CFAMは、四半期ごとを目途に発電所を訪問し、MO、各種の文書確認、関係者へのインタビュー等を行い、発電所のパフォーマンスを確認し、提言等をSFAMおよび原安品GLへ連絡する。	CFAMは、安全管理課員ヘインタビューし、検査ガイドの要求事項と泊発電所の管理との間の相違を確認し、気付きとして以下の2点を早期に対応が必要な事項としてあげた。 ・ALARA活動のための会議体の設置・運用 ・放射線業務従事者に周知すべき事項を早期に周知する仕組みの構築	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセレンスの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-	
2018.9.25																									ラインオーバーサイトに係る発電所訪問、提言		【K】	CFAMは、安全管理課員ヘインタビューし、検査ガイドの要求事項と泊発電所の管理との間の相違を確認し、気付きとして以下の2点を早期に対応が必要な事項としてあげた。 ・放射線固体廃棄物の処理、保管、貯蔵等の各段階における、放射線影響に関するリスクアセスメントの実施 ・放射性固体廃棄物を起因とする一般公衆の被ばく抑制についての取り組み	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセレンスの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-	
2018.12.11																									ラインオーバーサイトに係る発電所訪問、提言		【K】	CFAMは、安全管理課員ヘインタビューし、検査ガイドの要求事項と泊発電所の管理との間の相違を確認し、気付きとして以下の2点を早期に対応が必要な事項としてあげた。 ・環境試料の放射能測定的外部委託先の品質プログラムが妥当であることの確認 ・放射性液体廃棄物の放水口濃度を求めるため、希釈水量として用いているCWPおよびSWPの実際の流量が定格流量を下回っていないことの確認	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセレンスの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-	
2019.1.23																											【改正およびレビュー】 泊発電所所内放射線等測定細則 改正19 決裁	【改正およびレビュー】 泊発電所所内放射線等測定細則 改正19	【改正およびレビュー】 泊発電所所内放射線等測定細則 改正19	【問題点②-2】 マニュアルレビューにおいて、放射線を評価する計算式が目的に照らして適当であるか、問題がないか、という観点から確認されることがなかった。	-
2019.3.20																									社内独立オーバーサイト計画立案		【I】	原子力保安統括は、2019年度の社内独立オーバーサイトとして、以下の実施計画を立てた。 ・CM(構成管理)の整備状況 ・現場における基本動作の改善(継続) ・当社社員は委託業務を適切に管理しているか(対象は安全管理課)	独立した監視組織の委員は、原子力安全の標準や規制要件に適合していることを検証するとともに、最高レベルとのギャップを抽出し、継続した改善を奨励するために、パフォーマンスの評定、点検、調査、監査、評価を行う。	-	
2019.3.20																									ラインオーバーサイト実施計画立案		【J】	RP分野のCFAMは、2019年度のラインオーバーサイトとして、以下の実施計画を立てた。 2018年度に行った提言が、泊発電所の放射線管理及び放射性廃棄物管理に反映されたかを規定類の確認を中心にフォローしていく。	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセレンスの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-	

時系列図(運開後)

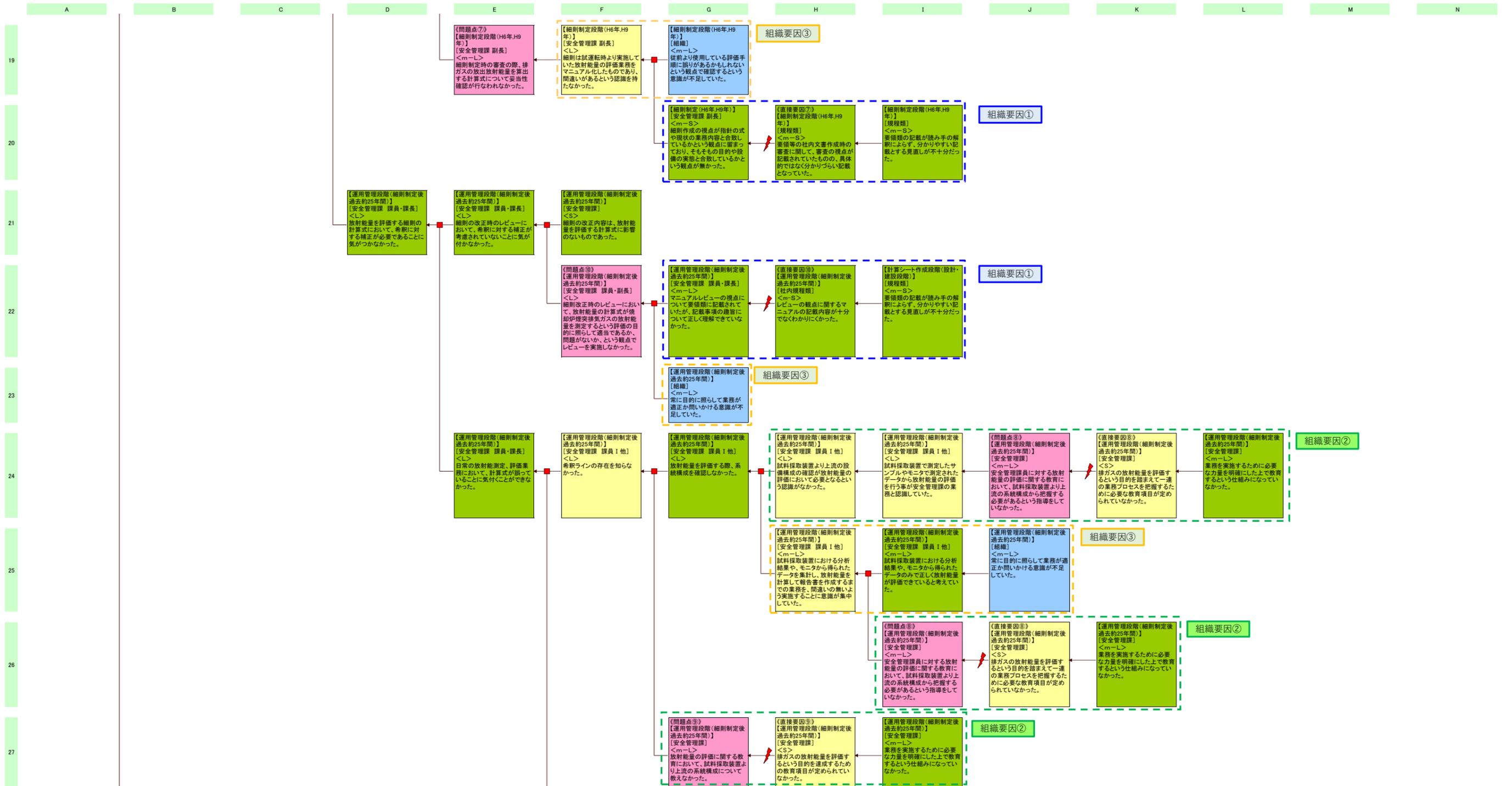
- 凡例
- : 事実 (設計図書等)
 - : 事実認定 (推定事項だが設計図書等から事実と認定できるもの)
 - : 安全管理課在籍期間外
 - : 安全管理課長在任期間
 - : 焼却設備・焼却炉排気系モニタに関する事項
 - : 放管システムに関する事項
 - : 安全管理課規程類に関する事項
 - : 社外報告書に関する事項

年月日	北海通電力																				電気保修課/制御保修課	発電	原子力監査	オーバーサイト		メーカー 放管システムメーカー 富士電機	事実関係		補足 あるべき姿 (本来、実施すべき行為・あるべき意識・本来の設備の状態など)	問題点 (あるべき姿からの逸脱)
	安全管理課長										安全管理課員													社内独立オーバーサイト 原子炉保安統括	ラインオーバーサイト CFAM(RP分野)		確認した事実	あるべき姿		
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	課員A	課員B	課員C	課員D	課員E	課員F	課員G	課員H	課員I	課員J										
2019.3.28																									(K)	CFAMは、安全管理課員ヘンタビューし、先行電力のROP試運用でNRAが確認した事項について泊発電所での適合性を確認した際に、気付きたり以下の3点を再確認断面積までに対応が必要な事項としてあげた。 ・作業許可または実施段階において、放射線管理上のリスクや注意事項等が作業者に十分に周知されること ・作業者に、作業場所等の放射線環境の情報が十分に周知されること ・計画線量と実績線量の乖離の原因調査および被ばく低減対策の検討に、さらに線量を低減するための工夫をすること	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセルシオの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-		
2019.5.7																										【オーバーサイト業務運用マニュアル】 原子炉保安統括は、オーバーサイトの実績について、上期および年度末実績を「原子力発電安全委員会」および「原子力安全・品質委員会」に報告する。 ・細則改正や訓練結果の分析は改善されているが、さらに定量的な分析、教育Cとの協調などによりさらなる充実を図ること。 ・現場での若年層の基本動作については、気付き事項、改善策をあげたが、インビュー等の実施により収集する情報を充実し、次年度も同テーマで継続して分析、改善を実施していく。 ・管理職によるMO実施回数を増やすため、インビュー等により現状を調査し、実施を把握して、MO実施回数をPI設定したり、MO実施回数目標値、実績値のインターネット公開などを提案した。	独立した監視組織の委員は、原子力安全の標準や規制要件に適合していることを検証するとともに、最高レベルとのギャップを抽出し、継続した改善を奨励するために、パフォーマンスの評定、点検、調査、監査、評価を行う。	-		
2019.5.7																										【オーバーサイト業務運用マニュアル】 2018年度のラインオーバーサイトでは、新検査制度で使用される放射線管理および放射性廃棄物管理に係る検査ガイドを活用し、要求事項などの程度満足できているか、改善点はどのようなものかを確認して提言を行った。	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセルシオの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-		
2019.6.18																									(K)	CFAMは、安全管理課員ヘンタビューし、前年度の提言・気付き事項への対応状況を確認し、主に以下の気付き事項をあげた。 ・ALARA会議への本店の関与 ・協力社への被ばく低減対策の周知	発電所と本店のマネージャーは、高いレベルの原子力安全、放射線安全、作業安全、環境安全のパフォーマンスを達成し、維持するために必要な支援や資源の割当てについて連携し、各分野のパフォーマンスをモニタリングすることによりエクセルシオの把握、解決すべき課題の抽出、改善策の立案、実施といった活動を行う。	-		
2019.8.26~30																										【D-1-1-4】原子力監査室 内部監査管理マニュアル 原子力監査室長は、監査対象組織が実施するQMSが業務の計画に適合しているか、保安規定の要求事項に適合しているか、組織が決めたQMSの要求事項に適合しているか、QMSが効果的に実施され、維持されているかについて、書類確認、聞き取り調査、現場確認、その他必要と認める方法により内部監査を実施する。 【聞き取り調査結果：原子力監査室】 監査に関する一般的事項を以下のとおり聴取した。 ・監査対象範囲は保安規定傘下のQMS全体であり、そこに軽重をおきサンプリング等を活用してQMS全体を評価しており、網羅性を担保している。 ・監査のウェイトの置き方の例として、過去の監査実績や、新検査制度など昨今の情勢を参考にしている。 ・トラブル、不適合への対応状況にも着目して監査を実施している。QMSに適合して業務が行われているか、社内ルールを遵守しているか、コンプライアンスの状況確認のほか、トップマネジメントからの期待事項等を踏まえ、パフォーマンススペースの視点もあわせて監査を実施している。	独立した監視組織の委員は、原子力安全の標準や規制要件に適合していることを検証するため、その遵守状況に焦点をあてて点検、監査、評価を行っている。	-		
2019.9.1																									(H)	【泊発電所 放射線管理要領】改正36 第6章及び第12章で法令名称の略称の明確化。要領改正時にあわせて実施したレビューは、安全管理課で定めたレビュー項目である。 ①規程類の内容が業務を実施するうえで合理的・効率的か ②規程類に追加する内容はないか(計画的な新規業務の追加) ③規程類の変更はないか(計画的な業務の変更) ④誤記(誤字・脱字)はないか ⑤解り難い記載はないか ⑥この観点の他に、使いやすさか、前後のつながりや順番などに問題がないか、無駄な記載、冗長な記載がないか、といった観点から行なわれた。 ※聞き取りの結果、制定以降規程類改正の度に同様のレビューをあわせて実施してきていることを確認した。	マニュアル更新の際には、その内容が適切性、妥当性の観点から、目的に照らして適当で十分であるか、問題がないか、変更の必要がないか再評価し、業務がねらう結果が確実に実現できるとともに、他の関連業務とも整合し、悪影響を及ぼすことがないかどうか、評価し、判断する。	【問題点③-3】 マニュアルレビューにおいて、放射線量を評価する計算式が目的に照らして適当であるか、問題がないか、という観点から要領が見直されることがなかった。		

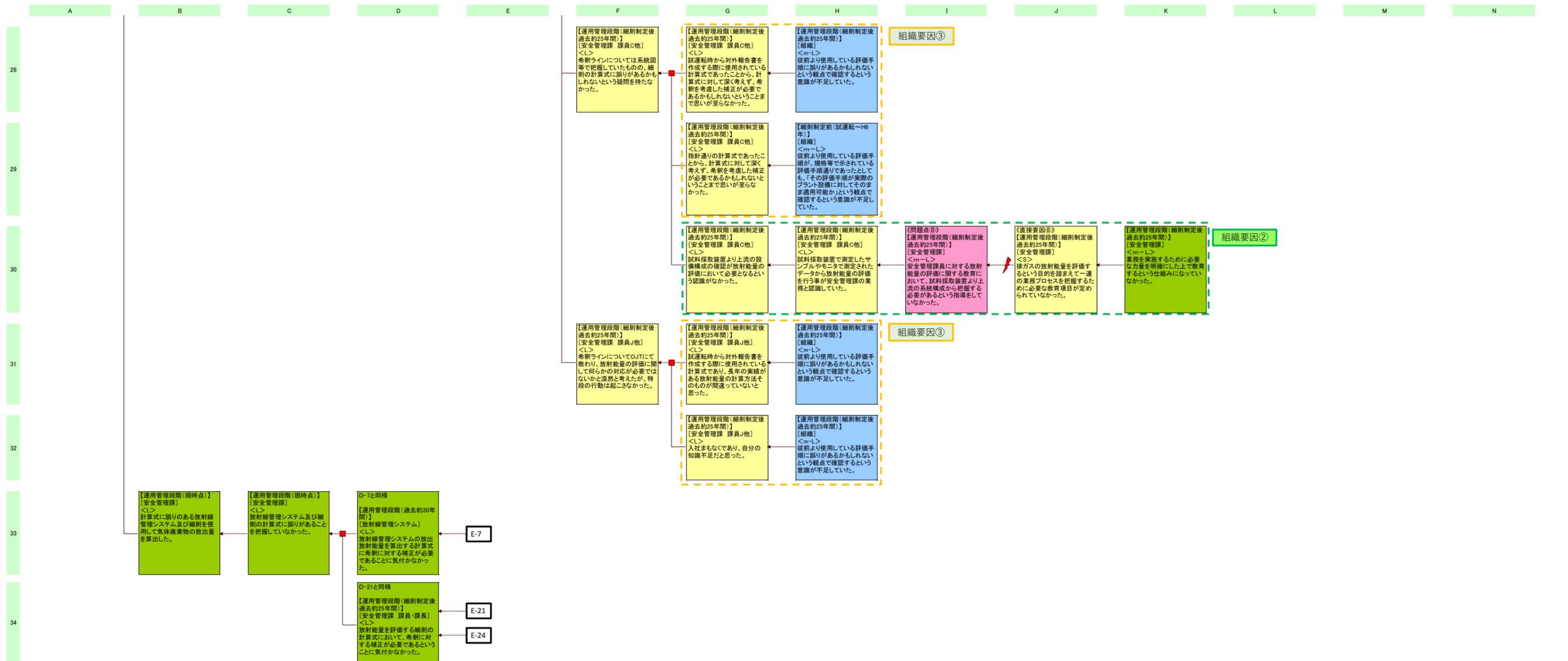
要因分析図



要因分析図



要因分析図



【運用管理段階(現時点)】
【安全管理課】
<L>
計算式に誤りのある放射線管理システム及び放射線管理システムと並びある放射線管理システム及び放射線管理システムを使用して気体廃棄物の放出量を算出した。

【運用管理段階(現時点)】
【安全管理課】
<L>
放射線管理システム及び放射線の計算式に誤りがあることを把握していなかった。

D-7と同様
【運用管理段階(過去約30年間)】
【放射線管理システム】
<L>
放射線管理システムの放出放射線量を算出する計算式に希釈に対する補正が必要であることに気付かなかった。

D-21と同様
【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員・課長】
<L>
放射線量を評価する細則の計算式において、希釈に対する補正が必要であるということに気付かなかった。

E-7

E-21

E-24

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
<L>
希釈ラインについては系統図等で把握していたものの、細則の計算式に誤りがあるかもしれないという疑問を持たなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
<L>
試験運転時から使用されている計算式であったことから、計算式に対して深く考えず、希釈を考慮した補正が必要かもしれないことまで思いが至らなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
【組織】
<m-L>
従前より使用している評価手順に誤りがあるかもしれないという観点で確認するという意識が不足していた。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
<L>
指針通りの計算式であったことから、計算式に対して深く考えず、希釈を考慮した補正が必要かもしれないことまで思いが至らなかった。

【運用管理段階(細則制定前(試験～H6年)】
【組織】
<m-L>
従前より使用している評価手順が、規格等で示されている評価手順通りであったとしても、「その評価手順が実際のプラント設備に対してそのまま適用可能か」という観点で確認するという意識が不足していた。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
<L>
試験採取装置より上流の設備構成の確認が放射線量の評価において必要となるという認識がなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員C他】
<L>
試験採取装置で測定したサンプルやモニターで測定されたデータから放射線量の評価を行う事が安全管理課の業務と認識していた。

【問題点⑧】
【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課】
<m-L>
安全管理課員に対する放射線量の評価に関する教育において、試験採取装置より上流の系統構成から把握する必要があるという指導をしていなかった。

【直接要因⑧】
【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課】
<S>
排ガスの放射線量を評価するという目的を踏まえて一連の業務プロセスを把握するために必要な教育項目が定められていなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課】
<m-L>
業務を実施するために必要な力量を明確にした上で教育するという仕組みになっていなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員J他】
<L>
希釈ラインについてOJTにて教わり、放射線量の評価に必要としないかと漠然と考えたが、特段の行動は起こさなかった。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員J他】
<L>
試験運転時から対外報告書を作成する際に使用されている計算式であり、長年の実績がある放射線量の計算方法そのものが間違っていないと思っ

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【組織】
<m-L>
従前より使用している評価手順に誤りがあるかもしれないという観点で確認するという意識が不足していた。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員J他】
<L>
入社もななく、自分の知識不足だと思っ

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【組織】
<m-L>
従前より使用している評価手順に誤りがあるかもしれないという観点で確認するという意識が不足していた。

【運用管理段階(細則制定後過去約25年間)】
【安全管理課 課員J他】
<L>
入社もななく、自分の知識不足だと思っ

直接要因と再発防止対策案

業務プロセス	問題点 (時系列から抽出された局所的なプロセスの不備)	直接要因 (問題を発生させた主要因)	再発防止対策案 (当該事象以外の水平展開を踏まえた再発防止対策)	効果点	対策後の残留リスクや副作用
設計管理プロセス	問題点① [原子力設計課 設備担当及び課長] 原子力設計課の設備担当及び課長は、希釈ライン設置の設計方針書において、『空気混合ラインを設置すること』および『被測定ガスを希釈(2倍)しているものの、指針で要求されている測定下限濃度についても満足できること』について記載したが、『放射エネルギーの評価において希釈を考慮した補正が必要になる』という運用管理に関する事項について記載しなかった。	直接要因① [規程類] 「設計管理要領」における設計時の検討範囲が、設備設計に係わる事項のみとなっており、設備を用いた運用管理が適用範囲外であった。	再発防止対策① 「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」において設計要求事項として検討すべき事項を明確にするとともに、運用管理についても検討すべき事項とし、設計と運用とのインターフェースを明確にするよう「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」に記載する。	4 分かりやすくする	記載の見落としや、理解不足が発生する可能性がある。
	問題点② [原子力安全課 放射線管理システム担当者] 原子力設計課にて焼却炉排気ガスサンプル系統に希釈ラインを設置することについて検討・決定した後、放射線管理システム担当者が希釈ライン設置を認識した際、放射線管理システム担当者は放射線管理システムの仕様変更(希釈ライン設置に伴う補正係数の設定)をしなかった。	直接要因② [原子力安全課 原子力設計課] 希釈ライン設置に関して、放出放射エネルギーを評価するという業務全体に対して、原子力設計課と原子力安全課のそれぞれが確認・検討すべき事項に関する責任と権限が不明瞭であり、関係課間のインターフェースが不十分であった。	【対策済】 現状の「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」では、設計管理において運用管理についても検討することとなっている。また、設計と運用とのインターフェースについても明確にする仕組みになっており、この取り組みを継続していく。		
	問題点③ [安全管理課 放射線管理システム担当者] 放射線管理システム担当者は、放射線管理システムが必要な機能を発揮できているか確認するための性能確認試験において、焼却炉排気ガスサンプル系統への希釈の効果が考慮されていないことに気がつかなかった。	直接要因③ [規程類] 「設計管理要領」における設計管理項目に、設計の妥当性確認段階で検討すべき事項が定められていなかった。	再発防止対策② 「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」の設計管理対象として、基本設計から設計の妥当性確認に至るまでを対象とすることを明確にするとともに、妥当性確認段階において、納入される設備が仕様書の設計要求事項を満足していることを計画した試験および検査等により確認するよう「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」に記載する。 【対策済】 現状の「設計管理要領」および「設計管理マニュアル」では、設計管理において基本設計から設計の妥当性確認に至るまでを対象とし、各種段階で確認事項を明確にし、設計管理を行う仕組みになっており、この取り組みを継続していく。 試験検査の着眼点について記載の充実の観点から、以下の項目を追記する。 ・ 「試験内容が設備の設置目的を踏まえた試験項目となっているか」 ・ 「試験結果に影響ある設備情報が最新のものか」	4 分かりやすくする	記載の見落としや、理解不足が発生する可能性がある。

教育 プロセス	<p>問題点④ [安全管理課 計算シート作成担当者]</p> <p>安全管理課計算シート作成担当者は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」を作成する際、最新の焼却炉排ガスモニタリング設備に関する系統図を確認しなかった。</p>	<p>直接要因④/⑧/⑨</p> <p>[安全管理課]</p> <p>排ガスの放射エネルギーを評価するという目的を踏まえて一連の業務プロセスを把握するために必要な教育項目が定められていなかった。</p>	<p>再発防止対策③－1</p> <p>「教育訓練管理要領」に基づく安全管理課教育訓練 KSA カタログに以下の教育を行うための項目を取り込む。</p> <p>また、具体的な教育内容は教育テキストとして 2020 年度に整備する。</p> <p>なお、教育テキストは本店で放出放射エネルギーの評価を行っている原子力リスク管理グループのレビューを受ける。</p> <ul style="list-style-type: none"> 放射エネルギーの評価という目的を達成するために確認すべき事項（放射エネルギーの評価に関わる系統および設備の考え方、試料採取方法、測定方法、評価方法等）に関する教育 現場における系統および設備の確認方法 	4	教育テキストの記載が不十分になる可能性がある。	
	<p>問題点⑧ [安全管理課]</p> <p>安全管理課は安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成から把握する必要があるという指導をしていなかった。</p> <p>問題点⑨ [安全管理課]</p> <p>安全管理課は安全管理課員に対する放射エネルギーの評価に関する教育において、試料採取装置より上流の系統構成について教えなかった。</p>		<p>再発防止対策③－2</p> <p>上記の新たな教育項目を取り込んだ安全管理課教育訓練 KSA カタログにて継続的な教育を行う。</p>	1 知覚能力を持たせる	知識レベル・感度により教育の効果に差が生じる可能性がある。 教育の効果は継続的に実施しなければ現れにくい。	
マニュアル 作成・審査・ レビュー プロセス	<p>問題点⑥ [安全管理課 細則作成担当]</p> <p>安全管理課細則作成担当者は、気体廃棄物の試料採取、測定に関する詳細な手順、測定記録の作成に関する事項を定める「泊発電所内放射線等測定細則」および放射性廃棄物中の放射エネルギー等の集計方法について定めた「泊発電所放射性廃棄物集計細則」を作成する際、「計算シート」の計算式が誤っていることに気付かずに、細則に取り込んだ。</p>	<p>直接要因⑥</p> <p>要領等の社内文書作成に関して、社内規程に作成時の視点が記載されていたものの、具体的ではなく分かりづらい記載となっていた。</p>	<p>再発防止対策④－1</p> <p>社内規程類作成時に作成者、審査者それぞれが同一の観点で規定内容をチェックするために、以下の視点を「文書管理要則」および「文書管理マニュアル」に定める。</p> <ul style="list-style-type: none"> 設備仕様とその仕様に対する設備運用に不整合がないか 規定されている手順等は、業務目的を達成するために具体的かつ十分か 読み手によらず分かりやすく、誤解を生じさせない記載となっているか 	4 わかりやすくする	記載の見落としや、理解不足が発生する可能性がある。	
	<p>問題点⑤ [安全管理課 副長]</p> <p>安全管理課副長は、放射エネルギーの評価を行うために必要な計算式等を纏めた「計算シート」の審査の際、排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認を行なわなかった。</p>		<p>直接要因⑤/⑦</p> <p>要領等の社内文書作成時の審査に関して、社内規程に審査の視点が記載されていたものの、具体的ではなく分かりづらい記載となっていた。</p>			<p>レビューにおいては、作成以降の時間経過による陳腐化を防止するため、以下の視点をさらに追加する。</p> <ul style="list-style-type: none"> レビュー実施時点での最新の状況と合致しているか
	<p>問題点⑦ [安全管理課 副長]</p> <p>安全管理課副長は「泊発電所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」制定時の審査の際、排ガスの放出放射エネルギーを算出する計算式について妥当性確認が行なわれなかった。</p>		<p>直接要因⑩</p> <p>レビューの観点に関する社内規程の記載内容が十分でなくわかりにくかった。</p>			<p>再発防止対策④－2</p> <p>改正した「文書管理要則」および「文書管理マニュアル」を用いて、社内関係者に教育を行なう。</p>
<p>問題点⑩ [安全管理課 課員・課長]</p> <p>安全管理課は「泊発電所内放射線等測定細則」および「泊発電所放射性廃棄物集計細則」改正時のレビューにおいて、放射エネルギーの計算式が焼却炉煙突排気ガスの放射エネルギーを測定するという評価の目的に照らして適当であるか、問題がないか、という観点でレビューを実施しなかった。</p>						

組織要因と組織要因対策案

関連する直接要因	組織要因 (直接要因の背後にある組織の弱点)	組織要因対策案 (組織として改善を要する事項とその対策)	効果点	対策後の残留リスクや副作用
<p>直接要因① 「設計管理要領」における設計時の検討範囲が、設備設計に係わる事項のみとなっており、設備を用いた運用管理が適用範囲外であった。</p> <p>直接要因③ 「設計管理要領」における設計管理項目に、設計の妥当性確認段階で検討すべき事項が定められていなかった。</p>	<p>組織要因① 各主管箇所において、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対して適切なものとなっているかどうかを深く意識し、確認するための仕組みが不足していた。</p>	<p>組織要因対策案①－1 業務プロセスを社内規程として文書化する際の要件や手順を定める「文書管理要領」および「文書管理マニュアル」に、個々の業務プロセスが達成すべき業務目的に対し、適切かつ十分なものとなるよう、以下の観点を記載する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・規定した業務プロセスにより得られる結果が、業務の本来の目的にかなっているか。 ・規定した業務プロセスが理解しやすい記載となっているか。 ・業務の所掌および各業務プロセスのインターフェースが明確で抜けがなく、それぞれの業務に対する責任と権限が適切に割り振られているか。 	<p>4 分かりやすくする。</p>	<p>記載の見落としや、理解不足が発生する可能性がある。</p>
<p>直接要因② 希釈ライン設置に関して、放出放射エネルギーを評価するという業務全体に対して、原子力設計課と原子力安全課のそれぞれが確認・検討すべき事項に関する責任と権限が不明瞭であり、関係課間のインターフェースが不十分であった。</p>		<p>組織要因対策案①－2 改正した「文書管理要領」および「文書管理マニュアル」を用いて、社内関係者に教育を行なう。</p>	<p>1 知覚能力を持たせる</p>	<p>知識レベル・感度により教育の効果に差が生じる可能性がある。教育の効果は継続的に実施しなければ現れにくい。</p>
<p>直接要因⑥ 要領等の社内文書作成に関して、作成時の視点が記載されていたものの、具体的ではなく分かりづらい記載となっていた</p> <p>直接要因⑤/⑦ 要領等の社内文書作成時の審査に関して、審査の視点が記載されていたものの、具体的ではなく分かり辛い記載となっていた。</p>		<p>組織要因対策案①－3 業務プロセスに本来の業務目的からの乖離やインターフェースの不整合が発生しないよう、設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動を強化する。</p> <p>【対策済】 設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動として、保守要領や設計管理要領などの規程類で構成管理に関する事項について明確にするとともに、CAP等を活用した三要素の均衡を維持・回復する取組みや、構成管理に係る活動に対し定期的な有効性評価を行うことで自主的改善していく取組みを強化しており、これらの取組みを着実に継続していく。</p>	<p>4 分かりやすくする。</p>	<p>要員の理解不足により均衡の維持・回復が不十分になる可能性がある。</p>
<p>直接要因⑩ レビューの観点に関するマニュアルの記載内容が十分でなく、わかりにくかった。</p>		<p>組織要因対策案①－4 設計要件・施設構成情報・物理的構成の均衡を維持・管理する活動について定期的な教育を行う。</p> <p>【対策済】 構成管理の取組みに係る定期的な教育を開始しており、この取組みを着実に継続していく。</p>	<p>1 知覚能力を持たせる</p>	<p>知識レベル・感度により教育の効果に差が生じる可能性がある。教育の効果は継続的に実施しなければ現れにくい。</p>

<p>直接要因④/⑧/⑨</p> <p>[安全管理課]</p> <p>排ガスの放射エネルギーを評価するという目的を踏まえて一連の業務プロセスを把握するために必要な教育項目が定められていなかった。</p>	<p>組織要因②</p> <p>教育において、業務遂行に必要な力量を明確にするとともに、その力量を習得するための具体的な教育内容を体系立てて設定し、教育する仕組みが不十分だった。</p>	<p>組織要因対策案②</p> <p>SAT 手法により業務遂行に必要な知識・技能等を分析、抽出し、これらを習得させるための教育訓練プログラムを開発、実施し、その後の評価、改善を行う一連のプロセスを定着させ、要員の力量確保を確実なものとする。</p> <p>【対策済】</p> <p>SAT 手法を取り入れた教育について「教育訓練管理要領」および「教育訓練管理マニュアル」に規定し、体系的に教育する仕組みを従前よりも明確にするとともに、今後も教育訓練プログラムの継続的な改善に取り組んでいくこととしており、この取り組みを着実に継続していく。</p>	<p>4</p> <p>分かりやすくする。</p>	<p>業務に必要な技量が抽出できない、教育訓練プログラムの評価、改善が機能しない、等の可能性がある。</p>
---	---	--	---------------------------	--

また、上記に加え、分析図の各所に見られる要因から組織要因③を抽出した。

関連する直接要因	組織要因 (直接要因の背後にある組織の弱点)	組織要因対策案 (組織として改善を要する事項とその対策)	効果点	対策後の残留リスクや副作用
-	<p>組織要因③</p> <p>他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を迫る姿勢および現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクを常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢が不足していた。</p>	<p>組織要因対策案③－1</p> <p>安全文化の育成・維持において、他課所掌の設備や業務を含めて自らの業務に関連するプロセスの全体像を把握する姿勢、業務の本来の目的を迫る姿勢および現状のマニュアルや業務が万全とは限らないことなどの潜在的リスクや技術的、人的、組織的な要因の相互作用を常に意識し、自らの業務に少しでも疑問を持ったままにせず、必要ならば周囲を巻き込み改善を加えていく姿勢を育成、維持させるため、本事象を題材とした意識改善活動を実施する。</p> <p>組織要因対策案③－2</p> <p>外部の目による疑問や指摘を積極的に受け入れることは、自らの業務に潜む潜在リスクを発見する契機に成り得ることや、潜在リスクに対する自らの感度を向上することができることから、オーバーサイト（社内独立、ラインオーバーサイト、電力間オーバーサイト）活動や、WANO、JANSI の外部レビューを活用する。</p> <p>【対策済】</p> <p>オーバーサイトの仕組みを構築して活動を開始していること、および、定期的に JANSI および WANO の外部レビューを活用していることから、この取り組みを継続的に実施していく。</p>	<p>1</p> <p>自分で気付かせる</p>	<p>意識の育成、維持活動は長期的・継続的に実施しなければ効果が現れにくく即効性は無い。</p> <p>オーバーサイトの視点は多岐にわたるため、必ずしも潜在的リスクに焦点があたったものにならない。</p>