

大洗燃料研究棟における汚染に係る報告書についての確認事項への回答

平成 30 年 1 月 25 日
日本原子力研究開発機構

No.	確認事項	回答
1	機構は汚染検査のガイドラインを定めるとしているが、核燃料サイクル工学研究所における肺モニタ測定に関しては、何か改善したのか。	別添 1
2	直接原因④の対策である教育（放射線分解によるガス圧の～）の内容や教育対象者範囲と実施及び評価の状況について。	別添 2
3	直接原因⑨の対策である、ホールドポイントを明確にする作業計画書の具体例（過去のものなど）。	別添 3
4	燃研棟(及び各拠点)がグリーンハウスを設置するような事故を想定していなかった（準備・訓練していなかった）ことに対し、確認した事実と改善策について詳しく質問したい。 例) どこまでの事故は想定していたのか、保安規定や社内規定上問題は無かったのか等	
5	グリーンハウスの設置及び身体除染の訓練を継続して行う計画があるのか。	別添 4
6	根本原因の、上級管理者に対する対策について、「燃料研究棟の汚染事故等を受けた緊急安全点検において実施している所長による作業計画書等の確認を今後各部長が継続して定常的に実施することを品質目標に明記する。」のうち作業計画書等の確認は、どのようなことを行っているのか。	別添 5
7	「大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染に関する原因分析チーム」と「大洗研究開発センター燃料研究棟汚染事故に関する根本原因分析等評価委員会」のメンバーに対する、（原因分析に係る）力量評価の内容及び、中立性について。	1 月 24 日 面談資料
8	管理基準及びガイドラインについては、保安規定とどう関係付けるのか。	別添 6
9	原因究明、被ばく評価、管理基準やガイドライン等について、原子力機構内における技術的観点をどのような検討プロセスを経て策定されているのか。	別添 7

特殊モニタリングにおける肺モニタ測定に関する改善について

大洗燃料研究棟での内部被ばく事故の当日核燃料サイクル工学研究所で実施した肺モニタ測定について、体表面汚染の影響を適切に考慮した測定結果の評価・公表が行えなかったことから、再発防止のため関連する手順書について以下の通り改訂を行った。

[改訂した手順書]

手順書名：個人被ばく管理手順書「内部被ばくに係る特殊モニタリング」放 M-線計-個評 2-002
文書の位置付け：保安規定に基づく核燃料サイクル工学研究所放射線管理部品質管理要領書における三次文書

[改訂日]

平成 29 年 12 月 1 日

[改訂の内容]

- (1) 体外計測時の身体汚染の有無について、従来は放射線管理員等への聞き取りにより確認する手順としていたが、これに加え体外計測の直前にサーベイメータによる実測で再確認する手順を追加した。また記録様式にも汚染検査結果を記載する欄を設けた。
- (2) プルトニウムの摂取事象（おそれを含む）発生後速やかに実施する肺モニタについては、キレート剤投与等の医療措置の検討が主目的であること等を明確化するための図を追加した（下図）。

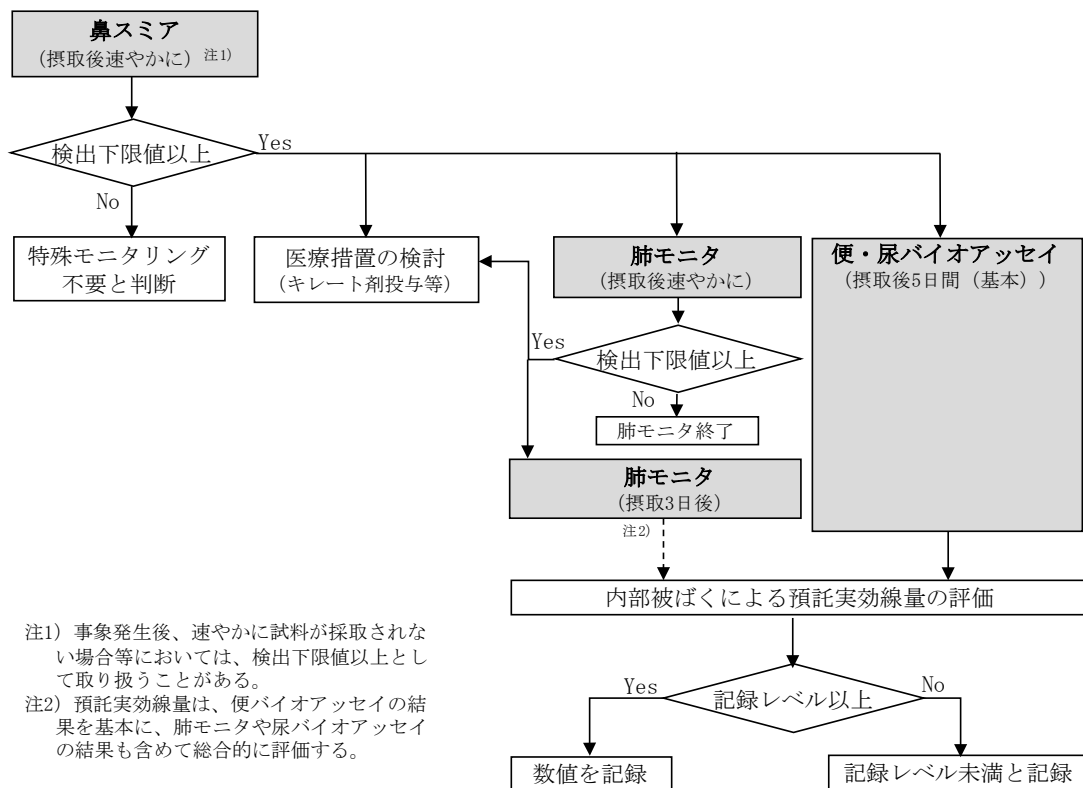


図 プルトニウム摂取のおそれがある場合のモニタリング及び医療措置検討のフロー

以上

今回発生した事故に関する原因と対策に係る教育について

【確認事項 No. 2】

直接原因④の対策である教育（放射線分解によるガス圧の～）の内容や教育対象者範囲と実施及び評価の状況について。

1. 教育内容

- ・プルトニウムとはどのような物質か
- ・プルトニウムの放射線の種類と特徴
- ・臨界管理
- ・化学的安定性
- ・有機物との反応
- ・プルトニウム粉末の挙動
- ・保管および貯蔵

2. 教育実施日

平成29年11月13 ～ 15日

3. 対象者

福島燃料材料試験部従業員 51名

4. 評価

- ・講師から受講者に対して口頭質問を行い、理解が得られていることを確認
- ・教育後に理解度確認テストを実施し、理解が得られていることを確認。
- ・教育後のアンケートよりおおむね理解していることを確認

上記を通して教育が有効であることを確認した。

今後、継続的に教育を計画し、実施していくこととした。

以上

燃料研究棟作業要領の改正概要について

燃料研究棟における汚染についての直接原因⑨の対策として、以下の事項について「燃料研究棟本体施設・特定施設共通作業要領No.3 燃料研究棟における作業区分」に明確化する改正を行った。

【明確化する事項】

- ・リスクを回避するため手順と異なる事象が発生した場合や異常の兆候を確認した場合に作業を停止するホールドポイント（作業中断）を作業計画で明確化する。

直近の作業計画書例

別紙：非定常作業計画書「108号室における施設、設備及び汚染固定箇所(point)の点検作業（H29年度第4四半期）」抜粋

以上

非定常作業計画書「108号室における施設、設備及び汚染固定箇所 の点検作業
(H29年度第4四半期)」抜粋

② 特定施設作業要領

- 1) No.1 排気第1系統運転切替試験
- 2) No.2 月例点検(非常用電源切替試験)
- 3) No.3-2. 警報設備 警報装置警報作動検査(ダクト負圧異常)
- 4) No.12 施設定期自主検査(気体廃棄設備)風量・風向検査

③ 本体施設・特定施設共通作業要領

- 1) No.13 放射線障害予防規程に基づく巡視、点検(管理区域)
- 2) No.15 放射線障害予防規程に基づく、定期自主検査
- 3) No.18. プルボックス等及び外壁点検作業

④ その他

- 1) 消防法、毒物及び劇物取締法等の法律に基づく点検
- 2) 放射性廃棄物管理マニュアル

6. 作業実施に係る安全対策

6.1 施設、設備の点検作業

108号室で実施する施設、設備の点検作業に係る安全対策は以下のとおりである。

- (1) 当該作業に対して力量認定された者が作業を実施する。また、力量認定された者を作業監視者として1名配置する。
- (2) 作業者は、作業開始前に作業装備に問題が無いことをチェックシートで確認する。
- (3) 本計画書で計画していない計画外の作業を禁止する。計画のとおり作業が進捗しない状況が生じた場合、作業を中止し燃料試験課長に連絡して指示に従う。
- (4) 作業の中断、中止の連絡を受けた燃料試験課長は部長に連絡する。燃料試験課長は、作業の再開、継続、延期等について原因を調査した後に安全性への影響を検討し部長に報告する。部長は、作業計画書の変更の要否、中止、再開を判断して燃料試験課長に指示する。
- (5) 大洗研究開発センターにおいて、現地対策本部を新たに設置することが必要な事故・故障又は災害が発生した場合、燃料試験課長の指示に従う。
- (6) 不測の事態が生じた場合は、現場責任者は燃料試験課長に速やかに連絡する。燃料試験課長は状況を確認し、その対処方法を現場責任者に指示する。

6.2 汚染固定箇所の点検作業等

108号室で実施する汚染固定箇所の点検作業等及び汚染が確認された場合に実施する汚染検査、除染、固定作業等に係る安全対策は以下のとおりである。

- (1) 当該作業に対して力量認定された者が作業を実施する。また、力量認定された者を作業監視者として1名配置する。

(2) 作業の実施可否、中断、中止に係る判断

- 1) 現場責任者は、汚染固定箇所での点検作業開始前に天候状況を確認し、荒天が予想される場合は作業を実施しない。
 - 2) 現場責任者は、施設の換気システム及び放射線管理設備の状態が正常であることを確認し、不良な場合は入室しない。
 - 3) 現場責任者は、作業開始前に入室者の健康状態を確認する。また、作業中に作業者の体調不良が確認された場合は、作業を中断し、他の作業者が当該作業者を補助して全員が退室することを指示する。
 - 4) 作業中に停電が発生した場合は、作業を中断してその場にとどまり、換気システムの運転が再開した後に退域の準備を始める。現場責任者は、換気システムの運転が安定したことを確認した後、退域を指示する。
 - 5) 作業者は、108号室内での作業中に地震を感じた場合は、作業を中断し、身の安全を確保する。震度4以上の地震が発生した場合、現場責任者は、作業の中断を指示する。作業者は、身の安全を確保しつつ退出する。地震の影響による停電、機器の倒壊等が発生していない場合は、可能な範囲で108号室内の設備の異常の有無を目視により確認した後、退室する。
 - 6) 現場責任者は、放射線モニタで異常が検知された場合は直ちに作業を中止して退室することを指示する。なお、モニタが故障した場合、正常に復帰するまで108号室での作業は行わない。
 - 7) 作業者は、作業開始前に作業装備に問題が無いことをチェックシートで確認する。
- (3) 作業を中断する際は、現場を安全な状態として作業を中断する。
 - (4) 本計画書で計画していない計画外の作業を禁止する。計画のとおり作業が進捗しない状況が生じた場合、作業を中止し燃料試験課長に連絡して指示に従う。
 - (5) 作業の中断、中止の連絡を受けた燃料試験課長は部長に連絡する。燃料試験課長は、作業の再開、継続、延期等について原因を調査した後に安全性への影響を検討し部長に報告する。部長は、作業計画書の変更の要否、中止、再開を判断して燃料試験課長に指示する。
 - (6) 大洗研究開発センターにおいて、現地対策本部を新たに設置することが必要な事故・故障又は災害が発生した場合、燃料試験課長の指示に従う。
 - (7) 不測の事態が生じた場合は、現場責任者は燃料試験課長に速やかに連絡する。燃料試験課長は状況を確認し、その対処方法を現場責任者に指示する。

7. 作業に必要な力量認定

保安規定に基づくQA要領に基づく重要業務力量認定者を別図2に示す。

8. 異常が認められた場合の処置

上記の作業要領、安全対策による対応以外に、施設の火災警報の吹鳴等が生じた場合は作業を中断し、施設管理者の指示に従い速やかに行動する。また、燃料研究棟使用手引第I編第5

II.3 汚染等が確認された場合の作業手順

3.1 汚染検査、除染、汚染固定作業時の 108 号室の出入管理手順（準備、入室、退室）

項目	作業手順	注意事項	チェック欄
1. 入室前確認	<p>(1) TBM-KY 現場責任者は、作業前に TBM-KY を実施し、配置、手順、ホールドポイント、危険のポイント、作業者の健康状態について確認する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP： 現場責任者は、作業前に作業者の体調を（HP）チェックシートで確認する。</p> </div> <p>(2) 給排気設備、放管設備の運転状態確認 現場責任者は、作業前に施設の換気系統及び放射線管理設備の状態が正常であることを確認する。異常の場合、燃料試験課長は作業の中止を指示する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP： 現場責任者は、作業前に施設の換気系統及び放射線管理設備の状態が正常であることを（HP）チェックシートで確認する。</p> </div> <p>(3) 気象状況の確認 現場責任者は、作業開始前に天候状況、気象予報を確認する。荒天が予想される場合は、燃料試験課長が作業実施の可否を判断する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP： 現場責任者は、作業開始前に天候状況、気象予報を（HP）チェックシートで確認する。</p> </div> <p>(4) 作業装備の確認 呼吸保護具及び防護衣等の作業装備は、1 項(1)のとおりとする。</p>	<p>・確認結果を KY シートに記録する。</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/>【HP】</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/>【HP】</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/>【HP】</p> <p><input type="checkbox"/></p>

項目	作業手順	注意事項	チェック欄
2. 入室時の作業装備着装	<p>(1) 作業者は、必要な個人線量計、装備を着用していることを更衣室で相互に確認する。</p> <p>(2) 作業者は、1項「作業者の配置、作業毎の装備」に示す呼吸保護具及び防護衣等の作業装備とする。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>HP： 作業者は、作業装備に問題が無いことを（HP）チェックシートで確認する。</p> </div>	<p>・作業者は、相互に作業装備に問題が無いことをチェックシートにより確認する。</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/>【HP】</p>
3. 入室、退室	<p>入退室の手順は、「燃料研究棟本体施設作業要領 No.45 108号室の出入管理要領書」による。</p>	<p>※図 1 作業エリア図参照</p>	<p><input type="checkbox"/></p>

3.2 汚染検査、除染、汚染固定作業の手順

項目	作業手順	注意事項	チェック欄
<p>1. 作業準備</p>	<p>(1) 作業場所付近の空間線量率を測定し、被ばく評価時の数値 (20μ Sv/h) 以下であることを確認する。20μ Sv/h を超える場合は、燃料試験課長に連絡し、指示に従う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP: 作業者は、作業開始前に作業エリア周辺の空間線量率を確認する。</p> </div> <p>(2) 汚染固定箇所、備品の作業場所の床、機器表面に養生用シートを敷き、作業エリアを設ける。</p>	<p>・除染、汚染の固定を行う場合は、事前に放管2課と協議すること。</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/>【HP】</p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>2. 汚染検査、除染</p>	<p>(1) 汚染が確認されている床、壁、備品について、化学雑巾で拭き取りスミヤし、化学雑巾をダイレクトサーベイする方法で表面密度測定の確認を行う。</p> <p>(2) 汚染検査、表面密度測定を実施した後に濡れウェスで除染を行い、布テープ、養生用シート等により養生を追加する。</p> <p>【移動して措置することが必要な備品】</p> <p>(1) 用意した養生用シートの上に移動する。</p> <p>(2) 汚染検査、表面密度測定を実施した後に除染を行い、布テープ、養生用シートにより養生を追加する。</p> <p>(3) 除染後、養生用シートにより全体を養生し、保管場所へ移動する。</p>	<p>・重量物の移動は二人以上で行うこと。</p> <p>・重量物、鋭角な物品を取り扱う場合は、保護手袋を着用すること。</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>

項目	作業手順	注意事項	チェック欄
3. 除染の確認	<p>○高所作業の注意 高所作業を実施する場合は以下の確認を行う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP： <ul style="list-style-type: none"> ・高所作業台上の脚固定がロックされていることを確認する。 ・高所作業台上では必ず安全帯を取り付けること。 ・サーベイメータが床等の安定した場所に置かれていることを確認する。 </p> </div>		<input type="checkbox"/> 【HP】
	<p>(1)除染、養生の補強・更新を実施した箇所を化学雑巾の拭き取りでスミヤし、化学雑巾をダイレクトサーベイする方法で遊離汚染の確認を行う。</p> <p>(2) 遊離汚染が確認された部位は、濡れウエス、除染材を用いて除染することとし、除染後、化学雑巾で拭き取りによる汚染検査を繰り返し、遊離汚染が検出下限未満となることを目標とする。</p> <p>(3) 二回除染を繰り返しても汚染が除去できない部位は、布テープ、養生用シート又は剥離材で汚染を固定し、位置を記録シートに記録するとともに写真を残す。また、現場の位置の表示を更新又は追加する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>HP： <ul style="list-style-type: none"> ・汚染を固定した位置を記録し、現場に表示したことを確認する。 </p> </div> <p>(4)作業場所の汚染検査を行い、必要に応じて除染する。</p>	<p>・遊離汚染の有無はα線サーベイメータの検出下限未満となったことで判断する。</p>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 【HP】 <input type="checkbox"/>

表1 108号室の作業に係るHPチェックシート

平成 年 月 日 ()

チェック項目		午前	午後
1.	【作業開始前】		
1)	作業に従事している者の体調に問題がないことを確認する。(作業員健康チェックシート)	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
2)	作業開始前に施設の換気系統及び放射線管理設備の状態が正常であることを確認する。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
3)	作業開始前に天候状況、気象予報を確認する。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
4)	作業装備に問題が無いことを確認する。 (108号室・管理エリア作業装備チェックシート)	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
2.	【作業時】		
1)	追加をした状態を記録し、現場に表示したことを確認する。追加箇所は記録に残す。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
2)	・高所作業台を使用する場合は、脚固定がロックされていることを確認する。 ・安全帯の着用を確認する。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
3.	【作業終了時】		
1)	作業実施エリアに汚染がないことを確認する。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____
2)	管理エリアに汚染がないことを確認する。	<input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> _____

グリーンハウスの設置及び身体除染の訓練の実施について

1. 訓練の目的

大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染事故を教訓として、身体汚染が発生した場合に迅速かつ確な対応が図れるようになることを目的として、対象となる全拠点において、グリーンハウス（以下「GH」という。）の設置及び身体除染の訓練を継続して実施している。

2. 平成 29 年度の訓練実施について

(1) 訓練対象施設の考え方

平成 29 年度においては、身体汚染が発生し、GH の設置が必要となる可能性のある施設について、施設の重要度、施設の事故時対応体制、核燃料物質等の取扱量及び取扱方法（非密封の有無）、施設の運転計画を考慮しながら、①優先して実施する施設、②早期に実施する施設、③今後計画的に実施する施設に区分して訓練を実施してきている。

(2) 実施時期

- ①優先して実施する施設 : 平成 29 年 11 月 10 日までに実施済
- ②早期に実施する施設 : 平成 29 年 11 月 30 日までに実施済
- ③今後計画的に実施する施設 : 平成 30 年 3 月末までに実施予定

(3) 訓練の着目点

- ①GH の各部品を手順どおりに組立て、養生シートを取り付けるなどの一連の作業が確実かつ迅速に行えること。
- ②完成後の GH は汚染拡大防止の機能が十分に満足できるものであること。
- ③組立てに際しては、必要な人員により確実に可能な限り短時間で行われること。
- ④除染資機材（除染キット、除染用シャワー）の準備が迅速に行えること。
- ⑤身体除染について、汚染の拡大等を生じさせずに実施できること。
- ⑥GH の設置場所及びシャワーによる身体除染訓練は管理区域内で実施し、緊急時を想定した対応が行えること。

3. 今後の訓練計画について

平成 30 年度以降においても、本訓練について、各拠点の毎年度の訓練年間計画及び訓練中期計画（3 年～5 年）の中に組み込み継続して実施し、事故時に対応できる作業員の数を増やすとともに、作業員の事故対応のスキルアップを図るなど、継続した改善に取り組んでいく。

以 上

作業計画書等の確認及び品質目標の改定について

【確認事項 No. 6】

根本原因の、上級管理者に対する対策について、「燃料研究棟の汚染事故等を受けた緊急安全点検において実施している所長による作業計画書等の確認を今後各部長が継続して定常的に実施することを品質目標に明記する。」のうち作業計画書等の確認は、どのようなことを行っているのか。

1. 作業計画書等の確認の概要

大洗研究開発センターの各部において部長自らが手順書・作業計画書の点検を実施し、その結果を所長及び安全担当副所長が確認・承認し、担当役員の確認を経て、個別の作業を実施している。

手順書・作業計画書の点検項目を以下に示す。

- ①計画書に曖昧さ（作業者の判断に委ねるような記述）がないこと
- ②安全に係わるホールドポイントが明確になっていること
- ③不測の事態が発生した旨の連絡を受けた管理者の対応が明確になっていること
- ④作業者の力量が確認されていること

平成29年9月11日に所長が点検を指示し、平成30年1月19日までに1007件の作業（機構自ら実施するもの及び外部に発注し実施するもの）について確認した。

2. 品質目標の改定について

平成29年11月27日の品質保証推進委員会において、燃料研究棟における汚染事故に関する原因分析結果を踏まえた品質目標の改定を審議し、承認された（所長承認日：平成29年11月28日）。

当該改定で追加した品質目標を以下に示す。

品質目標 (実施方策)	品質方針 との対応	管理尺度	目標値	達成レベル (達成のための施策)
4. 品質マネジメントシステムの更なる改善 (4) 作業要領、手順書について、安全に係るホールドポイントをマニュアル類に反映する。 <実施部署：各部>	1. 安全確保を最優先とする。	①マニュアル類の改定の実施	マニュアル類の改定の完了 (H29年度末)	緊急安全点検で確認した作業要領、手順書（以下、「マニュアル等」という。）について、安全に係るホールドポイント、不測の事態が発生した場合の対応について、マニュアル類に反映する。

また、燃料研究棟における汚染事故に関する根本的な原因に係る対策を踏まえ、本点検を今後部長が継続して定常的に確認することを品質目標に追加する改定を予定している。

以 上

核燃料物質の取扱いに関する管理基準及び身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン
の保安規定への関係付けについて

核燃料物質の取扱いに関する管理基準については、燃料研究棟における汚染事故の発生原因を踏まえ、同様の事故の再発防止を期するとともに核燃料物質を安全に取り扱うため、基準にすべき具体的な事項について、機構共通の管理基準として策定したものである。

現在、各拠点において、管理基準に基づき関係要領等の制改正を実施しているところであり、制改正した要領等については、各拠点の保安規定の下部要領として位置づけることとなる。

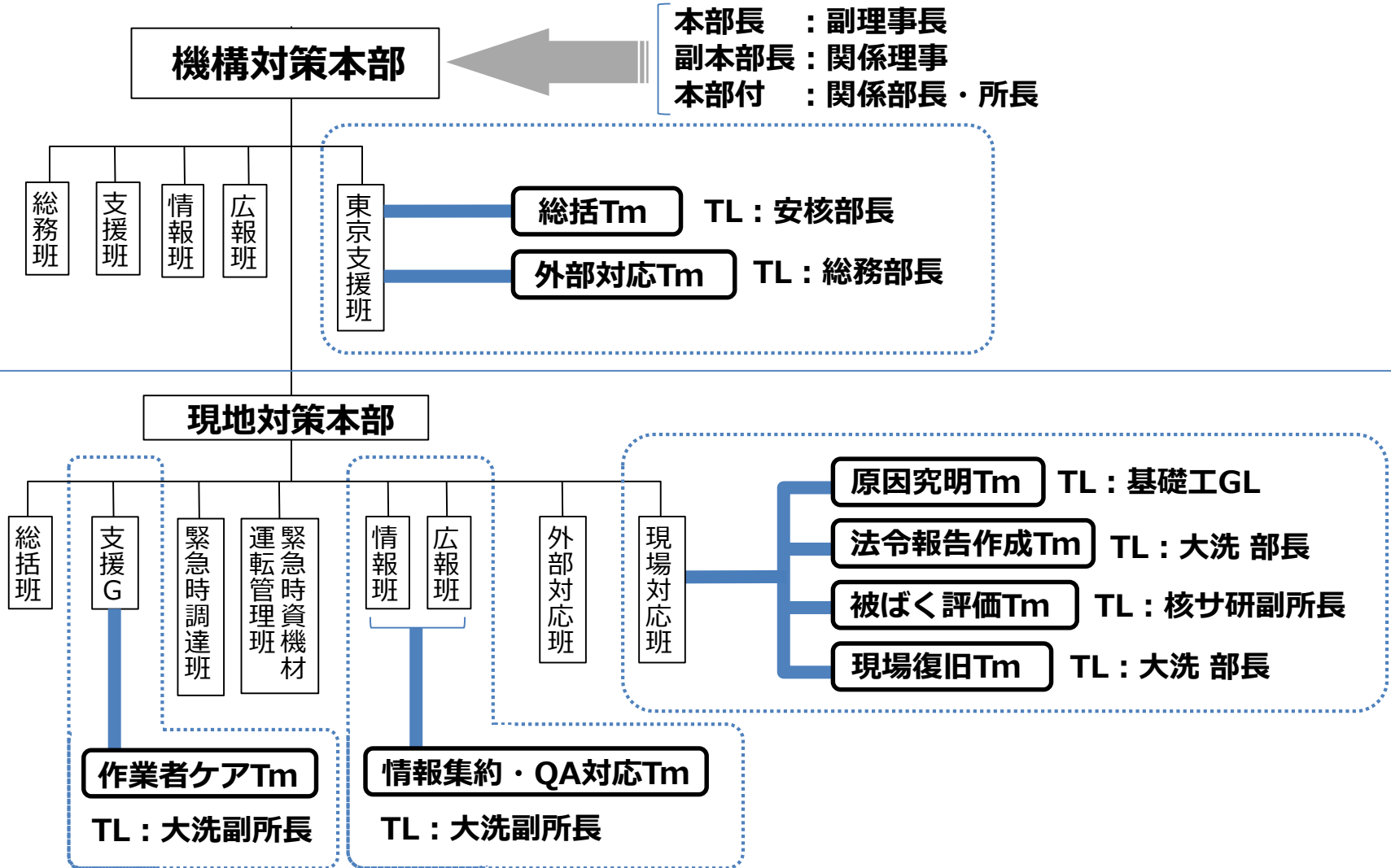
身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインについては、燃料研究棟における汚染事故を踏まえ、放射性物質等による身体汚染が発生した場合の措置について、機構共通の基本的な考え方及び留意点を示したものである。

現在、各拠点において、ガイドラインに基づき関係要領等の制改正を実施しているところであり、制改正した要領等については、各拠点の保安規定の下部要領として位置づけることとなる。

以 上

大洗研究開発センター燃料研究棟汚染事故における機構対策本部について

機能強化 (統括機能の強化、人員補強、チーム設置)



大洗燃料研究棟における汚染についての原因究明に係る技術的検討プロセスについて

1. 組織体制

燃料研究棟における事故対策の組織として設置した現地対策本部の現場対応班の機能強化として、原因究明チームを設置し、樹脂製の袋破裂に係る原因究明作業を実施した。具体的な調査及び技術的検討に携わったチームの主要構成員と協力者、外部専門家の一覧を表 1 に示す。プルトニウムを扱う核燃料工学をはじめ、材料、照射、ガス分析、放射線科学等、原因究明に必要な各専門分野から人選した。また、核燃料の化学全般に詳しい大学教授 1 名と、高分子材料の放射線劣化に詳しい研究機関の研究者 1 名を外部の専門家として委嘱し、体制を補強した。

2. 原因究明作業に係る技術的検討について

- ▶ 原因究明のプロセス概略を図 1 に示す。チーム構成員と協力者及び担当理事（原子力科学研究部門）からなる原因究明チーム会議を随時開催し、方針、計画、手法の策定と試験・評価結果の技術的・科学的見地からの議論、計算過程のクロスチェックを行う場とした。
- ▶ 貯蔵容器内容物に関して、帳票・記録類の追跡調査と、事故時の作業員からの状況聞き取り及び退職者を含む燃料研究棟関係者の聞き取り調査の情報を元に、破裂原因となり得る 21 個の基本事象を抽出した。事故や故障の原因分析で広く用いられる手法であるフォルトツリー図を、原因究明チーム会議での議論により構築した（添付 1）。この際、外部専門家の意見も参考にした。
- ▶ 抽出した基本事象に関して、検証試験で定量的に評価する必要がある項目を定め、それぞれ試験を行った（添付 2）。また、各種評価の基本データとなる同位体組成の経時変化、ヘリウム生成量（ α 崩壊量）、樹脂製の袋の吸収線量、粉末粒子中の α 線エネルギー減衰等を計算コードにより評価した。この際、複数人で再計算してクロスチェックを行い、間違いがないことを確認した。
- ▶ エポキシ樹脂の α 線分解に関する検証試験では、水素を主成分としたガスが発生すること、 α 線源として Cm 粉末を用いた加速試験により、密閉状態で内圧が明瞭に上昇する事実を確認した。
- ▶ 検証試験と計算評価により絞り込んだガス発生量の 3 個の基本事象（エポキシ樹脂の α 線分解、ポリ容器の α 線分解、粉末吸着水分の α 線分解）に関して、貯蔵容器内容物の観察・分析により得られた事実を元に、ガス発生量の定量的評価を行った。その結果、エポキシ樹脂の α 線分解によるガス発生量が他の 2 つの基本事象に比べて格段に多く、内圧上昇と開封時の袋破裂の主原因であると特定した。ガス発生量計算過程は複数人でクロスチェックを行い、間違いがないことを確認した。
- ▶ 事故時と同様の破損形態となる内圧範囲を γ 線照射した袋の破裂再現試験により定めた結果と、ガス発生量から計算により評価した事故時の内圧は合致しており、妥当な結果となった。外部専門家へ破裂原因特定のプロセスと結果を説明し、妥当であるとの評価を得た。

表 1 原因究明チーム主要構成員及び協力者、外部専門家一覧

種 別	所 属	専 門 分 野
A チーム リーダー	原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン 燃料高温科学研究グループリーダー	核燃料工学 超ウラン元素化合物 α 線自己照射損傷
B サブ リーダー	核燃料サイクル工学研究所 プルトニウム燃料技術開発センター 燃料技術部 燃料技術開発課	核燃料工学 プルトニウム取扱
C チーム員	原子力基礎工学研究センター長	核物理・炉工学
D チーム員	原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン長	原子炉材料工学 材料照射
E チーム員	原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン 防食材料技術開発グループリーダー	原子力材料の腐食 γ 線照射
F チーム員	原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン 照射材料工学研究グループリーダー	原子炉材料工学 材料照射
G チーム員	原子力基礎工学研究センター 燃料・材料工学ディビジョン 燃料高温科学研究グループ	核燃料工学 プルトニウム取扱
H チーム員	原子力基礎工学研究センター 軽水炉基盤技術開発ディビジョン 性能高度化技術開発グループリーダー	核燃料工学 プルトニウム取扱
I チーム員	原子力基礎工学研究センター 軽水炉基盤技術開発ディビジョン 性能高度化技術開発グループ	核燃料工学 プルトニウム取扱
J チーム員	原子力基礎工学研究センター 軽水炉基盤技術開発ディビジョン 性能高度化技術開発グループ	核燃料工学 プルトニウム取扱
K チーム員	原子力基礎工学研究センター 分離変換技術開発ディビジョン MA 燃料サイクル技術開発グループ	核燃料プロセス化学 プルトニウム取扱
L チーム員	物質科学研究センター 中性子材料解析研究ディビジョン イメージング・分析技術研究グループ	He イオン照射 ガス分析
M チーム員	次世代高速炉サイクル研究開発センター 設計・規格基準室	計算科学

N 協力者	大洗研究開発センター 福島燃料材料試験部次長	核燃料工学 プルトニウム取扱
O 協力者	原子力基礎工学研究センター 副センター長	放射線科学
P 協力者	原子力基礎工学研究センター 軽水炉基盤技術開発ディビジョン	炉工学 計算コード
Q 協力者	原子力科学研究所長	核燃料工学
R 外部専門家	東北大学多元物質科学研究所 教授	核燃料の化学
S 外部専門家	量子科学技術研究開発機構 高崎量子応用研究所 上席研究員	高分子材料の 放射線劣化

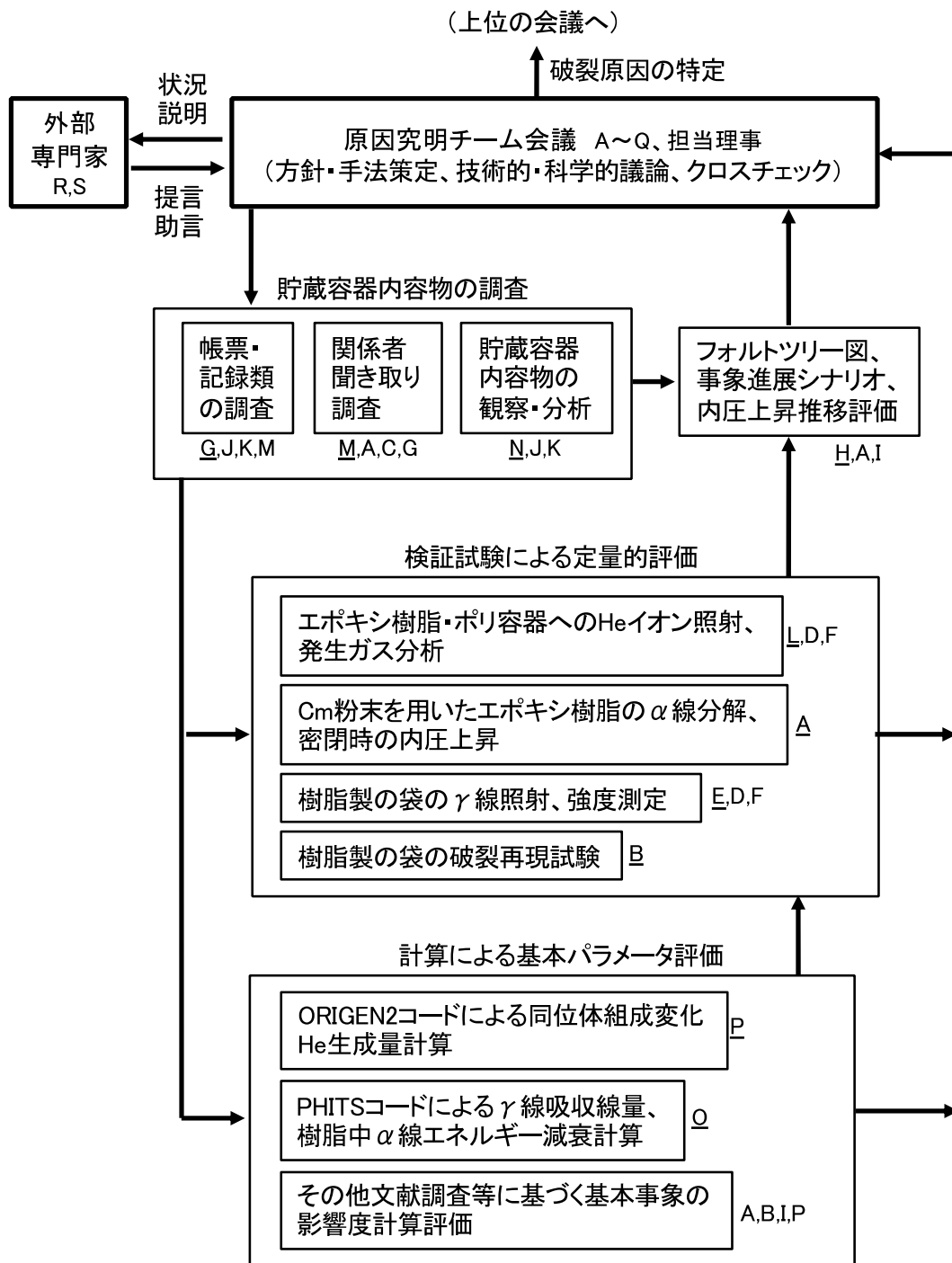
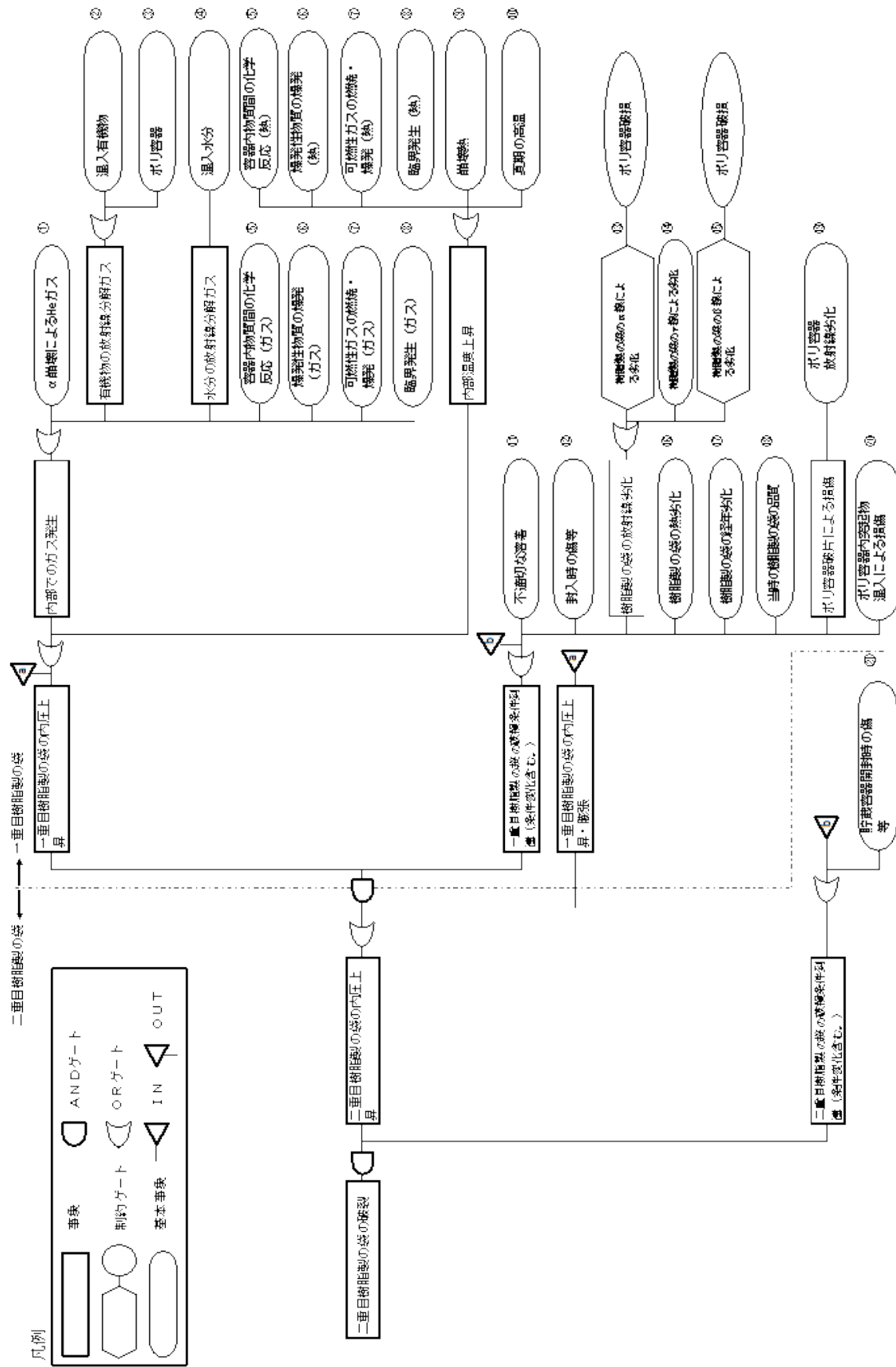


図1 樹脂製の袋破裂に至る原因究明プロセス
(アルファベットは表1に示した担当者を示す。下線を引いた者は主担当者。)

添付1 樹脂製の袋の破裂に関わるフォルトツリー図



添付 2 樹脂製の袋破裂の原因究明に係る検証試験項目

(1) エポキシ樹脂及びポリ容器の α 線分解・ガス生成に関する試験

- ・ エポキシ樹脂へ α 線を模擬した He（ヘリウム）イオン照射を行い、発生するガス種と量を分析し、ガス発生量の G 値（エネルギー付与 100eV あたり発生するガス分子の数）を評価した。
- ・ 念のため、エポキシ樹脂への γ 線照射による水素ガス発生量の分析も行い、 α 線分解に比べて無視できる程度であることを確認した。
- ・ 半減期の短い Cm（キュリウム）含有粉末とエポキシ樹脂を混合・固化し、樹脂の分解による重量減少と、密閉状態でガス発生による内圧上昇を観察し、実際に内圧が上昇することを確認するとともにガス発生量の G 値を評価した。
- ・ Pu の粉末と接触したポリ容器の α 線分解を想定し、ポリ容器切断片へのヘリウムイオン照射と発生ガスの分析を行い、G 値を評価した。

(2) γ 線照射による樹脂製の袋及びポリ容器の強度低下に関するもの

- ・ 貯蔵期間中の γ 線吸収線量の計算結果をもとに、樹脂製の袋切断片への γ 線照射を行い、強度（引張強度と破断伸び）低下の線量依存性データを取得した。また、(3)の破裂試験で使用するため、貯蔵期間中の吸収線量を模擬した樹脂製の袋への γ 線照射を行なった。
- ・ 輪切りにしたポリ容器に貯蔵期間中の吸収線量を模擬した γ 線照射を行い、触感により有意な脆化がないことを確認した。

(3) 樹脂製の袋の破裂現象に関するもの

- ・ 事故時に破裂した樹脂製の袋の寸法・溶着箇所を観察結果に基づき、 γ 線照射した樹脂製の袋を金属製容器で拘束した状態で加圧し、蓋を開ける動作を模擬した破裂試験を行い、事故時に破裂した袋と同様の破損形態となる内圧範囲を推定した。

大洗燃料研究棟における汚染に係る被ばく評価における技術的検討プロセスについて

1. 組織体制

燃料研究棟における事故対策の組織として設置した現地対策本部の現場対応班の機能強化として、被ばく評価チームを設置し、作業員の被ばく評価を実施した。具体的な調査及び技術的検討に携わったチーム員、現地担当者及び協力者並びに外部専門家の一覧を表 1 に示す。個人線量測定・評価をはじめ、放射線管理、放射線計測、環境放射能分析、線量評価研究等、被ばく評価に必要な各専門分野から人選した。

2. 被ばく評価関連作業に係る技術的検討について

- 被ばく評価のプロセス概略を図 1 に示す。チーム員等による被ばく評価チーム会議を随時開催し、方針・計画の策定、測定・評価方法の検討、実施結果の技術的・科学的見地からの議論、計算過程の検証、実効線量及び等価線量の決定を行った。この際、必要に応じて外部専門家の意見を参考にした。
- 被ばく評価関連作業を、放射線管理情報等の測定及び調査、内部被ばくに至った原因の推定、量研 放医研からの内部被ばく線量評価に必要な情報の入手、実効線量及び等価線量の評価の作業単位に細分した。作業の実施担当者は、チーム員等の専門性及び日常の担当業務を考慮して、作業単位毎にチームリーダーが決定した。
- 放射線管理情報等の測定及び調査では、108 号室内の線量当量率、スミヤ試料及びエネルギースペクトルの測定、個人線量計ケースの表面密度及び量研 放医研で測定された身体汚染の表面密度の調査、半面マスクの汚染状況の調査を行った。調査結果については実施担当者が複数で検証を行い、妥当であることを確認した。
- 内部被ばくに至った原因の推定では、洗い出した要因事象を基に、要因分析図で作業員毎の原因を推定した。また、原因の推定に当たり、原子力科学研究所 放射線管理部次長をリーダーとする被ばく評価タスクフォースを編成し、作業員及び放管員のインタビュー、作業員が着用していた半面マスクの汚染状況の整理を行うとともに、半面マスクの防護性能の検証試験を行った。推定原因についてはタスクフォース内で議論し、妥当であることを確認した。
- 内部被ばく線量評価に当たり、量研 放医研が管理する、被ばく評価に必要なバイオアッセイ分析結果等の情報を適切な手続きの下で入手した。
- 外部被ばく線量については、作業員が着用していた個人線量計を測定し、放射線管理情報等と比較して測定値が妥当であることを確認した上で実効線量を評価した。また、皮膚の被ばく線量については、表面汚染から被ばく線量を求める方法を採用し、放射線管理情報等を基に等価線量を評価した。評価の過程は実施担当者が複数で検証を行い、間違いがないことを確認した。
- 内部被ばく線量については、内部被ばくに至った推定原因及び放射線管理情報等の調査結果から、作業員が摂取した放射性物質の空気力学的放射能中央径 (AMAD) 及び吸収タイプを評価した。摂取した放射性物質の AMAD 及び吸収タイプの評価結果を基に、吸

入摂取後の便中排泄割合及び実効線量係数を決定した。これらの情報及び量研 放医研から入手した情報をもとに、作業員の摂取量を算出し内部被ばくによる実効線量を評価した。計算及び評価の過程は実施担当者が複数で検証を行い、間違いがないことを確認した。

- 機構内においては、これら一連の工程における主要なポイント毎に、作業計画、実施結果等をチームリーダーから現地対策本部長及び機構対策本部長に報告し、承認を得た。

表 1 被ばく評価チーム員等一覧

チーム員等	所 属	専門分野 (参考)
A チーム リーダー	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 副所長 兼 放射線管理部長	個人線量測定・評価 環境放射能分析 放射線管理
B サブチーム リーダー	原子力科学研究部門原子力科学研究所 放射線管理部長	個人線量測定・評価 放射線計測 放射線管理
C チーム員	原子力科学研究部門原子力科学研究所 放射線管理部次長	個人線量測定・評価 放射線計測 環境放射能分析
D チーム員	原子力科学研究部門原子力基礎工学研究センター 副センター長	線量評価研究 放射線計測
E チーム員	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部次長	個人線量測定・評価 環境放射能分析 放射線管理
F チーム員	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部線量計測課長	個人線量測定・評価 線量評価研究
G チーム員	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部線量計測課マネージャー	個人線量測定・評価 線量評価研究
H チーム員	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部環境監視課長	環境放射能分析 放射線計測
I 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部次長 兼 放射線管理第2課長	放射線管理 放射線計測
J 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部環境監視線量計測課長	個人線量測定・評価 放射線計測 環境放射能分析
K 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部環境監視線量計測課マネージャー	個人線量測定・評価
L 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部環境監視線量計測課員	個人線量測定・評価 放射線計測
M 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部放射線管理第1課長	放射線管理 放射線計測
N 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部放射線管理第1課マネージャー	放射線管理 放射線計測

O 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部放射線管理第1課員	放射線管理 放射線計測
P 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部放射線管理第2課マネージャー	放射線管理 放射線計測
Q 現地担当者	大洗研究開発センター 安全管理部放射線管理第2課員	放射線管理 放射線計測
R 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部線量計測課員	個人線量測定・評価 線量評価研究
S 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部放射線管理第1課マネージャー	放射線管理 放射線計測
T 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部放射線管理第1課員	放射線管理 放射線計測
U 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部放射線管理第2課技術副主幹	放射線管理 放射線計測
V 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部環境監視課マネージャー	環境放射能分析 放射線計測
W 協力者	バックエンド研究開発部門核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部環境監視課員	環境放射能分析 放射線計測
X 協力者	原子力科学研究部門原子力工学研究所 放射線管理部線量管理課員	個人線量測定・評価 線量評価研究
Y 協力者	原子力科学研究部門原子力工学研究所 放射線管理部放射線計測技術課員	放射線計測 線量評価研究
Z 協力者	原子力科学研究部門原子力基礎工学研究センター 環境・放射線科学ディビジョン放射線挙動解析研究グループグループリーダー	線量評価研究 放射線計測
AA 協力者	原子力科学研究部門原子力基礎工学研究センター 環境・放射線科学ディビジョン放射線挙動解析研究グループ研究副主幹	線量評価研究 放射線計測
AB 外部専門家	量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 執行役	個人線量測定・評価 緊急被ばく医療
AC 外部専門家	量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所 計測・線量評価部長	個人線量測定・評価 緊急被ばく医療

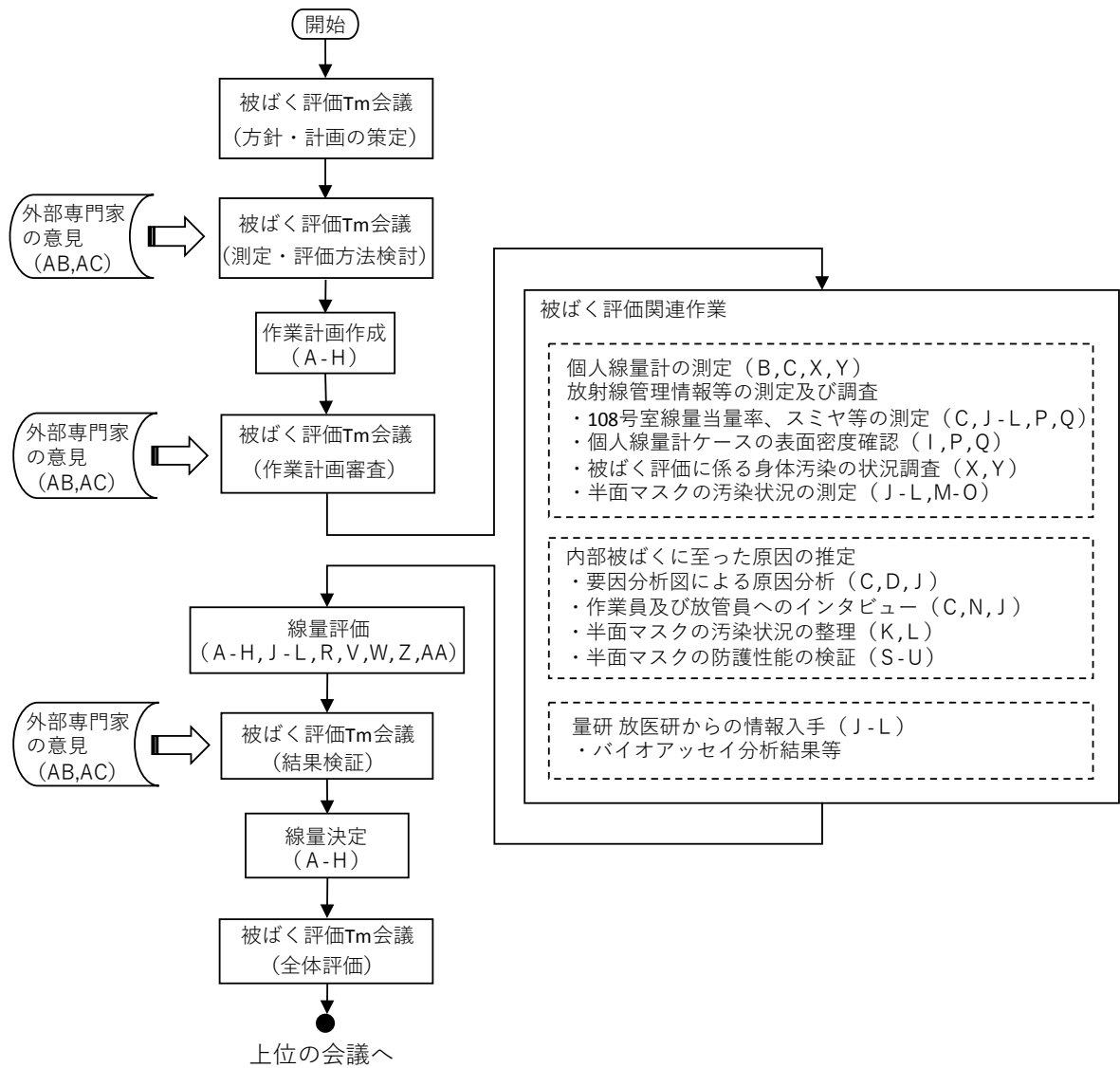


図1 被ばく評価のプロセス
(アルファベットは表1に示した担当者を示す。)

「核燃料物質の取扱いに関する管理基準」の策定に係る技術的検討プロセスについて

1. 「核燃料物質の取扱いに関する管理基準」のドラフトの検討について

(1) 組織体制

安全・核セキュリティ統括部が事務局となって、原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所で実際に核燃料物質を取扱っている部署の担当課長等をメンバーとする検討チームにより本管理基準のドラフトを作成した。

	所 属	専門分野 (参考)
責任者	安全・核セキュリティ統括部 上級技術主席・部長	安全対策、放射線管理
チーム員	原子力科学研究所 福島技術開発試験部 BECK Y技術課長	核燃料取扱 (使用施設)
同	原子力科学研究所 バックエンド技術部 放射性廃棄物管理第1課 マネージャー	核燃料取扱 (使用施設)
同	核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 施設管理部 分析課長	核燃料取扱 (再処理施設)
同	核燃料サイクル工学研究所 プルトニウム燃料技術開発センター 燃料技術部次長	核燃料取扱 (使用施設)
同	核燃料サイクル工学研究所 環境技術開発センター 基盤技術研究開発部 核種移行研究グループマネージャー	核燃料取扱 (使用施設)
事務局	安全・核セキュリティ統括部 次長	放射線管理、安全管理
	安全・核セキュリティ統括部 囑託	核燃料取扱 (再処理施設)

(2) 技術的検討について

事務局において検討用の資料を作成し、検討チーム及び安全・核セキュリティ統括部内での議論、会合において、以下の確認を行い中央安全審査・品質保証委員会に諮るドラフトを作成した。

- 大洗燃料研究棟汚染事象の原因、問題点等の確認
- IAEA、DOE のプルトニウム取扱・貯蔵関連資料¹、我が国の規制要求の確認
- 上記確認結果を踏まえた管理基準ドラフトの作成と検討チーム内での議論、検討による確認
- 適宜、安全・核セキュリティ統括部内及び担当理事との議論、検討による確認

¹ SAFTY REPORTS SERIES No.9, SAFE HANDLING AND STORAGE OF PLUTONIUM, INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, VIENNA, 1998
DOE-STD-3013-2012, DOE STANDARD, STABILIZATION, PACKAGING, AND STORAGE OF PLUTONIUM-BEARING MATERIALS

2. 「核燃料物質の取扱いに関する管理基準」の中央安全審査・品質保証委員会での審議について

(1) 組織体制

中央安全審査・品質保証委員会での審議は、同委員会の第二専門部会において、技術的な検討を行った。管理基準について検討した際の第二専門部会の構成は以下の表のとおりである。なお、中央安全審査・品質保証委員会は、委員長を安全・核セキュリティ統括担当理事とし、各拠点の所長及び関係部長を委員とする委員会であり、審議事項の内、技術的な検討が必要な場合には、専門部会²にて行うこととしている。

	所 属	専門分野 (参考)
部会長	原子力科学研究所 所長	核燃料取扱 (使用施設)
部会長代理	核燃料サイクル工学研究所 副所長 (プルトニウム燃料技術開発センター長)	核燃料取扱 (使用施設)
部会委員	原子力科学研究所 副所長	安全対策、研究炉管理
同	核燃料サイクル工学研究所 再処理技術開発センター 処理部長	核燃料取扱 (再処理施設)
同	安全研究センター 研究主席 (燃料サイクル安全研究ディビジョン サイクル安全研究グループリーダー)	核燃料取扱 (使用施設)
専門委員	核燃料サイクル工学研究所 技術主席 (再処理施設核燃料取扱主任者)	核燃料取扱 (再処理施設)
オブザーバー	原子力科学研究所 原子力基礎工学研究センター 軽水炉基盤技術開発ディビジョン 性能高度化技術開発グループ 研究副主幹	核燃料取扱 (使用施設)
同	核燃料サイクル工学研究所 プルトニウム燃料技術開発センター 環境プラント技術部 廃止措置技術開発課 課長	核燃料取扱 (使用施設)
同	安全・核セキュリティ統括部 嘱託	研究炉管理
説明者	安全・核セキュリティ統括部 次長	放射線管理、安全管理
同	安全・核セキュリティ統括部 嘱託	核燃料取扱 (再処理施設)

² 中央安全審査・品質保証委員会の専門部会は、第一から第四まで設置されており、各々の担当は以下のとおり。

第一専門部会；原子炉等 第二専門部会；再処理、加工、核燃料物質の使用等
 第三専門部会；品質保証関連 第四専門部会；事故、異常等対策関連

(2) 技術的検討について

第二専門部会においては、管理基準のドラフト作成の考え方を含めその内容を説明し、部会メンバーからのコメントを踏まえ修正した上で第二専門部会の了承を得た。第二専門部会での審議結果は、中央安専審査・品質保証委員会においても審議され、了承された。

- 管理基準のドラフト作成の考え方（①大洗燃料研究棟汚染事象の原因、問題点等を踏まえた内容であること、②IAEA、DOE のプルトニウム取扱・貯蔵関連資料、我が国の規制要求を確認し、機構共通の管理基準として必要な内容であること）、ドラフトの内容の説明及び審議
- 専門部会でのコメントを踏まえた修正と確認

以 上

身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドライン策定についての検討プロセスについて

1. 組織体制

大洗燃料研究棟を踏まえた身体汚染が発生した場合の措置に関するガイドラインについて、放射線管理及び核燃料物質による汚染時の措置に詳しい現場の専門家等により構成されたワーキンググループ（以下「WG」という。表1にメンバー一覧を示す。）を設置し技術的な検討を含め対応した。

2. ガイドラインの検討プロセスについて

- ガイドラインの検討に必要な知識や経験を有する放射線管理や施設の核燃料物質の管理等の専門家により組織された WG により、会議を随時開催しガイドラインの内容を検討した。
- 検討にあたっては、以下の内容を踏まえ技術的な観点等を含め WG により検討した。
 - ・燃料研究棟事故の被ばく防止の観点から問題点、対策を確認し必要な内容を反映
 - ・各拠点における過去の経験等に基づく知見やそれらを踏まえた拠点における現状の要領等を確認し参考となる内容を反映
 - ・汚染等の緊急時対応や放射線防護について、NCRP などの国外レポートを確認し、参考となる内容を反映
 - ・緊急被ばく医療に関する情報や国内の関連する情報を参考に手順等を検討、作成
 - ・各 WG メンバーによる経験、知見に関して参考となる内容を反映
- WG により作成したガイドラインについては、安全・核セキュリティ統括部内の確認、各拠点への確認（業務連絡書で確認依頼）を行い、コメントを踏まえ最終的なガイドラインを策定した。

表1 ワーキンググループメンバー一覧

	所 属	専門分野（参考）
主査	大洗研究開発センター 安全管理部 放射線管理第1課 課長	放射線管理
メンバー	大洗研究開発センター 福島燃料材料試験部 集合体試験課 主査	核燃料物質及び施設管理
同	大洗研究開発センター 安全管理部 放射線管理第2課 技術副主幹	放射線管理
同	大洗研究開発センター 安全管理部 環境監視線量計測課 課長	放射線管理 被ばく管理 放射線計測
同	核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 線量計測課 マネージャー	放射線管理 被ばく管理 緊急被ばく医療

		放射線計測
同	核燃料サイクル工学研究所 プルトニウム燃料技術開発センター 環境プラント技術部 廃止措置技術開発課 マネージャー	核燃料物質取扱い及び管理
同	核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 放射線管理第1課 技術副主幹	放射線管理
同	核燃料サイクル工学研究所 放射線管理部 放射線管理第2課 技術副主幹	放射線管理
同	原子力科学研究所 放射線管理部 放射線管理第2課 技術副主幹	放射線管理
同	原子力科学研究所 バックエンド技術部 廃止措置課 課長	核燃料物質取扱い及び管理
同	原子力科学研究所 バックエンド技術部 放射性廃棄物管理技術課 技術副主幹	核燃料物質取扱い及び管理

以上