

られない。

原子力市民委員会の提言

本稿を終えるにあたり、最後に原子力市民委員会の政策提言を紹介したい。2014年に「原発ゼロ社会を目指して」を公表した原子力市民委員会（吉岡斉委員長）は、15年12月に「核廃棄物管理・処分のあり方」を公表した。この報告書は事故廃棄物や除染廃棄物なども含めた総合的な廃棄物政策に対する政策提言となっている。これまで放射性廃棄物と表現してきたが、原子力市民委員会では核廃棄物という用語を使用しているので、以下はこれに倣う。

同報告書は核廃棄物の管理・処分の技術的三原則と社会的三原則を定め、これによる統合的な対応が必要とし、優先順位をつけた管理・処分を提案している。技術的三原則は、①被ばくの最小化、②環境汚染の最小化、③国民負担の最小化であり、社会的三原則は、①汚染者負担、②負担の公正・公平、③処分量の確定とした。

報告書は、すでに発生してしまった核廃棄物の処分に「汚染者負担原則を大前提としつつ一定の国民負担が生ずることは避けたいが、脱原発（処分量の確定）を前提とするならば、受入れの意味は大きく変わってくる」とし、「確定した処分量について、必要最小限の負担をする」ことについて「ギリギリの合意形成」の道筋がはかれるとしている。

核廃棄物問題への対処の優先順位は第一に福島原発事故廃棄物であり、第二に事故由来の汚染廃棄物であり、第三に従来型の核廃棄物の管理・処分政策となっている。本稿のテーマは第三順位に置かれている。処分地を急いで特定する必要はないという立場だからである。さらに従来型の高レベル核廃棄物に関して、東海村や六ヶ所村の各再処理工場内に未だ廃液状態にあるものは安全にガラス固化を行ない、各原発にある使用済み核燃料は乾式貯蔵へ切り替えるべきとし、最後にガラス固化体について、政府やNUMOが地層処分への理解活動に終始している限りは住民合意が得られないとの認識を示した上で、「地層処分ありきでなく、さまざまな議論をテーブルに乗せて、どのような対応をするべきかを市民参加のもと、ひとつひとつ丁寧に議論しながら合意形成に向けた作業を続けていくことが重要だ」とした。社会的合意の困難さから高レベル核廃棄物の貯蔵期間は長期に及ぶことを想定した対応が必要であるとの立場だ。

特定原子力施設・ 福島第一原子力発電所における 放射性廃棄物の概要

原子力資料情報室 澤井正子

福島第一原子力発電所では2011年3月の大事故以来、当初は緊急の事故対策として復旧作業、そして現在は30～40年かかるという廃炉作業が進められている。事故を起こさずに運転を終えた原子炉でも解体・廃炉作業には様々な困難が想定される。福島第一のような3機の原子炉のメルトダウン、3つの建屋の水素爆発という大過酷事故を起こした原子力発電所の解体・廃炉作業は、いまだ誰も経験したとはなく、高放射線量下の難作業だ。

福島第一原子力発電所は、2012年11月特定原子力施設に指定された。特定原子力施設とは、原子力事故を発生させ応急の措置を講じている施設として指定され、原子炉等規制法を遵守できない状態のため設備の状況に応じ廃炉に向けた特別な規制を受ける。4号機の使用済み燃料の取り出しが終了し、海側海水配管の高濃度汚染水除去など廃炉作業が進展する中で、作業に伴って発生する放射性廃棄物の問題が大きな課題となり、2015年12月からは「特定原子力施設放射性廃棄物規制検討会」が設置され、主に個体廃棄物等の保管管理の問題が検討されることになった。検討会は、「福島第一原子力発電所における放射性廃棄物等の安定的な管理について、今後の長期にわたる廃炉作業も念頭に」検討するというものだが、一方、「長期にわたり安定的に保管するに当たっての検討に限定し、処分方法については検討の対象外」としており、福島第一の廃棄物問題は「仮設」、「一時」など暫定的な当面の対応に限定され、ここでも「処分方法は先送り」という「原子力の常套手段」が対策となっている。以下、東京電力の発表をもとに、福島第一原子力発電所に現在保管・管理されている放射性廃棄物の概要をまとめる。

使用済み燃料

各号機、共用プールなど福島第一原子力発電所の使用済燃料等は、全体で13,137体が保管されている(表1)。4号機使用済み燃料プールから全燃料の共用プールへの移送作業は、2013年11月～2014年12月まで行われた。このうち一部の新燃料(180体)は、6号機の使用済み燃料プールへ移送されている。4号機使用済み燃料の容量を確保するため、共用プールで保管されていた1,412体はキャスク仮保管設備(乾式貯蔵)へ移送された。

東京電力の現行の計画では、各使用済み燃料プールからの燃料の取り出しは、3号機は2018年度、2号機は2020年度、1号機は2021年度開始とされている。各建屋の汚染は非常に高く東京電力のサーベイ記録でも3号機では1,400 μ Sv(2016/12/9)が記録されるなど、作業が予定通り進まない状態で計画の先送りは確実だ。5・6号機は2013年12月に廃炉が決定したが、東電は原子炉建屋や格納容器内部の調査研究開発のモックアップ試験等に利用するとして、解体計画はない。

個別廃棄物

福島第一原子力発電所の事故以来今までの作業では、これまでの放射性廃棄物の分類では想定されなかったような種類の廃棄物が多数発生しており、その保管も

表1 福島第一原子力発電所の核燃料の保管状況(体数)(2016/11/24現在)

原子炉(*)	使用済燃料プール		新燃料貯蔵庫		合計	2011/3/11 時点合計
	新燃料	使用済燃料	使用済燃料	新燃料		
1号機	(溶融) 400	100	292	0	392	392
2号機	(溶融) 548	28	587	0	615	615
3号機	(溶融) 548	52	514	0	566	566
4号機	0	0	0	0	0	1,535
5号機	0	168	1,374	0	1,542	1,542
6号機	0	198(※2)	1,456	230	1,884	1,704
計		546	4,223	230	4,999	6,354

※1 2011/3/11時点

※2 使用済み燃料プール保管の新燃料のうち180体は4号機新燃料

共用プール	新燃料	使用済み燃料	合計		備考
			使用済み燃料	保管容量	
キャスク仮保管設備	0	1,412	1,412	2,930	6,840体からリラッキング 貯蔵キャスク28基(容量:50基)
福島第一合計	800	12,377	合計	13,137	

十分な遮蔽など実施されず、その場しのぎの杜撰な状態である。

1. 瓦礫等

事故後発生している主な放射性廃棄物は、東京電力が「瓦礫等」と呼ぶ廃棄物で、これはさらに「瓦礫類」、「伐採木」、「使用済保護衣類等」に分類されている。これらの廃棄物は、その表面線量率によって以下の諸表のように区分されることになっていて、サイト内に仮設集積、一時保管など多様な形状で保管されている。

「瓦礫類」は、地震、津波、水素爆発などにより発生し、放射線物質質によって汚染された瓦礫、資機材、除染のためにぎ取った土壌などで、主に復旧作業による廃棄物である。汚染の線量率によって分類されている(表2)。

線量率が1mSv/h以上ものについてほとんど分別等は行われていないのが実態で、

表2 瓦礫類(2016/10/31日現在)

表面線量率 (mSv/h)	保管量 (m ³)	保管	実際の分別状況 (東京電力の説明)
30 m Sv/h超	7,600	個体廃棄物貯蔵庫	1~3号機で発生した高線量瓦礫類。容器ごと に内容物の材質(金属ガラ、コンクリート、ア スファルトガラ、土砂、可燃・難燃物)は把握
30 m Sv/h以下	20,300	覆土式一時保管施設	1~4機の建屋を構成していたコンクリートや 鉄鋼材、各建屋に設置していた配管、ケーブル 等、分別していない。
		仮設保管施設	
10mSv/h以下 (β 汚染有)		屋外容器収納	工事現場で瓦礫類を容器に収納、瓦礫類の表面 線量率が高いため可能な範囲で分別を実施
1mSv/h以下	30,400	屋外シート養生	金属ガラ、コンクリート、アスファルトガラ、 土砂、可燃・難燃物に分類(容器収納の際、保 管効率を考慮して土砂以外は混載)
0.1 mSv/h以下	133,100	屋外集積	金属ガラ、コンクリート、アスファルトガラ、 土砂、可燃・難燃物に分類。含フuranタンク ク解体片。2016/10月末で314基(コンテナ)保管。
合計	191,500		

表3 伐採木(2016/10/31日現在)

空間線量率		保管量(m ³)
屋外集積(幹・根・枝・葉)	0.03~0.01未満	70,200
一時保管(枝・葉)	0.01未満	19,600
合計		89,800

表4 使用済保護衣(2016/10/31日現在)

空間線量率		保管量(m ³)
屋外集積	0.02	69,600

※ 離個体焼却設備2016年3月運転開始。保護衣等焼却量744 t、焼却灰ドラム缶数112本(2016年10月末累積)

形態別に集積され野積みされているだけだ。比較的汚染の高いものは容器に混載収納され屋外で保管され、表面線量の非常に高い物（30mSv/h以上）が容器に収納され「個体廃棄物貯蔵庫」に一時貯蔵されている。東京電力は今後実施される減容処理や容器変更の際に分別を行うとしているが、実施の可能性は不透明だ。

0.1 mSv/h以下のコンクリートガラの一部分について東京電力は、粉砕しバックグラウンド線量相当（5 μ Sv/h程度）であることを確認後、一時保管エリアの路盤材等に再利用している。

「伐採木」は、汚染水タンク等設置のため発電所山側の松林を整地等で伐採したものである。火災発生リスクや線量により、幹根、枝葉に分けて、「一時保管槽」や「屋外集積」で保管されている（表3）。

「使用済保護衣等」は、作業員が毎日使用するいわゆるタイベック（白いカバーオール）、下着類（含靴下）、その他（靴、手袋、マスク等）で、保管量は69,600 m³（2016/11現在）。福島第一サイトの1日平均の作業者数は、3年前の約3500人から約7000人以上に増加している（表4）。

2. 水処理二次廃棄物

原子炉循環冷却のため、汚染水（滞留水）の処理によって汚染レベルの高い放射性廃棄物が発生する。溶融した核燃料から溶け出した放射能汚染水を除去したスラッジ、フィルター、吸着材などである。

【福島第一原子力発電所の汚染水処理の概要】

汚染水処理から発生する放射性廃棄物について見る前に、その全体像を概観する（図1）。

東京電力は汚染水対策として循環注水冷却システムを採用した。これは原子炉建屋に注水された水を、プロセス主建屋に設置されたキュリオオン（KURION・アメリカ製）とアレバ（AREVA・フランス製）でセシウムを除去し、淡水化装置（RO（逆浸透膜）方式）等で塩分を除去し、再びデブリの冷却に利用するものだ。2011年6月から運転を開始したこのシステムの稼働により、汚染水の増加は止められると考えられていた。しかし大量の地下水の建屋地下への流入によって、汚染水は逆に増加することになった。

「キュリオオン」はセシウム吸着装置とも呼ばれ、3種類の吸着塔でセシウムや油分を吸着する。「アレバ」は凝集沈殿の方法で放射性ストロンチウムや他の放射能を除去することが期待されたが、頻繁に事故・トラブルを発生させ、8月から第2セ

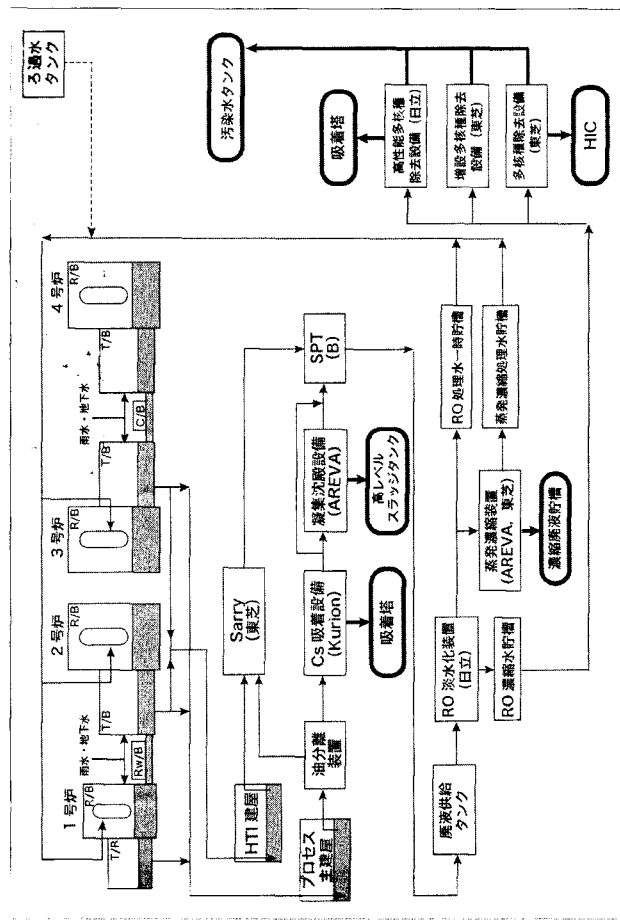


図1 福島第一原子力発電所汚染水処理の全体状況

シウム吸着装置サリー（SARRY:東芝製）が運転開始したことにより、9月には停止、以降施設は廃止された。サリーは2種類のフィルタと吸着塔によってセシウムを除去する。これら装置の稼働当初の汚染水は、核燃料から溶出したセシウム、ストロンチウム、テルル、コバルト、ルテニウム、バリウム、プラトニウムなどの多数の放射性物質が混在し、タービン建屋の滞留水の表面線量率で、1号機で約60mSv/h、2号機で約1,000mSv/h、3号機で約400mSv/hという高い値を示した。また高い塩分濃度のため、当初は様々なトラブルに見舞われた。

セシウムを除去された汚染水は、RO炭水化装置（逆浸透膜：日立GE社）によって淡水化処理が行われ、淡水と塩分濃度の高い水に分離される。淡水は原子炉の冷却水として再利用されたり、濃縮される。塩分濃度の高い汚染水はさらに蒸発濃縮処理が行われ、濃縮塩水として貯水タンクに貯蔵される。

セシウム以外の放射能の除去のために多核種除去装置（アルプス：ALPS）が東芝によって開発された（2013/3運転開始）。この設備は、RO濃縮水から前処理設備でコバルトやニッケルなどの重金属を除去し、吸着塔でチタン酸塩など7種類の吸着材を使ってストロンチウムなど62核種の放射能をそれぞれの告示濃度限度まで低減させようというものだ。さらにアルプスの前処理行程を削除した増設多核種除

去装置（増設 ALPS）も開発された。しかし多核種除去装置で、ヨウ素、ルテニウムなど一部の核種の除去性能が設計どおりでない事象が発生した。また日立も、高性能多核種除去装置（高性能ALPS）を開発した（運転開始は2014/10）。しかし、これら3つのアルプスとも、度々事故やトラブルを起し、運転を停止している。そのため2014年度内が目標だった「汚染水の全量浄化」はすぐに放棄された。3つのアルプスから発生する廃棄物は、すべて高性能容器ヒック（HIC：High Integrity Container）と呼ばれるポリエチレン製の容器に収納され保管される。これは大変問題の多い容器であり、後述する（表5）。

【吸着塔類】

使用済吸着塔一時保管施設（屋外）に保管というより巨大な吸着塔やボックスカルバート（コンクリートの箱）が野ざらしで設置されている状況である（写真1）。高いレベルの放射能を吸着したフィルターや吸着材の内蔵された容器（吸着塔）が、野外に設置されている。第一施設や第四施設では、高性能アルプスやサリーの使用済み吸着塔などをラックで支持された状態で設置している。一部はキュリオンの使用済吸着塔をコンクリートで遮蔽して一時保管。第二施設、第三施設は水分の多い内容物を含むアルプスから発生するスラリーなどを収納したHIC容器を保管している。HICはボックスカルバートと呼ばれるコンクリートの箱に収納されている。これらの施設はすべて耐震Bクラスで、もし吸着塔やボックスカルバートが破損すれば、どのような漏えいや汚染が広がるのか、この状態に懸念を抱かない人はいないだろう。

【HIC（高性能容器）の問題】

3つのALPSでは、セシウムを含む62核種、ストロンチウム、ルテニウム、カドミウムなどが沈殿除去され、吸着される予定だ。これらALPSで発生する非常に高濃度の放射能のかたまりであるスラリーや廃吸着材は、HICに保管されている（高性能ALPSの廃スラッジ容器はステンレス製に変更されている）。

HICは、高さ約1.86m、直径約1.5m、容積約2.8m³、最小厚さ約1.1cmの円筒状容器で、最大100兆ベクレルを超える放射能を20年間保管できることになっている。ポリエチレン製ということで、強度、耐放射線性能、紫外線に弱いことなど多数の欠陥がある。ポリエチレンの容器は紫外線に弱く、長期間屋外にあれば劣化してポロボロになってしまう。そのための対策として、HICは輸送中は紫外線遮蔽カバーを付け、ボックスカルバートとよばれるコンクリートの箱の中に収められ

表5 汚染水処理二次廃棄物保の保管量

廃スラッジ	597[m ³]	アレバ等の廃棄物。設備が廃止され今後の発生はない。
使用済ベツセル	3,389体	セシウム除去装置（サラー、キュリオ）から発生。
濃縮発液	9,256[m ³]	汚染水処理の最終的発液

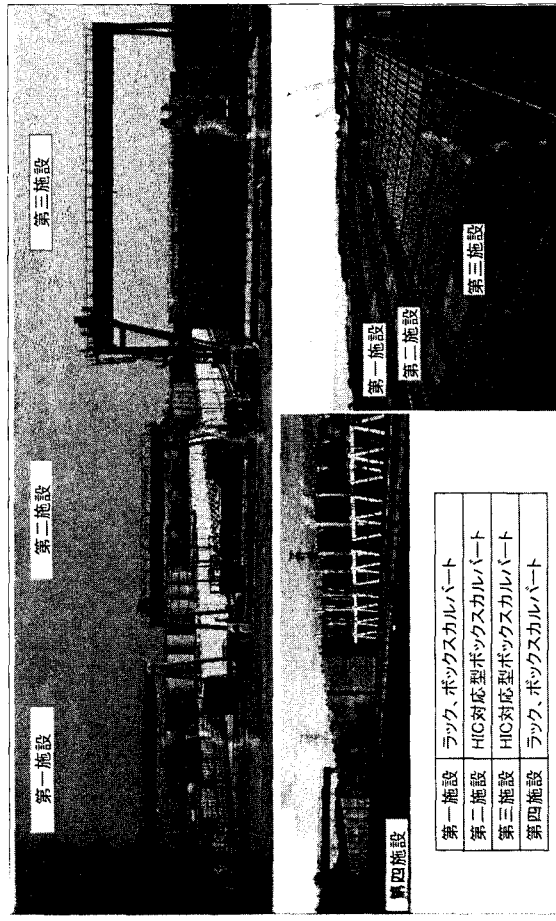


写真1 使用済吸着塔一時保管施設（水処理二次廃棄物の一時保管）

ら、この容器はそもそも米国のバーンウエル低レベル放射性廃棄物処分場で最終処分容器として使われていたもので、埋め捨てのための容器である。補強材や遮へい材で補強しても、表面の線量率は5mSv/hに達し、遮へい体なしだと500mSv/hを超えるものもある。原子力規制委員会さえ、「早期取替も念頭に入れた管理計画を検討する必要がある」とし、HIC以外の金属製容器も検討していく必要があると指摘している。高レベルに近い放射性廃棄物の保管容器にこのような材質が選定されること自体、安全性の完全な喪失ではないだろうか。

3. 廃スラッジ

アレバ等の運転によって発生した凝集沈殿物で、プロセス建屋地下にあるコンクリート製の造粒固化体貯槽（10m×10m×10m、厚さ1m）に597m³が保管中だ。アレバの装置はすでに廃止されているため、このスラッジは今後増加する予定はない。セシウムを凝集沈殿物として回収しているため発熱があり、貯槽内に熱交換器を設