

# 増加し続ける汚染水

## — 事故後3年余が経過した東京電力福島第一原発 —

経済産業委員会調査室 縄田 康光

### 1. はじめに

事故後、3年余が経過した東京電力福島第一原子力発電所（以下「福島第一原発」という。）では、極めて長期にわたる廃炉に向けた取組が行われている。「東京電力（株）福島第一原子力発電所1～4号機の廃炉措置等に向けた中長期ロードマップ」（以下「中長期ロードマップ」という。）は2011年12月の策定以来、2回にわたり改訂され（2012年7月、2013年6月）、また、2013年11月には4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しが開始され<sup>1</sup>、中長期ロードマップは第2期に入った<sup>2</sup>。今後も4号機に比べ高線量の1～3号機の燃料プールからの燃料取り出し、さらには原子炉格納容器等からの燃料デブリ<sup>3</sup>の取り出しに向け、困難な取組が続くものと予想される。

その一方で、汚染水<sup>4</sup>の増加・汚染水漏れが、当面の大きな課題となっている。汚染水については、事故発生直後に、高濃度の汚染水が港湾内に流出していることが判明し、その後止水されたが、依然としてトレンチ（配管・電線等を通す地下の空間）等に滞留している。2013年7月には発電所港湾内への汚染水の拡散が明らかになった。また、循環注水冷却に伴い発生する汚染水は、セシウム吸着装置<sup>5</sup>等で処理されているが、タンク等に貯蔵される処理水の量は、2014年4月末の時点で46万m<sup>3</sup>に達している上、タンクからの汚染水漏れ等が相次いでいる。

本稿では、汚染水増加の状況、汚染水漏れ等の各種トラブルの発生状況を概観するとともに、東京電力・国等の汚染水対策、今後の見通しについても触れることとしたい。

<sup>1</sup> 当初の見通しより1か月前倒しで開始された。4号機使用済燃料プール内にあった燃料（使用済燃料1331体、新燃料202体、計1533体）のうち、2014年5月7日現在、814体（使用済燃料792体、新燃料22体）が共用プールへ移送されている。

<sup>2</sup> 中長期ロードマップの廃止措置に係る期間は、以下のように区分される。

第1期	・使用済燃料プール内の燃料取り出し開始までの期間 ・「東京電力福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋」のステップ2完了（2011年12月）から2年以内
第2期	・燃料デブリ取り出しが開始されるまでの期間 ・ステップ2完了から10年以内
第3期	・廃止措置終了までの期間 ・ステップ2完了から30～40年後

<sup>3</sup> 燃料と被覆管等が熔融し、再固化したもの。

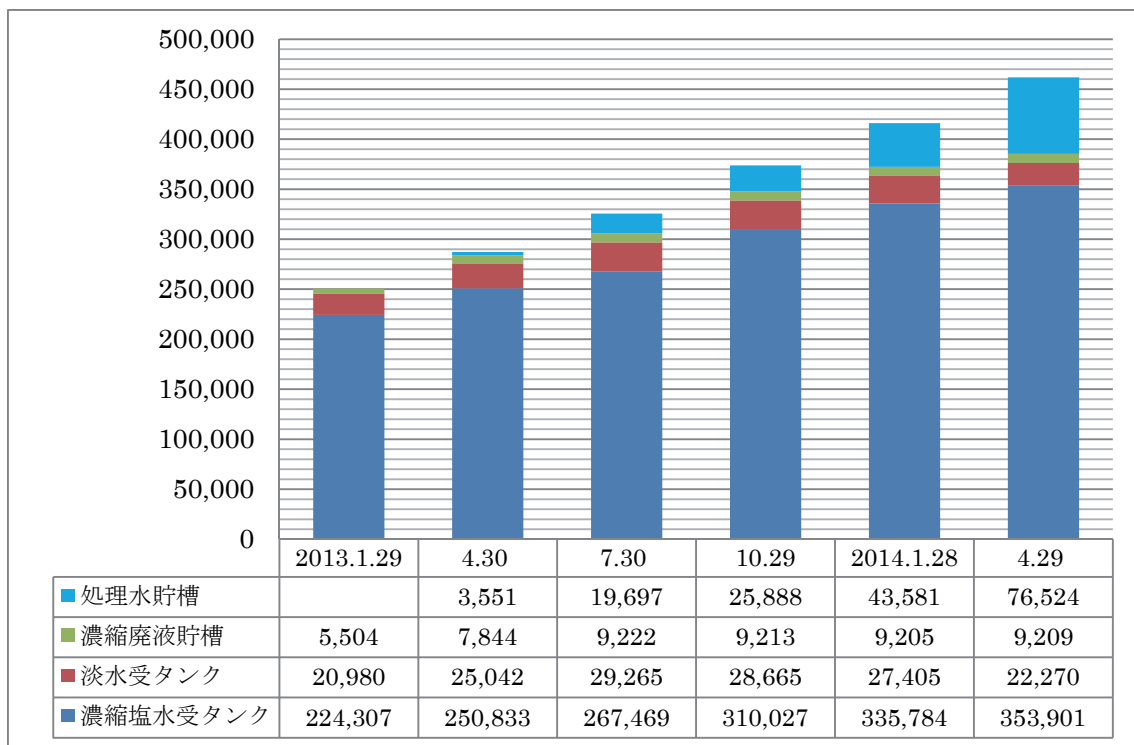
<sup>4</sup> 「高レベル滞留水」とも言われるが、本稿では「汚染水」で統一する。

<sup>5</sup> セシウム吸着装置（キュリオン）、第二セシウム吸着装置（サリー）。現在は主としてサリーが使用されている。

## 2. 汚染水増加の状況

図表 1 は最近の汚染水の処理・貯蔵の状況を示したものである。2011 年 6 月に開始された循環注水冷却は、①原子炉に注水された水が、②原子炉建屋・タービン建屋から集中廃棄物処理建屋を経て、③セシウム吸着装置、淡水化装置（RO（逆浸透膜）方式）等により処理され、④処理水（淡水）受タンク・注水タンクから再度、原子炉に注水されるというプロセスを経る。③の淡水化処理に伴い発生した濃縮塩水（RO濃縮塩水）は濃縮塩水タンクに貯蔵されるとともに、2013 年 3 月から試験運転を開始した多核種除去設備（ALPS）により処理され<sup>6</sup>、処理水貯槽に貯蔵される。

図表 1 汚染水の処理・貯蔵の状況（単位：m<sup>3</sup>）



(注) このほかに、2014 年 4 月 29 日時点で、1～4 号機の建屋内に約 74,100 m<sup>3</sup>、集中廃棄物処理建屋に約 18,390 m<sup>3</sup>、廃液供給タンクに 718 m<sup>3</sup>、サプレッションプール水サージタンク（SPT）に 1,220 m<sup>3</sup>の汚染水がある。

(出所) 東京電力資料より作成

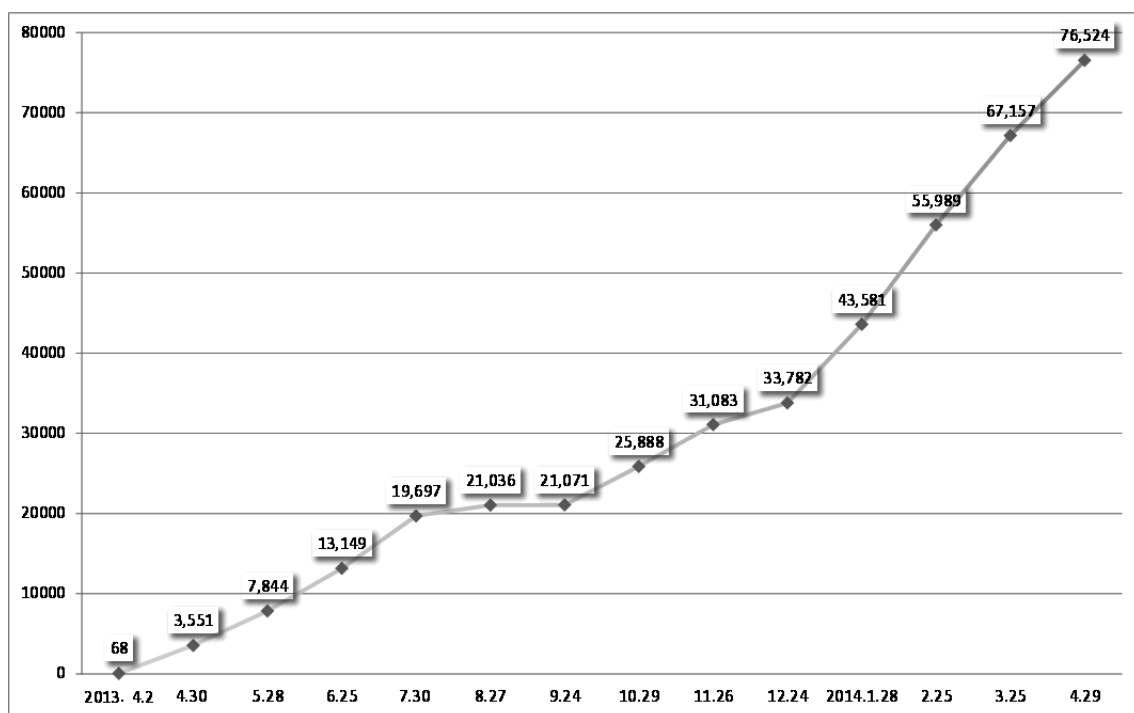
図表 1 を見ると、2013 年 1 月末の時点で、各種タンクに貯蔵されている汚染水は約 25 万 1 千 m<sup>3</sup>、同年 4 月末には約 28 万 7 千 m<sup>3</sup>であるが、2014 年 4 月末には約 46 万 2 千 m<sup>3</sup>となっており、1 年で 17 万 m<sup>3</sup>以上急増している。この背景としては、原発敷地内における地下水の流入がある。1 日当たり約 800 m<sup>3</sup>の地下水が山側から流れ込み、そのうち約 400 m<sup>3</sup>が建屋内に流入していると想定されている。東京電力は、1 日当たり 800 m<sup>3</sup>の汚染水を処理し、循環注水冷却のため 1 日当たり約 400 m<sup>3</sup>を再利用しているが、建屋に流入する量に相

<sup>6</sup> セシウム以外の 62 核種（トリチウムを除く）の放射性物質の除去が可能。現在、A系、B系、C系の 3 系統がある。

当する約 400 m<sup>3</sup>がタンクに貯留され、増加していく状況にある。

図表 2 はALPSによる処理水（処理水貯槽に貯蔵）の推移を見たものである。3系統あるALPSのうち、A系が2013年3月30日に試験運転を開始、その後B系・C系も試験運転を開始しており、処理水の量は2013年4月初旬時点では68 m<sup>3</sup>であったものが2014年4月下旬時点では76,524 m<sup>3</sup>に達している。しかし、東京電力が目指している「2014年度中の全汚染水（RO濃縮塩水）の浄化（トリチウム以外）完了<sup>7</sup>」の達成にはまだ遠い状況にある。また、後述するようにALPS自体もトラブルが相次いでおり、今後ALPS等の多核種除去設備が増強されるにせよ、汚染水処理は予断を許さない状況にある。

図表 2 多核種除去設備（ALPS）処理水の状況（単位：m<sup>3</sup>）



（出所）東京電力資料より作成

### 3. 相次ぐ汚染水漏れ

予断を許さない汚染水処理の状況に加え、汚染水漏れが相次いでいる。ここでは、（1）汚染水の港湾内への拡散と、（2）タンクからの汚染水漏れについて概観することとする。

#### （1）汚染水の港湾内への拡散

図表 3 は、事故発生後の汚染水漏れ等の状況を示したものである。

事故発生後間もない2011年4月2日、2号機の取水口付近にある電源ケーブルを収め

<sup>7</sup> 新・総合特別事業計画（2013年12月原子力損害賠償支援機構・東京電力（認定は2014年1月））17頁、45頁参照。

図表3 汚染水漏れ等の経緯

2011年	3月	11日	東京電力福島第一原子力発電所事故発生。
	4月	2日	2号機取水口付近からの高濃度汚染水漏れを確認。水ガラスの注入等により、4月6日流出停止を確認。
		4日	高濃度汚染水の移送スペースの確保のため、4月4日から10日にかけて、集中廃棄物処理施設等から10,393トンの低濃度放射性汚染水を海洋に放出。
	5月	11日	3号機取水口付近からの汚染水の海への流出を確認。同日中に海への流出停止を確認。
2013年	4月	5日	地下貯水槽No. 2から漏えい。外部へ漏えいの可能性があるとは判断。
		7日	地下貯水槽No. 3から漏えい。外部へ少量の漏えいの可能性があるとは判断。
		9日	地下貯水槽No. 1から漏えい。4月13日に外部へ少量の漏えいの可能性があるとは判断。
		11日	地下貯水槽No. 3からNo. 6への移送開始時に配管フランジ部から漏えい。
	6月	19日	観測孔No. 1 (2011年4月の高濃度汚染水漏れが生じた地点の近傍にある) において高濃度ストロンチウム等の観測を公表。
	7月	22日	東電、汚染水の発電所港湾内への拡散を公表
	8月	19日	H4北タンクエリアB群No. 5タンクから漏えい (約300トン)。
		31日	H5エリアNo. 5・No. 6タンク連結配管にて漏えいを確認。
	10月	1日	H5タンク東側、H6タンクエリア用仮設タンク (ノッチタンク) から溢水 (約5トン)。H6エリア堰内雨水の移送において、移送ホースの繋ぎ込みを間違えたため。
		2日	B南タンクエリアB-A5タンク天板部から汚染水が漏えい (430リットル)。傾斜地に連結して設置されたタンクへの雨水の移送において、十分傾斜を考慮せず注水したため。
		9日	淡水化装置内で誤って配管の接続部を外したことにより汚染水が漏えい。
		17日	護岸地下水を入れる仮設タンク (ノッチタンク) から溢水。
		20日	東北地方における大雨により、12箇所のタンクエリア堰から溢水。
	11月	9日	H6タンクエリア堰より堰内溜まり水が漏えい。
		15日	G6南エリアにおいてG6-C3タンクから滴下。
		26日	H9タンクエリア堰ドレン弁 (H9-B1タンクの南側) から堰外への滴下。
	12月	21日	H5エリア西側の堰の基礎の継ぎ目部から漏えい。
		22日	H5エリア北東側の堰の継ぎ目部から漏えい。G6北エリアにおいて堰の下部から漏えい。
		24日	H4タンクエリア及びH4東タンクエリア堰内の水位が低下。H4タンクエリア堰の基礎部目地よりの漏えいを発見 (25日)。
2014年	1月	12日	G4南タンクエリア内堰内基礎の目地から漏えい。
	2月	19日	H6エリアタンク上部天板部から漏えい (約100トン)。
	4月	13日	H5タンクエリア脇に設置したプラスチックタンクから漏えい (約1トン)。
		14日	集中廃棄物処理施設焼却工作建屋に汚染水を誤って移送 (約200トン)。

(出所) 東京電力資料、原子力災害対策本部資料を基に作成

ているピット内に高濃度汚染水が溜まっており、海に流出していることが明らかになった。その後、水ガラスの注入等の止水処理により、高濃度汚染水の流出は止まったが、その後もトレンチ等の地下構造物に高濃度汚染水が滞留した状況が続いている。また、高濃度汚染水の移送スペースを確保するため、2011年4月に集中廃棄物処理施設等に存在する低濃度の汚染水1万トン余が海に放出され、国際的にも波紋を引き起こした。

2013年6月、2011年4月の汚染水流出箇所（2号機取水口付近）近傍の観測孔から高濃度のストロンチウム等が検出され、7月22日、東京電力は港湾内に汚染水が拡散していることを公表した。これは、地下構造物に存在する高濃度汚染水の問題が根本的には解決していないことを示したものと言える。トレンチ内滞留水は2号機で約5,000 m<sup>3</sup>、3号機で約6,000 m<sup>3</sup>とされており<sup>8</sup>、当面は水ガラスによる地盤の改良、トレンチ内汚染水の汲み上げとモバイル式処理装置による浄化・移送<sup>9</sup>が行われているが、根本的解決策として、建屋とトレンチとの間を止水し、汚染水を移送した後、閉塞する必要がある。止水の方法としては凍結工法が採用され、2014年4月2日、2号機（立坑A）において一部凍結運転が開始された。2014年度中には、2号機、3号機の建屋とトレンチの本体部分との間の閉塞が完了する予定である<sup>10</sup>。

## （2）タンクからの汚染水漏れ

地下構造物内の高濃度汚染水漏れが問題となる一方で、増設が続く汚染水貯留タンク等からの汚染水漏れも相次いでいる（図表3参照）。2013年4月に地下貯水槽<sup>11</sup>からの漏れいが明らかになったほか、同年8月には、H4北タンクエリアのフランジ型タンク<sup>12</sup>から約300トンの汚染水漏れが生じ<sup>13</sup>、急造された汚染水タンク群の管理体制の問題が明らかになった。また、同年10月には東北地方における大雨に伴い、タンクの周囲にある堰（12箇所）から溢水が生じた。タンクのパトロールの強化、遠隔監視可能な水位計の設置、堰のかさ上げ等の対策が講じられたが、2014年2月にH6エリアのタンクの上部天板部から約100トンが漏れいするなど<sup>14</sup>、その後も汚染水漏れが生じている。さらに、2014年4月には、集中廃棄物処理施設の焼却工作建屋に約200トンの汚染水が誤って移送されるという事態が生じた。

汚染水の増加に伴い、タンクの貯蔵容量も急増しており、2014年4月29日現在で50万m<sup>3</sup>に達している<sup>15</sup>。今後も増加する汚染水に対応するため、タンク貯蔵容量は2014年度末で80万m<sup>3</sup>に達する見込みであり<sup>16</sup>、また、今後設置するタンクは溶接型を基本とし、フランジ型タンクのリプレイスも進める予定である。

<sup>8</sup> 「汚染水に関わる現場進捗状況」（2014年4月7日東京電力）（第8回廃炉・汚染水対策現地調整会議資料）参照。

<sup>9</sup> 2013年11月から開始。

<sup>10</sup> 分岐トレンチについては2013年9月に閉塞を完了している。

<sup>11</sup> 地面を掘削し、ベントナイト（粘土の一種）シート、遮水シート（高密度ポリエチレン）、コンクリート等を敷設したもの。タンクに比べ、早期かつ大量の貯蔵が可能。

<sup>12</sup> ボルト締めタンク。溶接型に比べ早期の整備が可能であり、1～4号機の汚染水貯留タンク約930基のうち約300基がフランジ型であった（2013年9月9日汚染水対策現地調整会議資料参照）。

<sup>13</sup> 底板ボルト穴下部の開口部から漏れい。

<sup>14</sup> 本来他のエリアに移送すべき汚染水を、間違った系統構成（弁の開閉等）により、H6エリアの当該タンクに移送したことによる。

<sup>15</sup> 濃縮塩水受タンク364,200 m<sup>3</sup>、淡水受タンク27,500 m<sup>3</sup>、濃縮廃液貯槽9,500 m<sup>3</sup>、処理水貯槽100,000 m<sup>3</sup>。なお、実際の貯蔵量は図表1に示すとおり約46万2千m<sup>3</sup>である。

<sup>16</sup> 2015年度末に80万m<sup>3</sup>を確保する計画であったが、前倒しで達成される見通し。

#### 4. 難航が続く多核種除去設備（ALPS）による浄化

前述したように、東京電力は2014年度中に汚染水を全量浄化（トリチウム以外）することを目指している。今後多核種除去設備（ALPS）の増強が行われる予定であるが、既に稼動しているALPS（A、B、Cの3系統。1日の最大処理量：各系統250 m<sup>3</sup>）はトラブル続きであり、汚染水浄化は難航している。

図表4は、ALPSに係る主なトラブル等を示したものである。2013年6月にはA系統のバッチ処理タンクの腐食による漏えいが発生した。また9月にはC系統の前処理設備の

図表4 多核種除去設備（ALPS）におけるトラブル等

2013年	3月	30日	A系統でホット試験（水処理施設で処理した廃液を用いた試験）を開始。
	6月	13日	B系統でホット試験を開始。
		15日	A系統のバッチ処理タンク（2A）において漏えい。16日にA系統停止。その後、バッチ処理タンクの腐食による貫通によるものと判明。
	8月	8日	B系統運転停止（腐食防止対策実施のため）。
	9月	27日	C系統でホット試験を開始。
		28日	C系統において、前処理設備のバッチ処理タンクからスラリー（沈殿物を含む液体）を排出するラインにおいて、流量が十分でないことから、スラリー移送ポンプを停止。
		29日	C系統バッチ処理タンク（2C）の内部から異物（ゴムパット）を発見。
		30日	C系統の汚染水処理を再開。
	10月	4日	C系統において、工程異常の警報が発生し、停止。同日中に再起動。
		5日	A系統の処理再開に向けて、A系統の吸着剤を交換する際に排出される廃液をC系統バッチ処理タンクで受け入れるため、C系統による処理を一時中断（8日に処理再開）。
		28日	A系統のホット試験再開。
	11月	18日	C系統のホット試験再開。
		21日	B系統のホット試験再開。
12月	1日	C系統の塩酸供給ポンプ（C）出口継ぎ手部から塩酸が滲み出ているのを発見。	
2014年	1月	7日	B系統の高性能容器（HIC）交換作業実施中、作業用クレーンに走行不具合が発生。
	2月	26日	A系統のプースターポンプ（有機物等の除去等を行った水を吸着塔に送るポンプ）No. 2が停止。27日運転再開。
	3月	5日	B系統プースターポンプNo. 2が停止。6日運転再開。
		18日	B系の処理後の出口水の処理が不十分であることが判明。A、B、C全系統を停止。その後、B系前処理装置のクロスフローフィルタ（CFF：後段の吸着塔でストロンチウム吸着を阻害するイオンの炭酸塩を除去するフィルタ）の不具合により、ストロンチウムを含む炭酸塩スラリーが透過したこと等が判明。
		24日	前記B系CFFに係る汚染の通水浄化のため、A系、C系の運転を再開するも、C系において漏えいを発見（サンプルタンクC側面マンホール部）。25日にA系、C系とも運転再開。
	4月	27日	A系プースターポンプ出口側の水の白濁を確認、処理停止。系統内のクロスフローフィルタから炭酸塩スラリーが流出していることが判明。
		16日	高性能容器（HIC）からオーバーフロー（1.1m <sup>3</sup> ）。
		22日	A系の運転を再開するも、プースターポンプ出口側の水の白濁、カルシウム濃度の上昇等を確認、運転を停止。
23日		A系の運転を再開。	

（出所）東京電力資料等より作成

バッチ処理タンク<sup>17</sup>から、スラリー（沈殿物を含む液体）を排出するラインの流量が十分でないことから、移送ポンプを停止したが、これはタンク内に、作業用のゴムパットが残されていたことによるものであった。また2014年3月には、B系統の処理後の出口水の処理が不十分であることが判明した<sup>18</sup>。これは、前処理設備のクロスフローフィルタ<sup>19</sup>の一部に欠損箇所があり、ストロンチウムを含む炭酸塩スラリーが吸着塔内から出口にまで達したものである。

このように、ALPSによる汚染水処理は難航しており、約1年で7万6千m<sup>3</sup>余という処理量は<sup>20</sup>、1日当たり約400m<sup>3</sup>という汚染水の増加に追いついていないのが現状である。東京電力は、2014年度中頃からALPSの増設を計画しており（最大処理量：1日当たり250m<sup>3</sup>以上×3系統）、さらには国費が投入される高性能多核種除去設備（最大処理量：1日当たり500m<sup>3</sup>以上）も2014年度中頃に稼働を予定しているが、2014年度中に汚染水を全量浄化するという目標が達成されるかは、不透明である。また、全量浄化後も残る大量のトリチウム<sup>21</sup>水の扱いをどうするかも今後の課題となる<sup>22</sup>。

## 5. 国が前面に出た汚染水対策へ

### （1）「汚染水対策の基本方針」

汚染水対策は基本的には東京電力の責任で行われてきたが、深刻化する汚染水問題を受け、2013年9月、政府の原子力災害対策本部は「東京電力（株）福島第一原子力発電所における汚染水問題に関する基本方針」（以下「基本方針」という。）を決定した。基本方針では、「今後は、東京電力任せにするのではなく、国が前面に出て、必要な対策を実行していく。」としている<sup>23</sup>。

基本方針では、原子力災害対策本部の下に「廃炉・汚染水対策関係閣僚等会議」を設置し、また、「技術的難易度が高く、国が前面にたって取り組む必要があるものについて、財政措置を進めていくこととし、凍土方式の陸側遮水壁の構築及びより高性能な多核種除去設備の実現について、事業費全体を国が措置する。」と、国による財政措置を明確にしてい

<sup>17</sup> バッチ処理タンクは、ALPSの前処理設備の一部であり、有機物、 $\alpha$ 核種等を取り除くものである。ALPSは、放射性物質の吸着を阻害する有機物、 $\alpha$ 核種、マグネシウム、カルシウム等を除去する前処理設備と、放射性物質を除去する吸着塔からなる。

<sup>18</sup> ALPSは全 $\beta$ 放射能濃度で100万分の1まで浄化できるとされるが（1リットル当たり1億Bq（ベクレル）→100Bq）、10分の1程度にしか浄化されていないことが判明した。

<sup>19</sup> 前処理施設の一部であり、吸着材へのストロンチウム吸着を阻害する（ストロンチウム同様周期表の第2族元素である）マグネシウム・カルシウム等の炭酸塩を濾過するものである。

<sup>20</sup> 2013年3月30日の処理開始から、2014年4月29日までの処理量（76,524m<sup>3</sup>）。

<sup>21</sup> 三重水素。原子核が陽子1つと中性子2つから成る水素の同位体である（水素は陽子1つのみ）。天然水中にも1リットル当たり1Bq程度存在する。弱い $\beta$ 線（紙一枚で遮蔽可能な程度）を出しながら崩壊し、ヘリウム3となる（半減期12.3年）。水素に性質が近い分分離・回収が困難である。

<sup>22</sup> 汚染水処理対策委員会の下にトリチウム水タスクフォースを設置し、検討を行っている。

<sup>23</sup> 第186回国会に、原子力事業者による廃炉等の適正かつ着実な実施の確保を図るため、原子力損害賠償支援機構を原子力損害賠償・廃炉等支援機構に改組し、その業務に廃炉等を実施するために必要な技術に関する研究及び開発等の業務を追加する「原子力損害賠償支援機構法の一部を改正する法律案」が提出され、成立している。同法では、福島第一原発の汚染水流出の制御に関し、廃炉等を実施するために必要な技術に関する国内外の知見が活用されること等により、国内外の不安が早期に解消されるよう、国は万全の措置を講ずるものとする旨規定している（附則第3条）。

る<sup>24</sup>。

さらに、2013年12月、原子力災害対策本部は、「東京電力（株）福島第一原子力発電所における廃炉・汚染水問題に対する追加対策」を決定している。

## （２）汚染水問題に関する３つの基本方針

基本方針では、①汚染源を「取り除く」、②汚染源に水を「近づけない」、③汚染水を「漏らさない」との３つの基本方針の下、対策を講じていくこととしている。

①については、主トレンチ内の高濃度汚染水の浄化とトレンチの閉塞、国費を投入したより高性能な多核種除去設備の実現等が、②については地下水バイパス、サブドレンによる地下水の汲み上げ、凍土方式による陸側遮水壁の構築（国費を投入）等が、③については、汚染エリアの地表の舗装、タンクの増設とボルト締めタンクのリプレイス等が挙げられている。また、2013年12月の追加対策においては、①について、ALPSの増設による高濃度汚染水浄化の加速、港湾内の海水の浄化等が、②について、広域的な舗装等が、③について、溶接型タンクの設置加速と二重鋼殻タンク等の信頼性の高い大型タンクの導入等が挙げられている。

## （３）地下水バイパス、サブドレン、陸側遮水壁

基本方針に基づき、様々な汚染水対策が講じられつつあるが、ここでは、（ア）地下水バイパス、（イ）サブドレンによる地下水の汲み上げ、（ウ）凍土方式による陸側遮水壁を取り上げることとしたい。

### （ア）地下水バイパス

地下水が山側から海側に向かって移動し、建屋に流れ込んでいることから、建屋の上流（山側）に揚水井（12か所）を設け、地下水位を下げることにより、建屋への地下水流入量を抑制するものである。揚水井からの水は揚水・移送設備により一時貯蔵タンクに移送され、水質を確認し、関係者の理解を得た上で、海に放出する計画である。揚水井の設置工事は2013年3月に完了しており、その後、揚水・移送設備の試運転・水質確認を行っている。

2014年4月までに、漁業関係者等が海への放出を容認したことから<sup>25</sup>、4月9日、地下水の汲み上げを開始した<sup>26</sup>。4月15日にバイパス揚水井No.12から運用目標を上回る濃度のトリチウムが検出されたため<sup>27</sup>、一時汲み上げが中断されたが、4月24日、汲み上げを再開している<sup>28</sup>。

<sup>24</sup> 平成25年度一般会計予備費で約206億円、平成25年度補正予算で約479億円が措置されている。

<sup>25</sup> 2014年3月25日に福島県漁業協同組合連合会が容認することを決定、4月7日に全国漁業協同組合連合会が、経済産業大臣に要望書を提出、容認の意向を伝えた。

<sup>26</sup> 汲み上げた地下水は、一旦タンクに貯蔵し、水質の分析等を行う。

<sup>27</sup> トリチウムの告示濃度限度は60,000Bq/Lであるが、地下水バイパスの運用に当たっては、1,500Bq/Lと厳しい運用目標が定められた。4月15日にバイパス揚水井No.12から検出されたトリチウムは1,600Bq/Lである。

<sup>28</sup> No.1～11の揚水井については、4月18日から汲み上げを再開。



#### (イ) サブドレンによる地下水の汲み上げ

事故前の福島第一原発では、地下水の建屋への流入を防止するため、サブドレンと言われる井戸を建屋周辺に設け、1日当たり850 m<sup>3</sup>の地下水を汲み上げ、地下水位を低下させてきた。事故後に、サブドレンが破損し、また放射性物質により汚染され、その機能が失われたことが、建屋内への地下水流入の一因となっている。このため、サブドレンの再稼働を目指し、新設のサブドレンピットの設置、浄化設備の設置を進めており、2014年9月に完成する予定である。

#### (ウ) 凍土方式による陸側遮水壁

陸側遮水壁は、山側から建屋に向かう地下水の流れを遮断するため、建屋周囲に遮水壁を設置するものである<sup>29</sup>。陸側遮水壁の工法については、汚染水処理対策委員会で検討が行われ、凍土壁、粘土壁、グラベル連壁（碎石による透水性の壁）の提案があったが、2013年5月に同委員会に報告された「地下水の流入抑制のための対策」において遮水効果、施工性に優れた凍土壁方式が採用された。

凍土壁は、建屋周辺の地盤を切削し、一定間隔で凍土管を設置、氷点下数十度の冷却材を循環させ、周辺土壌をその水分とともに凍結させるものである。凍土壁は総延長1,500m、凍土造成量は70,000 m<sup>3</sup>に及ぶものとなっている。「凍土方式による陸側遮水壁により長期間建屋を囲い込む今回の取組は、世界に前例のないチャレンジングな取組<sup>30</sup>」であり、基本方針でも事業費全体を国が措置するとされている<sup>31</sup>。2014年6月を目処に本格施工着手<sup>32</sup>、2014年度中の凍結開始を目指している。

### 6. 地下水流入の抑制

これらの対策（4m盤対策<sup>33</sup>、地下水バイパス、海側遮水壁、陸側遮水壁、サブドレン、フェーシング<sup>34</sup>等）の対策を組み合わせれば、汚染水の原因となっている地下水の建屋内への流入、海への流出を大幅に抑制できると想定されている。

図表5は、各種汚染水対策の組み合わせと、地下水の建屋への流入量等の想定を示したものである<sup>35</sup>。4m盤対策、地下水バイパス、海側遮水壁、山側及び海側サブドレン、陸側遮水壁を組み合わせたケースでは、建屋への流入量は1日当たり400トンから70トンに（1～4号機建屋については0トン）抑制できると想定されており、また、1～4号機建屋領域における海への流出量も1日当たり0トンと想定されている。

<sup>29</sup> 海側遮水壁（鋼管矢板等を打設し、遮水壁を構築する）は、現在設置工事中であり、2014年9月に完成予定である。

<sup>30</sup> 「地下水の流入抑制のための対策」37頁参照。

<sup>31</sup> 凍土壁関連予算として、2013年度予備費に約136億円、2013年度補正予算に約183億円が計上されている。

<sup>32</sup> 実証実験としての小規模凍土壁は2014年3月から凍結を開始している。

<sup>33</sup> 地下水に高濃度の汚染が確認された建屋海側のエリアの護岸に水ガラスによる壁を設置するとともに、井戸（ウェルポイント）により地下水を汲み上げる等の対策を講じる。

<sup>34</sup> 雨水が地下水の原因となっていることから、敷地をコンクリート等で被覆する。

<sup>35</sup> 汚染水処理対策委員会が2013年12月に示した「東京電力（株）福島第一原子力発電所における予防的・重層的な汚染水処理対策」では、各対策を組み合わせ、50以上のケースの解析を実施している。図表5は、主なケースを簡略化して示したものである。

図表5 各種対策による地下水流入抑制 (単位: トン/日)

4m盤対策	地下水 バイパス	海側遮水壁	山側サブ ドレン	山/海側 サブドレン	陸側遮水壁	フェーシング	建屋流入量		海域への流 出量(注1)
							合計	1~4号機建屋	
			(対 策 無 し)				400	310	290
○							410	320	220
○	○(注2)						390	300	220
							330	250	200
							290	210	210
○		○					400	320	0
○			○				140	90	190
○				○			120	80	180
○					○		130	30	100
○						○(約2.0km <sup>2</sup> )	130	110	90
○						○(約1.7km <sup>2</sup> )	160	130	100
○						○(約1.0km <sup>2</sup> )	300	240	170
○	○	○		○	○		70	0	0

(注) 1. 1~4号機建屋領域における海への流出量を示す。

2. 地下水バイパス揚水井の効果の見積、地下水を汲み上げる地層等により、複数のケースが想定されており、建屋流入量等が異なる。

(出所) 汚染水処理対策委員会資料より作成

今後、これらの対策の進展が期待されるが、前例のない規模の凍土壁の設置・長期運用、地下水の水位調整<sup>36</sup>等、多くの課題が予想される。

(なわた やすみつ)

<sup>36</sup> 建屋内の汚染水が外部に漏出しないよう、建屋内の水位が凍土壁内の水位やサブドレンの水位より低くなるよう調整する必要がある。