

積算吸収線量5,000kGyまでの 到達時間が短いHICの扱い

2021年6月24日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

HIC概要・ β 線に対する健全性評価

- HICは多核種除去設備（既設ALPS）・増設多核種除去設備（増設ALPS）で発生する廃棄物（炭酸塩スラリー・鉄共沈スラリー・吸着材）を収容する容器



HIC外観（右はステンレス製の補強体取付け前の状態）

- HICの放射線影響としてHIC材料（ポリエチレン）がβ線照射を受けた時の健全性評価を実施
 - 電子線照射・材料試験により、積算吸収線量に対するポリエチレンの物性値を取得
 - 試験により得た物性値を用いて、HIC取扱時の吊上げ高さ（9.5m垂直落下、3.1m角部落下）で落下した場合の構造解析を実施
 - 2015年7月の特定原子力施設監視・評価検討会にて積算吸収線量2,000kGyまでの照射影響を受けたHICについて落下に対する健全性を報告
 - その後、原子力規制庁殿との面談において積算吸収線量5,000kGyまでの照射影響を受けたHICについて落下に対する健全性を報告

これまでの当社による5,000kGy到達期間の評価について

- 保管されているHICのうち、炭酸塩スラリーを収容するHICはスラリーの経時的な沈降による濃縮によりβ線照射の影響が大きい
- HIC内でのスラリー沈降（濃縮）を考慮してスラリー密度測定を行い、HIC内部の放射性物質濃度を評価し、積算吸収線量5,000kGyに到達する期間を評価
 - ✓ 到達期間は短いもので10年9ヶ月（17基存在）と評価。当該HICは2014年10月以降に保管開始し、積算吸収線量5,000kGyの到達時期は早いもので2025年以降

■ 積算吸収線量の評価方法

- 5,000kGy到達期間：HIC内表面の吸収線量率 [Gy/h] × 時間 [h] から評価
 - ✓ HIC内表面の吸収線量率の評価方法
HIC内表面の吸収線量率（A）は、基準とするHIC内表面吸収線量率解析結果（B）を基準として、以下の式で算出
$$A = B / C \times D \times E$$

A：評価するHICの内表面吸収線量率 [Gy/h]
B：基準とするHIC内表面吸収線量率解析結果 [Gy/h]
C：基準とするHIC内表面吸収線量率解析に用いたSr-90濃度 [Bq/m³]
D：評価するHIC内のSr-90濃度 [Bq/m³]
E：経年によるスラリーの沈降を考慮した濃縮倍率

→ 経年によるスラリーの沈降を考慮した濃縮倍率

→ 評価するHIC内のSr-90濃度

→ 1Bq(Sr-90)あたりのHIC内表面吸収線量率を解析（MCNPコード※1）により評価

 - ✓ さらに、上記で評価したHIC内表面の吸収線量率からSr-90の半減期を考慮し（0.1年単位で表面吸収線量率を半減期補正、5,000kGy近くでは0.01年単位で半減期補正）、5,000kGy到達までの期間を評価

※1 モンテカルロ法を用いた解析コード

5,000kGy到達期間の見直しについて

- これまでの当社の評価において、原子力規制庁殿から『E：経年によるスラリーの沈降を考慮した濃縮倍率』の算出に用いるパラメータの『沈降後のスラリー密度』に関して以下を提示

	当社評価	原子力規制庁殿からの提示事項
沈降後のスラリー密度	<u>1.36g/mL</u> HIC底部20cm上のスラリーをシリンジにて採取し、密度測定を行った値の最大	<u>1.77g/mL</u> 東京電力の用いている密度(1.36g/mL)は、以下の理由により非保守的であり、保守的な値として含水率50%の場合の密度1.77g/mLを提示 ・HIC最低部で採取したスラリーの密度ではない ・シリンジによる採取時に擾乱され採取時の状態から変化している

- 原子力規制庁殿から提示いただいた条件では、2021年5月時点で31基のHICの積算吸収線量が5,000kGyを超える評価
- ✓ 積算吸収線量5,000kGyは、β線照射影響を受けたHICが万一落下した場合において構造健全性が確認できている積算吸収線量
 - ✓ 健全性評価はHIC取扱時の万一落下させた場合のもので、保管施設で静置している場合やHICの通常運搬等において、健全性を失うものではない



沈降後のスラリー密度についてHIC底部での正確なデータが採取できていないことから、

- ✓ 『沈降後のスラリー密度1.77g/mL』の条件で評価し、既に5,000kGyに到達していると評価される31基については、確実な安全対策を実施したうえでスラリーの移替えを実施
- ✓ 32基目以降の移替えは、今後、密度測定データを拡充しHIC底部の密度が適切に得られた場合は、5,000kGy到達時期を再度評価したうえで対象を選定

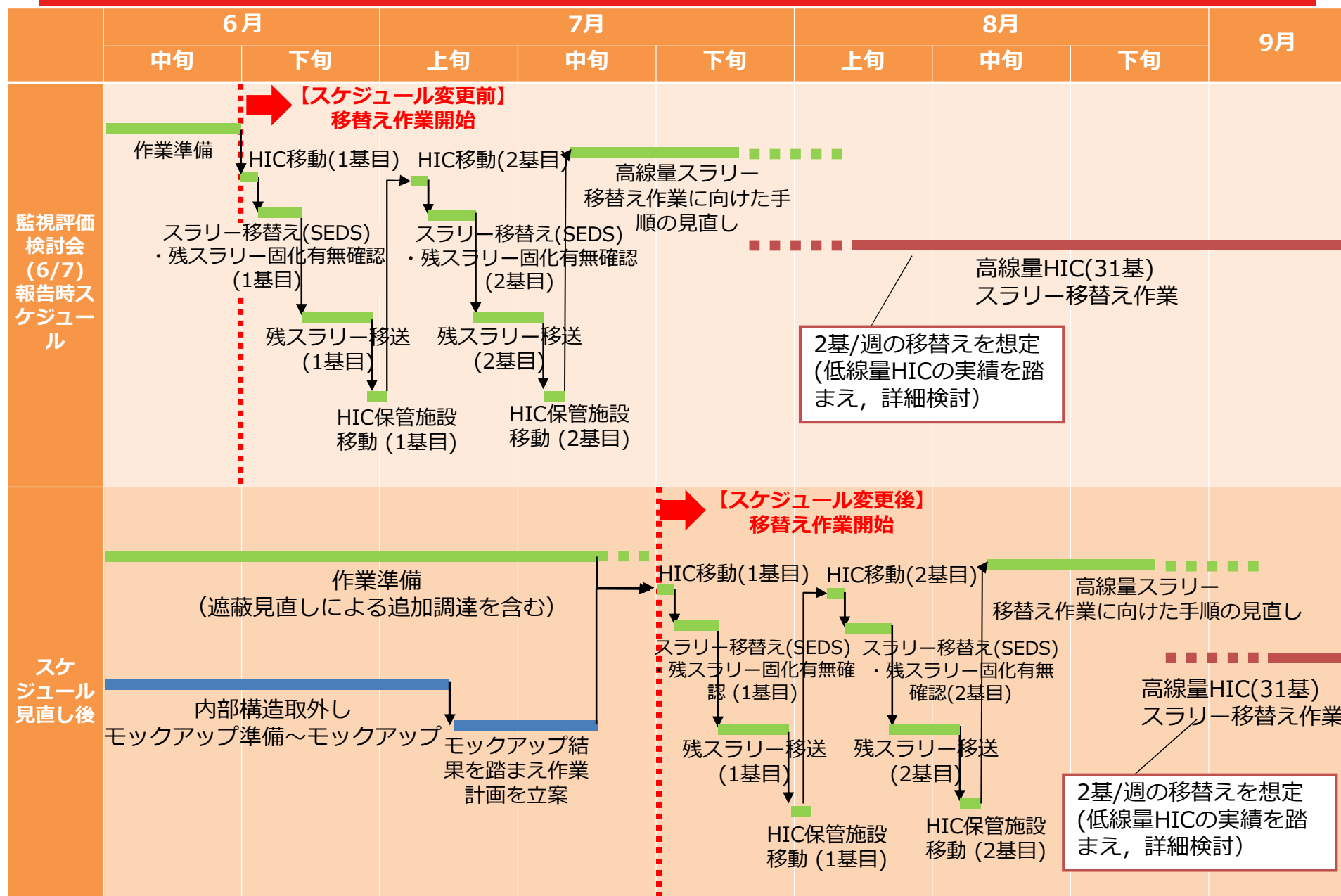
スラリー移替え対象のHIC

- スラリー移替え対象のHICは、原子力規制庁殿から提示いただいた条件を踏まえ、2021年5月時点で5,000kGyに到達していると評価された下表のHIC31基
- 31基のスラリー移替えは、低線量のH I Cの移替えで作業手順・安全対策の確認を行ったうえで9月目処に開始

No	HICシリアルNo.	通水終了日	HIC内表面 吸収線量率 (Gy/h)	5,000kGy到達時期 (原子力規制庁殿提 示の条件での評価)	No	HICシリアルNo.	通水終了日	HIC内表面 吸収線量率 (Gy/h)	5,000kGy到達時期 (原子力規制庁殿提 示の条件での評価)
1	PO646393-209	2014/11/6	156	2018年9月	17	PO641180-240	2014/11/6	104	2020年9月
2	PO646393-182	2014/11/1	149	2018年11月	18	PO646393-351	2014/12/29	106	2020年10月
3	PO646393-172	2014/10/30	144	2019年1月	19	PO646393-281	2014/12/25	104	2020年11月
4	PO646393-190	2014/11/2	139	2019年3月	20	PO648352-092	2015/2/21	105	2020年12月
5	PO646393-183	2014/11/3	127	2019年7月	21	PO648352-123	2015/2/20	105	2020年12月
6	PO646393-194	2014/11/2	125	2019年9月	22	PO646393-180	2014/11/3	99	2021年1月
7	PO646393-213	2014/11/4	125	2019年9月	23	PO646393-177	2014/11/4	99	2021年1月
8	PO641180-230	2014/11/7	124	2019年9月	24	PO646393-174	2014/10/28	98	2021年2月
9	PO641180-239	2014/11/8	119	2019年12月	25	PO648352-133	2015/2/22	102	2021年2月
10	PO641180-228	2014/11/7	113	2020年3月	26	PO648352-098	2015/2/22	101	2021年3月
11	PO646393-181	2014/11/5	112	2020年4月	27	PO648352-128	2015/2/18	101	2021年3月
12	PO641180-227	2014/11/9	112	2020年4月	28	PO648352-064	2015/2/19	100	2021年4月
13	PO646393-211	2014/11/9	110	2020年5月	29	PO648352-169	2015/2/23	99	2021年4月
14	PO648352-138	2015/2/21	112	2020年8月	30	PO646393-348	2014/12/24	97	2021年5月
15	PO646393-185	2014/10/29	105	2020年8月	31	PO648352-127	2015/2/20	99	2021年5月
16	PO646393-197	2014/10/30	104	2020年9月					

- スラリー移替え作業は、6月下旬から低線量HIC2基の移替え開始を予定していたが被ばくに関する安全対策の追加実施により開始が7月中旬～下旬となる見通し
 - ベータ線被ばくに関する主な追加対策
高線量HICの上蓋開放時は、内部の炭酸塩スラリーからのβ線被ばくが想定されることから以下の対策を実施
 - ✓ HIC開口部に設置する遮蔽体について、遮へい厚・遮へい材材料を見直し（現在、遮へい材手配中）
 - ✓ 上記と並行しスラリーに近接するHICの内部構造物の取外し作業に関して、空のHICを用いて内部構造物取外しのモックアップを実施（作業に要した時間から実作業での被ばく量を評価）

スラリー移替え作業のスケジュール(詳細工程調整中)



スラリー移替え作業の概要

スラリー移替え作業の概要

- HIC内のスラリー移替え作業は、漏えいリスク及び作業性を考慮し増設多核種除去設備の建屋内で実施
- 移替え作業は、漏えい発生防止・拡大防止対策、作業員被ばくに対する対策を取ったうえで以下に示す低線量のHIC（2基）※1を先行して実施

※1 抜出装置（SEDS）による抜出が可能なHIC（タイプ2）から低線量のHICを2基選出

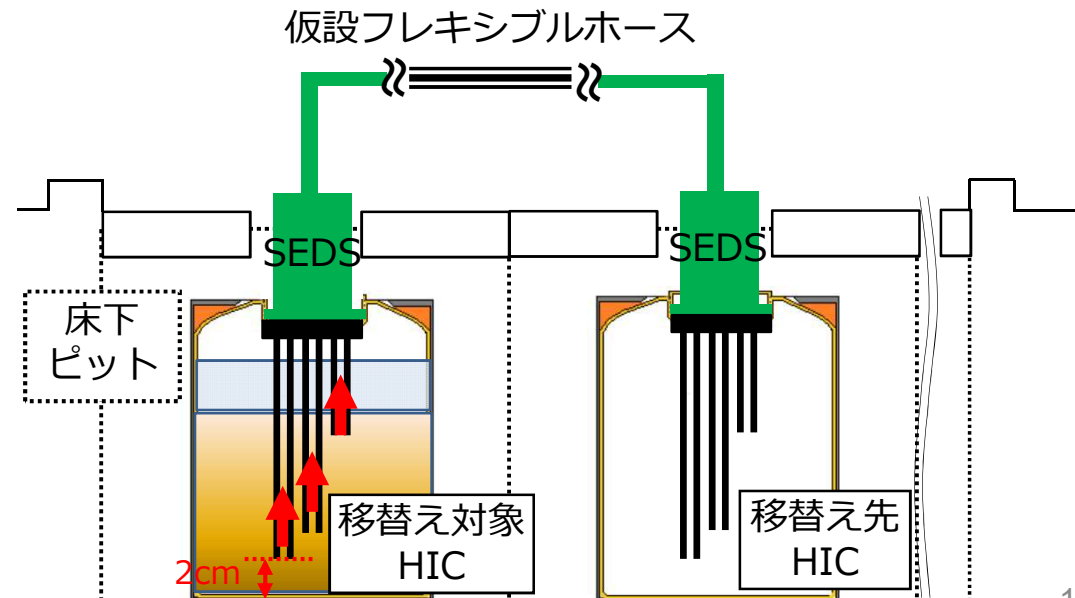
シリアルNo.	第二施設への格納年月日	表面線量率最大値 (mSv/h)	収納時 Sr-90濃度 (Bq/cm ³)※2
PO641180-162	2014/10/14	0.00323	2.26E+04
PO641180-215	2014/6/1	0.00604	4.23E+04

※2 IRID/JAEAの実スラリー分析データより求めた7.0E+06 Bq/cm³ per mSv/hを使用

- 低線量HICの移替え作業実績、ダスト濃度測定結果等を踏まえ、作業手順・安全対策等を再確認の上、既に積算吸収線量5,000kGyに到達していると評価している高線量のHIC(31基)の移替えを実施

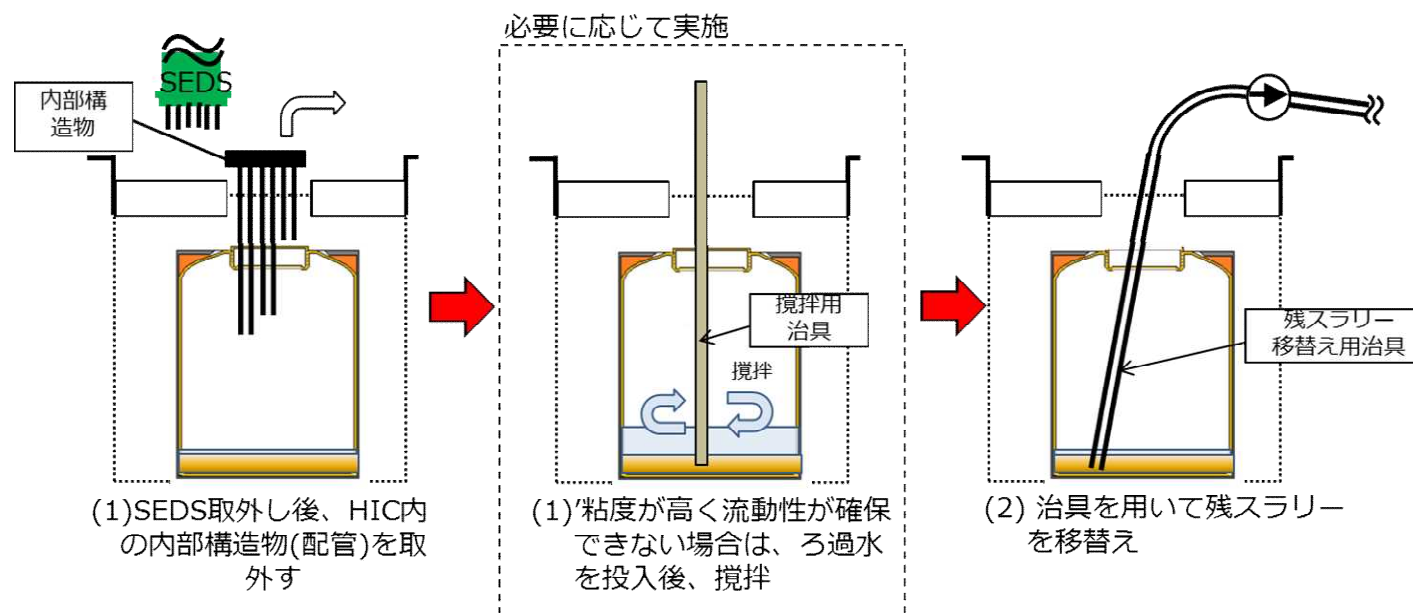
スラリー移替え作業内容(1/2)

- スラリー移替え作業は、増設多核種除去設備建屋内のHIC払出しエリアにて、設備からHICへスラリーを移送するために使用している拔出装置（SEDS）を使用
 - ✓ SEDSの概要
 - SEDSは多核種除去設備からHICへのスラリー・吸着材の排出，吸着材排出後に内部の水の抜取りを行う装置
 - HICの内部構造上，拔出用の配管はHIC底部2cm程度上までとなっており，SEDSによる拔出後もスラリーがHIC内に残るため，他の手段を用いて残ったスラリー（残スラリー）を移送（次頁）
- 移替え対象HICからSEDSにより移替え先のHIC（新品）へスラリーを移替えた後，SEDS備付けのカメラ・ファイバーカメラ等を用いて内面確認を行い，底部に残ったスラリー（残スラリー）の固化の有無を確認



スラリー移替え作業内容(2/2)

- 底部のスラリーの固化が確認されなかった場合、以下の手順で残スラリーを移替え



- 底部に残ったスラリーが固化していた場合は追加の対応が必要となるため、一旦、固化が確認されたHICを使用済セシウム吸着塔一時保管施設に移動
- スラリー移替え完了後、壁面に付着したスラリーをろ過水によりすすぎ、ファイバーカメラにより可能な範囲で容器内面における損傷の有無を確認
- 移替えが完了した後のHIC（移替え対象、移替え先）は、使用済セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設・第三施設）に移動し保管
 - 2023.3に供用開始予定のスラリー安定化施設には、HIC内部を洗浄する装置があり、洗浄後、HICを減容処理する計画
 - スラリーの移替えにより空となったHICをスラリー安定化処理施設供用開始まで使用済セシウム吸着塔一時保管施設で保管すると、保管施設の空き容量が減少するため、先行して洗浄し、他エリアで仮置きすることを検討していく

32基目以降の高線量HICのスラリー移替え

- 低線量HIC2基・高線量HIC31基のスラリー移替えにおいて、底部スラリーの固化が確認されなかった場合、32基目以降の高線量HICのスラリー移替え対象は以下の通りとする
 - ✓ 低線量HICの最底部でのスラリー採取・密度測定を試み、密度測定が適切に行えるようであれば、採取した密度を用いて5,000kGy到達時間を再度評価
 - ✓ 5,000kGy到達時期が安定化処理開始時期の前（2023年3月迄）となるHICについては、32基目以降の対象とし、順次スラリーの移替えを行う