

東京電力福島第一原子力発電所廃炉作業における 眼の水晶体等価線量の管理について

令和2年10月23日
放射線審議会第150回総会

原子力規制庁 原子力規制部
東京電力福島第一原子力発電所事故対策室

- 経緯

○令和元年12月23日放射線審議会第147回総会において、福島第一原子力発電所について一部の作業者の被ばくが年間20mSvを超える中で、眼の水晶体の被ばく線量限度を引き下げる規制を適用することについて、福島第一原子力発電所の廃炉作業における作業者の被ばく線量の状況を放射線審議会として把握しておくことの必要性が示されたことから報告を行うもの。

• 水晶体等価線量の管理方法

【管理方法】

震災後～2017年度まで

眼の水晶体の等価線量は胸部(または腹部)の位置で測定したガラスバッジ等の積算線量計の値を使用。



2018年度～

眼の水晶体の等価線量が15mSvを超えた場合(APDの積算値)
またはβ線主体のエリアでの作業時に
全面マスク内側に積算線量計を追加着用。

【測定方法】

□全面マスク内側で実測定



ガラスバッジ



ルミネスバッジ

マスク装着用治具
ホルダータイプ



着用イメージ

β線(70μm線量当量)
+
γ線(70μm又は1cm線量当量の高い方)
にて評価

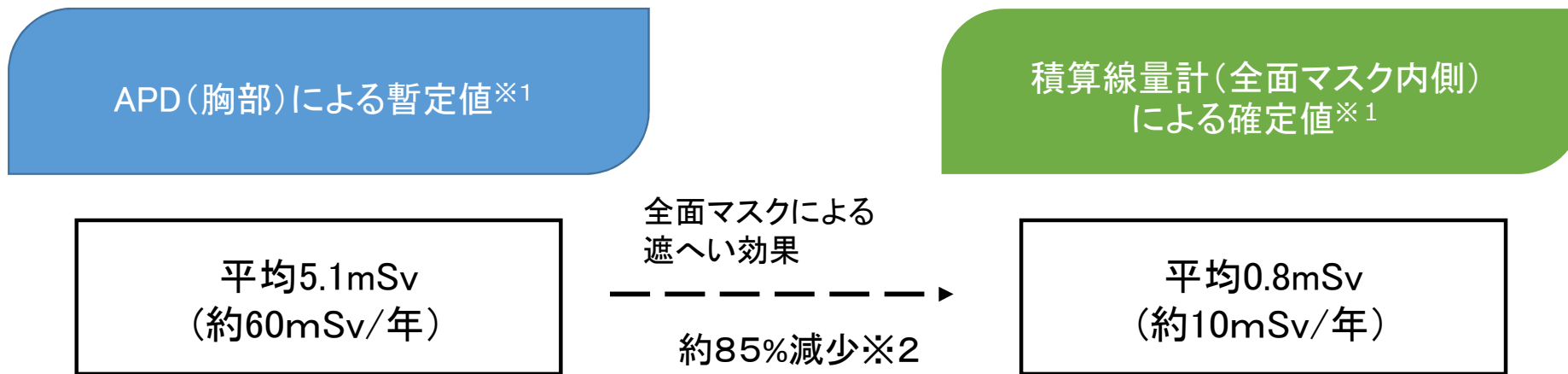
東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

【等価線量値の上限管理】

- 2018年度より、水晶体の等価線量の上限値を50mSv/年とする管理を開始
- 2019年度より、50mSv/年の上限に加え、5年ごとに区分した期間で100mSvを超えない管理を開始

・2017年度に眼の水晶体の等価線量が50mSv/年を超えたβ線主体の作業における全面マスクの遮へい効果の検証結果

β線主体の作業として「タンク減容・保管作業」における結果



※1 福島第一原子力発電所では、APD値 (積算値) を暫定値としており、翌月に積算線量計 (月間線量計値) に置き換えて確定値としている。

※2 個人別では、全面マスク遮へい効果により約70～95%減少となった

東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

・福島第一原子力発電所における眼の水晶体の等価線量結果

- 2018年度より導入した管理方法によって、眼の水晶体の等価線量測定値の50mSv/年超過者は48名から0名となり、20mSv/年超過者は315名から49名に減少している。
また、2019年度の眼の水晶体の等価線量測定値の50mSv/年超過者は0名、20mSv/年超過者は64名であった。

区分(mSv)	2017.4～2018.3			区分(mSv)	2018.4～2019.3			区分(mSv)	2019.4～2020.3		
	東電社員	協力企業	計		東電社員	協力企業	計		東電社員	協力企業	計
150超え	0	0	0	150超え	0	0	0	150超え	0	0	0
100超え～150以下	0	0	0	100超え～150以下	0	0	0	100超え～150以下	0	0	0
75超え～100以下	0	6	6	75超え～100以下	0	0	0	75超え～100以下	0	0	0
50超え～75以下	0	42	42	50超え～75以下	0	0	0	50超え～75以下	0	0	0
20超え～50以下	0	267	267	20超え～50以下	0	49	49	20超え～50以下	0	64	64
10超え～20以下	22	1233	1255	10超え～20以下	23	886	909	10超え～20以下	16	921	937
5超え～10以下	87	1138	1225	5超え～10以下	70	951	1021	5超え～10以下	59	866	925
1超え～5以下	303	3317	3620	1超え～5以下	251	2840	3091	1超え～5以下	288	2384	2672
1以下	1118	6410	7528	1以下	1099	5137	6236	1以下	1021	5089	6110
計	1530	12413	13943	計	1443	9863	11306	計	1384	9324	10708
最大(mSv)	19.80	86.20	86.20	最大(mSv)	16.23	26.93	26.93	最大(mSv)	14.68	26.30	26.30
平均(mSv)	1.19	3.77	3.48	平均(mSv)	1.07	2.90	2.66	平均(mSv)	1.03	2.97	2.72

マスクシールドの遮へい効果が反映される測定方法に変更したことにより線量が低下

東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

• 福島第一原子力発電所における水晶体の等価線量の現状及び今後の対応

- 2018及び2019年度において、単年度で50mSvを超える作業者は発生していないが、20mSvを超える作業者が発生している。
等価線量最大 2018年度 26.93mSv
2019年度 26.30mSv
- ✓ 汚染が高い1～3号機原子炉建屋周辺での瓦礫撤去などの作業に従事した作業員の等価線量が高い傾向にある。
- ✓ 今後、ベータ線量が高くなると想定されるのは原子炉建屋内、T/B地下階など、建屋滞留水を保有するエリアでの作業である。そのようなエリアでは全体として空間線量が高いため、等価線量が高くなることが想定される。
- 2020年度より、東京電力は18mSvに到達した作業員については入域禁止するなどの入域制限を設定し、協力企業も含めてこれを実施することにより、年間20mSvを超えないよう管理している。
- 今後も、眼の水晶体の等価線量について、50mSv/年及び5年ごとに区分した期間で100mSvを超えないように管理することとしている。

参考：各年度における γ 線による水晶体等価線量の分布
 (水晶体等価線量の測定法上、実効線量と同じ分布)

区分 (mSv)	2017. 4～2018. 3		
	東電社員	協力企業	計
20超え～50以下	0	74	74
10超え～20以下	18	1133	1151
5超え～10以下	85	1038	1123
1超え～5以下	306	3571	3877
1以下	1121	6597	7718
計	1530	12413	13943
最大 (mSv)	15.94	32.74	32.74
平均 (mSv)	1.15	2.88	2.69

区分 (mSv)	2018. 4～2019. 3		
	東電社員	協力企業	計
20超え～50以下	0	0	0
10超え～20以下	21	853	874
5超え～10以下	70	870	940
1超え～5以下	247	2856	3103
1以下	1105	5284	6389
計	1443	9863	11306
最大 (mSv)	15.55	19.90	19.90
平均 (mSv)	1.04	2.65	2.44

区分 (mSv)	2019. 4～2020. 3		
	東電社員	協力企業	計
20超え～50以下	0	0	0
10超え～20以下	13	917	930
5超え～10以下	57	857	914
1超え～5以下	284	2365	2649
1以下	1030	5185	6215
計	1384	9324	10708
最大 (mSv)	13.92	19.60	19.60
平均 (mSv)	0.98	2.77	2.54

東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

- 2018年度及び2019年度ともに水晶体の等価線量($\beta + \gamma$ の値)の最大値が26mSv程度
- γ 線による等価線量の最大値が19mSv程度
- 全体として γ 線の寄与が大きい傾向にある

参考：東京電力福島第一原子力発電所における作業者の装備の使い分け

東京電力福島第一原子力発電所においては、作業場所の汚染度合によって作業時の装備を以下のとおり使い分けている

現状		区分		基本防護装備
管理対象区域	全面／半面マスク着用エリア	重汚染エリア	Red zone (アノラックエリア) ・1～3号機原子炉建屋内 ・1～4号機周辺各建屋のうち滞留水を保有するエリア	<ul style="list-style-type: none"> ・全面マスク ・カバーオール2重 or アノラック+カバーオール ・作業靴 (R zone 専用) ・ヘルメット (R zone 専用) ・綿手+ゴム手袋 ・靴下
		β対象エリア (β線被ばくを考慮するエリア)	Yellow zone (カバーオールエリア) ・水処理設備 (淡水化処理装置、多核種除去装置等) を含む建屋内※1 ・濃縮塩水、Sr処理水を内包しているタンクエリアでの作業※2、タンク移送ラインに関わる作業	<ul style="list-style-type: none"> ・全面マスク ・カバーオール ・作業靴 (Y zone 専用) ・ヘルメット (Y zone 専用) ・綿手+ゴム手袋 ・靴下
		上記以外		・1～4号機等建屋周辺 (4m／10m盤)
	全面マスク着用を不要とするエリア	Green zone (一般服エリア) 上記を除くエリア	<ul style="list-style-type: none"> ・DS2マスク ・構内専用服、一般作業服※3 ・作業靴 (G zone 専用) ・ヘルメット (G zone 専用) ・綿手+ゴム手袋または軍手 ・靴下 	
汚染のおそれのない管理対象区域		・免震重要棟内や休憩所内		

東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋

参考:2020年8月時点での汚染エリア分布



東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋

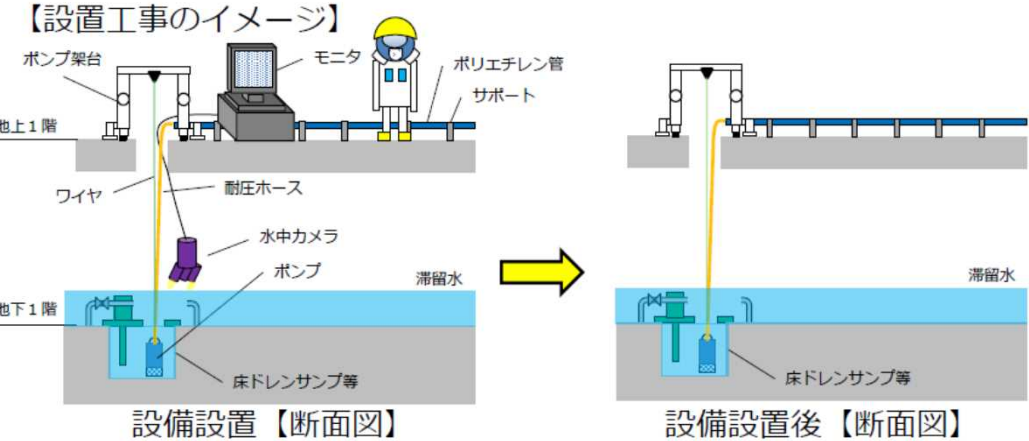
参考：東京電力福島第一原子力発電所におけるこれまでの被ばく線量低減等に係る取組

作業時における被ばく低減対策

- ✓ 高線量箇所への遮へいの設置、作業場所の事前の除染等による空間線量の低減
- ✓ 原子炉建屋内等空間全体の線量が高い場所において作業をする場合は、上記の他に比較的線量が低い場所を通過するルートの設定、準備作業を比較的低線量のエリアにおいて準備作業を行うなど可能な限り被ばく線量を低くする作業計画を立てている
- ✓ 高線量箇所での作業にはロボット、治具などを用いた遠隔での作業により被ばく低減を図っている

【遠隔での作業の例】

- ・建屋滞留水を移送するためのポンプの設置に係る作業
滞留水があるフロアは非常に線量が高いため、上の階から遠隔で作業を実施



東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

- ・1号機オペレーティングフロアの瓦礫撤去作業はロボットにより実施している



■ 使用状況

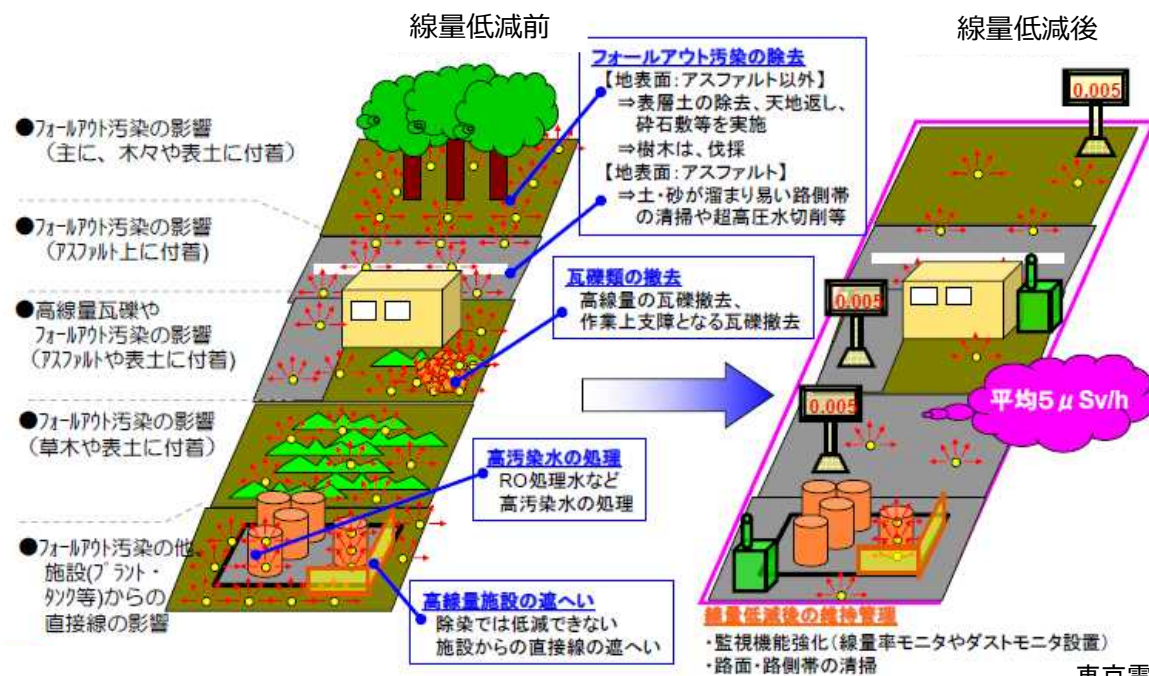


東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

参考：東京電力福島第一原子力発電所におけるこれまでの被ばく線量低減等に係る取組

敷地内の汚染及び線量を低減するために、3号機オペレーティングフロアなど敷地内の高線量箇所等に対する遮蔽の設置、高濃度の汚染水タンク内の汚染水の処理、高線区分量瓦礫の撤去や樹木の伐採、表土の除去や天地返し、地表面のフェーシング(モルタルの吹き付け・アスファルト舗装)などの取組を実施してきた。

これらの取組の結果、2016年9月には1～4号機の建屋周辺など一部を除いて敷地の大部分において胸元又は地表面における線量率は $5\mu\text{Sv/h}$ 以下となった。



東京電力ホールディングス株式会社作成資料より抜粋、一部編集

一方で、原子炉建屋周辺は現在でも高線量の状態が継続しており、一部の場所において廃炉作業の支障となっている。このため、建屋周辺の線量を低減するために高い線源となっている1/2号機SGTS配管の撤去などに向けた取組が実施されている。