

福島第一原子力発電所 高線量作業における被ばく低減対策について

2022年2月7日

東京電力ホールディングス株式会社

ALARA会議について

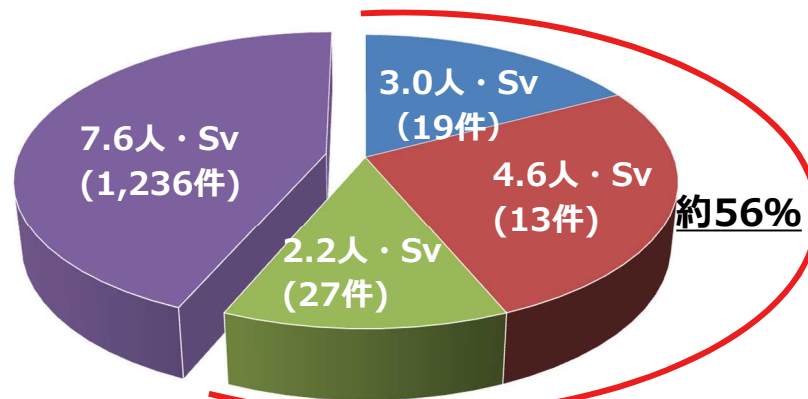
■ ALARA会議の開催基準

	Aランク	Bランク	Cランク
線量	<ul style="list-style-type: none"> 個人最大線量（実効線量）が18mSv/年度を超過する工事 眼の水晶体の等価線量が18mSv/年度を超過する工事 実効線量または眼の水晶体の等価線量が複数件名の合算で18mSv/年度を超過する場合 	<ul style="list-style-type: none"> 総被ばく線量（実効線量）0.5人・Svを超過する工事 個人最大線量（実効線量）が12mSv/年度を超過する工事 眼の水晶体の等価線量が12mSv/年度を超過する工事 	<ul style="list-style-type: none"> 総被ばく線量（実効線量）0.25人・Svを超過する工事 実効線量または眼の水晶体の等価線量が複数件名の合算で12mSv/年度を超過する場合
汚染	放射線管理上の特殊な工事で初めての作業	作業工法など大きな変更が生じた場合	-※

※放射線防護GMが必要と判断した件名についてもALARA会議Cランクを開催している。

■ ALARA会議対象件名の線量（人・Sv）が所内全体の線量に占める割合：約56%（2021年12月31日時点）

- Aランク件名
- Bランク件名
- Cランク件名
- その他件名



ALARA会議は特に計画線量の大きな件名について重点的に実施している。

ALARA会議の参加者

	主 査	副主査	委 員	左記以外の参加者
Aランク	福島第一原子力発電 所長	防災・放射線 センター所長 放射線・環境部長	主管部門のセンター所長、 部長、部付 原子炉主任技術者	主管部門 元請企業
Bランク	防災・放射線 センター所長	放射線・環境部長	主管部門のセンター所長、 部長、部付 原子炉主任技術者	主管部門 元請企業
Cランク	放射線防護GM	—	—	主管部門 元請企業

2021年度における被ばく線量上位件名について

■ 2021年4月1日～2021年12月31日現在における被ばく線量上位10件

No.	作業件名	作業状況	被ばく線量
1	1F-1号機大型カバー設置工事	作業中	1.11人・Sv
2	1F-1 PCVアクセスルート構築現場実証	作業終了	0.82人・Sv
3	1F-1号機R/B周辺ヤード整備工事	作業終了	0.69人・Sv
4	1F-3号機R/B南側高線量ガレキ撤去業務委託	作業中	0.61人・Sv
5	1F-2 オペフロ除染業務委託(その1)	作業中	0.50人・Sv
6	1 F - 1 R C W系統線量低減対策業務委託 (その3)	作業中	0.46人・Sv
7	1 F - 2号機燃料取り出し用構台設置に伴う地盤改良準備工事	作業終了	0.43人・Sv
8	1F-1号機残置カバー解体工事	作業中	0.41人・Sv
9	1F-1～4号機 建屋滞留水移送設備屋根他設置工事	作業中	0.39人・Sv
10	1 F - 2号機燃料取り出しに伴う南側ヤード埋設物撤去工事	作業中	0.31人・Sv

- 上記に示す上位10件名は全てALARA会議対象件名である。
- 上記に示す上位10件名のうち、作業が終了したNo.2, No.3, および No.7の作業で実施した主な被ばく低減対策について、次頁以降に示す。

No.2_ 1F-1 PCVアクセスルート構築現場実証

■ 遮蔽による被ばく低減

作業エリア各所に遮蔽を設置することにより、作業エリアの空間線量率を低減した。

➤空間線量率の低減量 (X-2ペネ前)

•遮蔽設置前 : 約2.2 mSv/h

•**遮蔽設置後 : 約0.6 mSv/h**

➤空間線量率の低減量 (西側通路)

•遮蔽設置前 : 約1.2 mSv/h

•**遮蔽設置後 : 約1.0 mSv/h**

➤空間線量率の低減量 (装備脱衣エリア)

•遮蔽設置前 : 約0.10 mSv/h

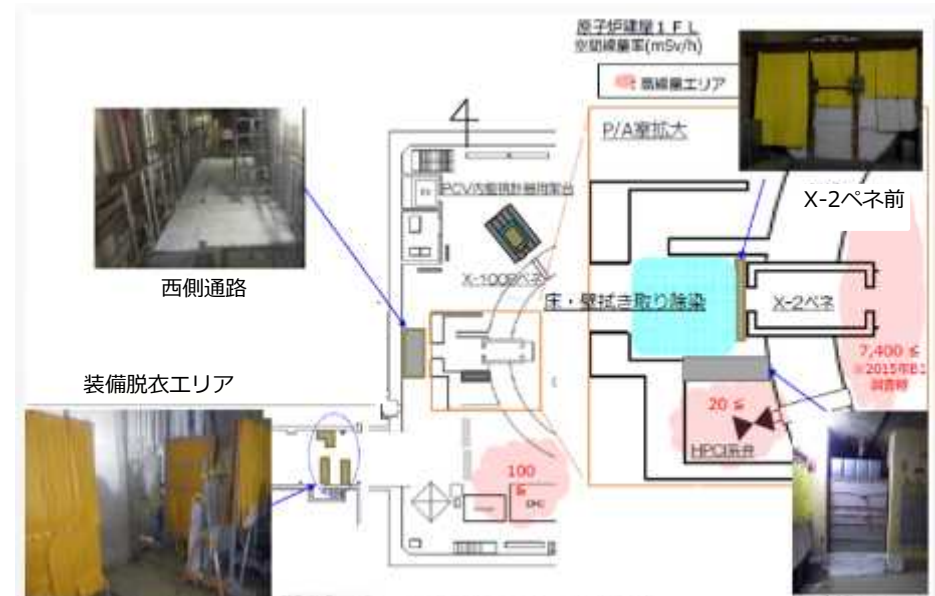
•**遮蔽設置後 : 約0.06 mSv/h**

➤被ばく低減効果 (実績)

•対策前 : 約3,366 人・mSv

•対策後 : 約2,660 人・mSv

•**低減効果 : 約 706 人・mSv**



< 1号機R/B遮蔽設置箇所 >

No.3_ 1F-1号機R/B周辺ヤード整備工事

■ 工法改善による被ばく低減

1号機原子炉建屋北西側の地盤整備を先行して行い、線源となっている地盤を覆工したことで作業エリアの空間線量率を低減した。

➤ 空間線量率の低減量

• 覆工工事前 : 約1.0~1.0 mSv/h

• **覆工工事後 : 約0.1 mSv/h**

➤ 被ばく低減効果（実績）

• 対策前 : 約789.54 人・mSv

• 対策後 : 約609.63 人・mSv

• **低減効果 : 約179.91 人・mSv**



<覆工工事前>



<覆工工事後>

No.7_ 1 F- 2号機燃料取出し用構台設置に伴う地盤改良準備工事

■ 遠隔化による被ばく低減

自走式地盤改良機をs-jet工法対応・遠隔仕様に改造し、低線量エリアから遠隔操作することにより、段取り変え及び仮設構台設置に伴う被ばくを削減した。

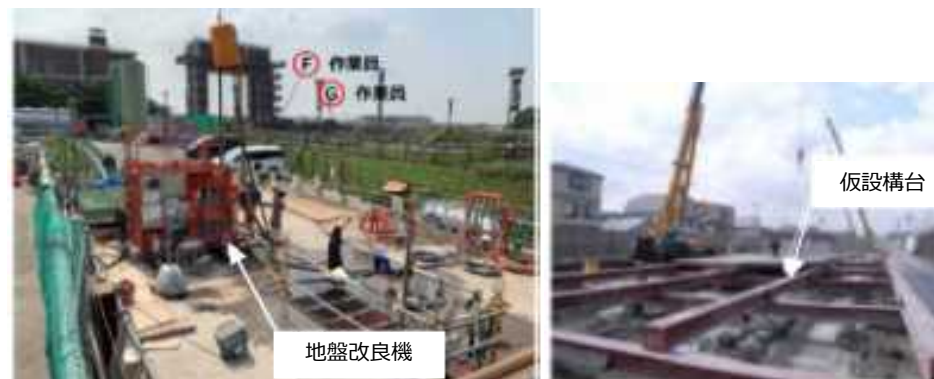
※s-jet工法は参考-1参照。

➤ 作業位置の空間線量率

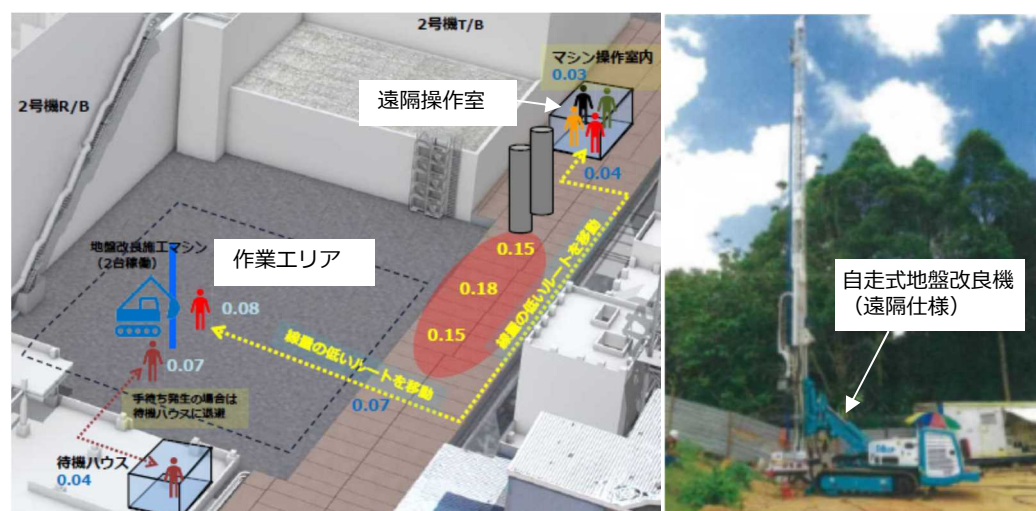
- ・ 変更前改良工法：約0.07～0.15 mSv/h
- ・ **変更後改良工法：約0.03 mSv/h**

➤ 被ばく低減効果（実績）

- ・ 対策前：約816.24 人・mSv
- ・ 対策後：約425.64人・mSv
- ・ **低減効果：約390.6 人・mSv**



＜変更前改良工法＞



単位：mSv/h

＜変更後改良工法＞



参考-1 スーパージェット工法（s-jet工法）とは

■ S-jet工法とは

地中に直径5mの大型パイル（支柱）を造成する大型の地盤改良工法。

地盤に直径20cm程度の穴を開け、所定深度まで先端ノズルを挿入し、そこから超高圧・大流量のスラリー（セメントミルク）を噴射させ、周囲の土砂を削り取りながらセメントミルクと土砂を混合攪拌することで円柱状の大型パイルを造成する。



<従来工法>

- ・ 1班11名体制で1日に2班22名が従事
- ・ 地盤改良機に作業員が搭乗し操作が必要
- ・ 仮設構台の作成・設置、地盤改良機の移動に人工を要する
- ・ 地盤改良機の移動に人工を要する。

<今回採用の工法>

- ・ 1班6～7名体制で1日に2班13名が従事
- ・ 地盤改良機の位置決めのみ人工を要する
- ・ 仮設構台の設置の必要がない
- ・ 地盤改良機の移動が遠隔操作で可能

福島第一原子力発電所 高線量作業における被ばく低減対策について

2022年6月3日

東京電力ホールディングス株式会社

2021年度における被ばく線量上位件名について

■ 2021年4月1日～2022年3月31日現在における被ばく線量上位10件

No.	作業件名	作業状況	被ばく線量
1	1F-1号機大型カバー設置工事	作業中	1.55人・Sv
2	1F-3 原子炉格納容器内取水設備設置および同関連除却	作業中	0.98人・Sv
3	1F-1 PCVアクセスルート構築現場実証	作業終了	0.82人・Sv
4	1F-3号機R/B南側高線量ガレキ撤去業務委託	作業終了	0.76人・Sv
5	1F-1号機R/B周辺ヤード整備工事	作業終了	0.69人・Sv
6	IRID自主事業 原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発(X-6 th 補正を用いた内部詳細調査技術の現場実証)	作業中	0.66人・Sv
7	1 F - 1 P C V内部詳細調査現場実証	作業中	0.60人・Sv
8	1F-2 オペフ口除染業務委託(その1)	作業中	0.59人・Sv
9	1 F - 1 / 2号機 S G T S 配管撤去工事 (その1)	作業中	0.52人・Sv
10	1 F - 1 R C W系統線量低減対策業務委託 (その3)	作業中	0.52人・Sv

- 上記に示す上位10件名は全て、ALARA会議対象件名である。
- 上記に示す上位10件名のうち、No.2、No.4、および No.7の作業で実施した主な被ばく低減対策について、次頁以降に示す。

No.2_ 1F-3 原子炉格納容器内取水設備設置および同関連除却（1/2）

■ 自動化/遠隔化による被ばく低減

線量率の高い原子炉建屋内の壁穿孔及び既設配管切断の作業を自動化し、監視を低線量エリアから遠隔で行うことにより、被ばく線量を低減した。

➤ 空間線量率

- 作業エリア : 約 2.00 mSv/h
- 遠隔監視エリア : 約 **0.06 mSv/h**



<遠隔監視エリア>

➤ 被ばく低減効果

- 対策前 : 約 303 人・mSv
- 対策後 : 約 155 人・mSv
- 低減効果 : 約 **148 人・mSv**



<遠隔穿孔装置>



<配管の自動切断装置>

No.2_ 1F-3 原子炉格納容器内取水設備設置および同関連除却（2/2）

■ 管理的対策による被ばく低減

以下の管理的対策を行うことにより、被ばく線量を低減した。

- ・ リモートモニタリングシステムによる被ばく線量の常時監視。
- ・ デジタルエリアモニタの設置。
- ・ イルミネーション設置による高線量箇所の注意喚起。
- ・ 適正な人員配置、アクセスルート最適化
- ・ 工法改善（移送配管敷設のプレハブ化）
- ・ モックアップ（穿孔作業、配管切断等）



<リモートモニタリングシステム>

➤ 被ばく低減効果

- ・ 対策前 : 約 662 人・mSv
- ・ 対策後 : 約 506 人・mSv
- ・ **低減効果 : 約 156 人・mSv**



<デジタルエリアモニタ>



<イルミネーション>

No.4_ 1F-3号機R/B南側高線量ガレキ撤去業務委託 (1/2)

■ 工法改善による被ばく低減

ガレキ切断装置までの移設作業および切断後のコンテナ詰め作業を遠隔操作重機で行うことにより、被ばく線量を低減した。

➤ 空間線量率

- 作業エリア : 約 1.59 mSv/h
- 遠隔操作室 : 約 0.01 mSv/h

➤ 被ばく低減効果

- 対策前 : 約 6,492 人・mSv
- 対策後 : 約 1,105 人・mSv
- 低減効果 : 約 5,387 人・mSv



<遠隔操作室>



<遠隔操作重機>

No.4_ 1F-3号機R/B南側高線量ガレキ撤去業務委託 (2/2)

■ 遮蔽による被ばく低減

防護通路に鉛遮蔽を設置することにより、作業エリアまでのアクセス時の被ばく線量を低減した。

➤ 空間線量率

- 防護通路設置前 : 約 0.25 mSv/h
- 防護通路設置後 : 約 0.10 mSv/h**

➤ 被ばく低減効果

- 対策前 : 約 56 人・mSv
- 対策後 : 約 37 人・mSv
- 低減効果 : 約 19 人・mSv**



〈防護通路設定前アクセスルート〉



〈防護通路設定後アクセスルート〉

No.7_ 1 F - 1 P C V内部詳細調査現場実証 (1/2)

■ 自動化/遠隔化による被ばく低減

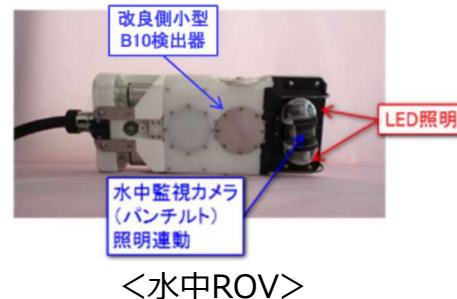
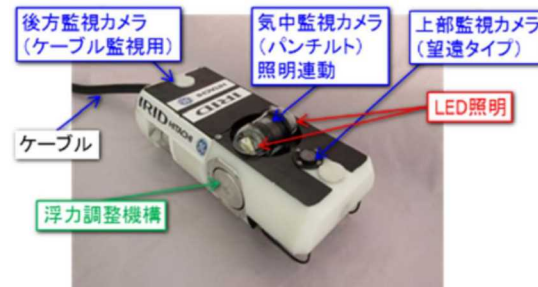
水中ROVの操作本部を免震重要棟に設置し、水中ROVの操作を低線量エリアから遠隔で行うことにより、被ばく線量を低減した。

➤ 空間線量率

- 現場本部 : 約 0.03 mSv/h
- 操作本部 : 約 0.001 mSv/h

➤ 被ばく低減効果

- 対策前 : 約 266 人・mSv
- 対策後 : 約 8.9 人・mSv (見込み)
- 低減効果 : 約 258 人・mSv (見込み)



<操作本部>



<現場本部>

No.7_ 1 F - 1 P C V内部詳細調査現場実証 (2/2)

■ 遮蔽及び除染による被ばく低減

作業エリア各所に遮蔽を設置し、除染を行うことにより、作業エリアの空間線量率を低減した。

➤空間線量率の低減量 (X-2ペネ前)

- 遮蔽設置前 : 約 2.2 mSv/h
- 遮蔽設置後 : 約 0.6 mSv/h**

➤空間線量率の低減量 (装備脱衣エリア)

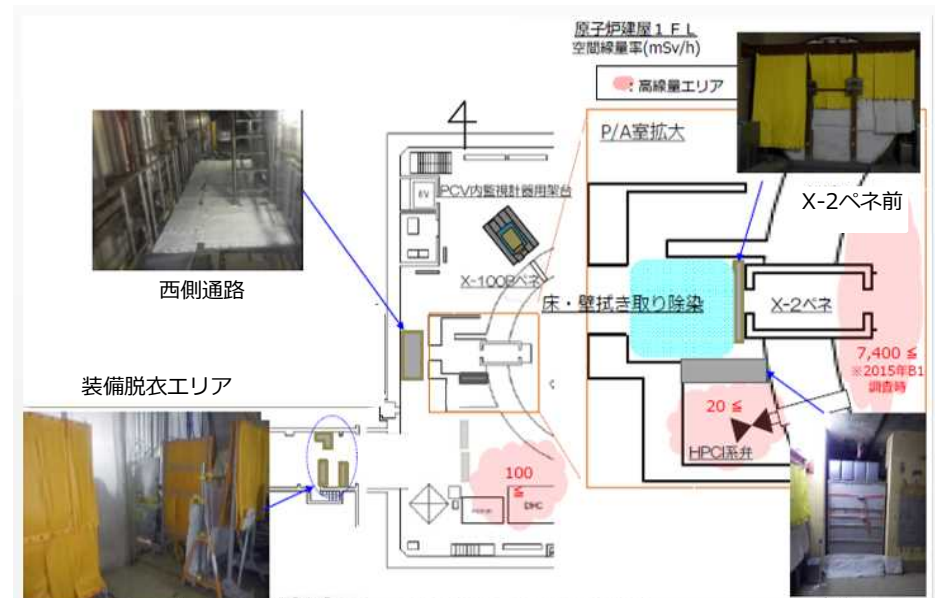
- 遮蔽設置前 : 約 0.10 mSv/h
- 遮蔽設置後 : 約 0.06 mSv/h**

➤被ばく低減効果

- 対策前 : 約 3,044人・mSv
- 対策後 : 約 2,405人・mSv (見込み)
- 低減効果 : 約 639人・mSv (見込み)**

➤空間線量率の低減量 (西側通路)

- 遮蔽設置前 : 約 1.2 mSv/h
- 遮蔽設置後 : 約 1.0 mSv/h**



< 1号機R/B遮蔽設置箇所 >

福島第一原子力発電所 高線量作業における被ばく低減対策について

2022年11月22日

東京電力ホールディングス株式会社

2022年度における被ばく線量上位件名について

■ 2022年4月1日～2022年9月30日現在におけるALARA会議対象件名被ばく線量上位10件

No.	作業件名	作業状況	被ばく線量	平均線量
1	1F-1号機大型カバー設置工事	作業中	0.75人・Sv	3.8mSv/人
2	1 F - 2号機燃料取出し用南側構台設置工事	作業中	0.54人・Sv	2.5mSv/人
3	IRID自主事業 原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (X-6 ^o 補レシヨンをういた内部詳細調査技術の現場実証)	作業中	0.50人・Sv	3.7mSv/人
4	1 F - 1 / 2号機 S G T S 配管撤去工事 (その1)	作業中	0.44人・Sv	1.8mSv/人
5	1 F - 1 P C V 内部詳細調査現場実証	作業中	0.23人・Sv	1.9mSv/人
6	福島第一原子力発電所フェーシング工事 (その4)	作業中	0.23人・Sv	1.8mSv/人
7	1 F - 1 ・ 2号機 R w / B ガレキ解体	作業中	0.22人・Sv	3.0mSv/人
8	1F-3 原子炉格納容器内取水設備設置および同関連除却	作業中	0.20人・Sv	1.5mSv/人
9	1F 免震重要棟他の放射線管理業務(2022年度)	作業中	0.19人・Sv	0.7mSv/人
10	1 F - 4号機北側埋設ガレキ撤去業務委託	作業中	0.19人・Sv	2.8mSv/人

■ 上記のうち、赤枠内の作業で実施した主な被ばく低減対策を、代表で次頁以降に示す。

No.1_ 1F-1号機大型カバー設置工事

■ 遠隔化による被ばく低減

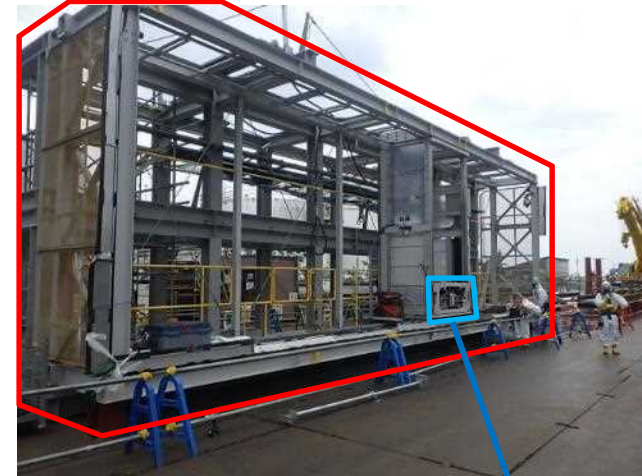
自動アンカー削孔装置を使用することにより、高線量率エリアでの直接作業に従事する作業人工数の削減及び、低線量エリアで装置の遠隔操作を実施したことで、被ばく低減した。

➤作業人工（10月12日時点の実績）

- 対策前 : 約5,600人・日
- 対策後 : 約 900人・日

➤被ばく低減効果（10月12日時点の実績）

- 対策前 : 約18,300人・mSv
- 対策後 : 約 250人・mSv
- 低減効果 : 約18,050人・mSv



<自動アンカー削孔装置>



<現場削孔状況>

No.2_ 1 F – 2号機燃料取出し用南側構台設置工事 (1/2)

■ 遠隔化による被ばく低減

作業監視を行う施工管理者が、作業現場で直接監視を実施するのではなく、線量率の低い遠隔監視室からの監視を行うことにより、被ばく低減した。



<遠隔監視室>

➤空間線量率（最大値）

- 作業エリア：約 0.09 mSv/h
- 遠隔監視室：約 0.001 mSv/h

➤ 被ばく低減効果

(11月工事完了時点における想定)

- 対策前：約 30.62 人・mSv
- 対策後：約 0.34 人・mSv
- 低減効果：約 30.28 人・mSv



<現場で作業監視した場合のリーダーの位置（想定）>
※作業場全体が俯瞰できる道路上等

No.2_ 1 F – 2号機燃料取出し用南側構台設置工事 (2/2)

■ 管理的対策による被ばく低減

比較的線量率の高い場所を避けて作業を実施するため、テープで区画・明示することで、被ばく低減した。

➤ 空間線量率（最大値）

- テープ表示箇所 : 約 0.15 mSv/h
- テープ表示箇所以外 : 約 0.07 mSv/h

➤ 被ばく低減効果

(11月工事完了時点における想定)

- 対策前 : 約 63.88 人・mSv
- 対策後 : 約 29.81 人・mSv
- 低減効果 : 約 34.07 人・mSv



<高線量箇所テープ表示>



<テープ表示箇所を避けた作業（コンクリート打設）>

No.3_原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (1/2)

■ 遠隔/自動化及び遮蔽による被ばく低減

下記2点の対策により、被ばく量低減した。

- ・ペネ磨き作業の自動化によって、線量率の高い原子炉建屋内におけるペネ磨き作業を、低線量率エリアである現場本部から遠隔で実施
- ・仮設遮蔽体の使用による、原子炉建屋内直接作業時の被ばく低減

➤空間線量率

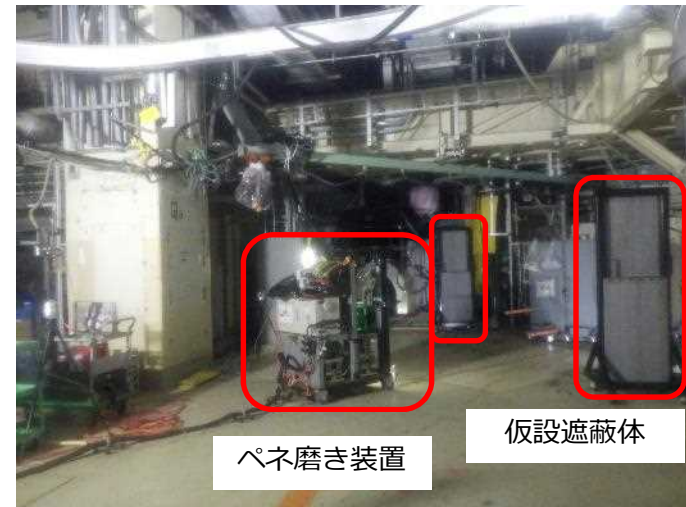
- ・原子炉建屋内：約 1.50～約 2.00 mSv/h
- ・現場本部内：約 0.005～約 0.01 mSv/h

➤ 被ばく低減効果 (9月30日時点の実績)

- ・対策前：約 1240.54 人・mSv
- ・対策後：約 6.43 人・mSv
- ・低減効果：約 1234.11 人・mSv



<ペネ磨き 現場本部(遠隔作業)>



ペネ磨き装置

仮設遮蔽体

<ペネ磨き装置(遠隔装置)>

No.3_原子炉格納容器内部詳細調査技術の開発 (2/2)

■ 遮蔽による被ばく低減

X-6ペネ近傍で、箱型ゴム交換作業実施にあたり、作業エリアの空間線量率が高いことから、追加遮蔽体を新たに作成・設置し被ばく低減した。

➤空間線量率（最大値）

- 遮蔽無し：約 150.0 mSv/h
- 遮蔽有り：約 5.0 mSv/h

➤ 被ばく低減効果（9月30日時点の実績）

- 対策前：約 1285.64 人・mSv
- 対策後：約 99.73 人・mSv
- 低減効果：約 1185.91 人・mSv



<X-6ペネ（正面）>



<箱型ゴム交換作業用遮蔽体>