

福島第一原子力発電所
廃棄物関連設備および施設の新・増設
におけるご質問の回答について

東京電力ホールディングス株式会社

2016年9月12日

1. 全体

- 1-1. 瓦礫等の全体の物量の流れ
- 1-2. 水処理二次廃棄物の保管方針

2. 設備の仕様

- 2-1. 各施設の設定根拠
- 2-2. 耐震クラスの設定根拠
- 2-3. 焼却炉の比較と実績
- 2-4. 水素発生における設計
- 2-5. 汚染土について

3. 配置計画

4. 線量評価

5. 運用

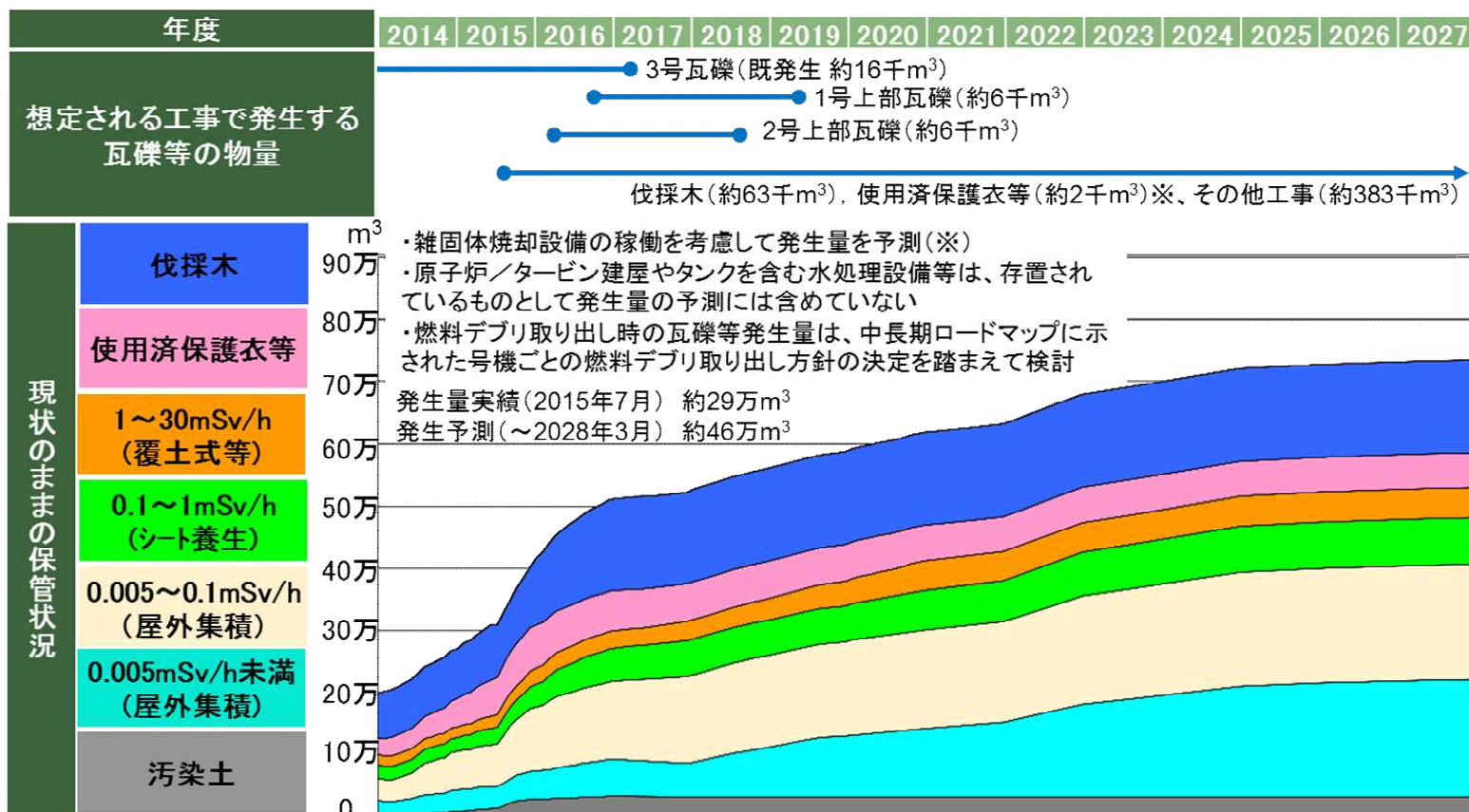
- 5-1. 排ガス・排気のモニタリング方法
- 5-2. 1～8棟の活用方針

1-1. 瓦礫等の全体の物量の流れ

Q: 全体の物量の流れ、処理容量・保管容量が適当なのか分かるよう丁寧に説明すること。

【発生量予測】

中長期ロードマップに記載されている工事等により発生する固体廃棄物を中心に、当面10年程度に発生する固体廃棄物の物量を試算し、約74万m³と予測しました。



1-1. 瓦礫等の全体の物量の流れ

【発生量予測】

予測には、作業員の敷地内への入域に伴って発生する使用済保護衣、施設の建設等に伴って発生する伐採木及び、工事に伴って発生する瓦礫等を試算しています。

工事には、水処理設備の保守工事等の定例業務や、排水路清掃等の日常の管理業務、フェーシング工事等の環境改善工事、そしてフランジタンクや1号機建屋カバー、1・2号機の上部瓦礫、排気筒等の施設解体・撤去を想定しています。

定例工事・環境改善工事	水処理設備 保守工事	・ポンプ取替、電気計装品交換処理、弁点検
	日常管理業務	・放射線測定 ・構内排水路清掃 ・施設点検修理
	環境改善工事	・フェーシング工事等による表土除去 ・1~4号海側瓦礫撤去 ・建屋屋上の汚染瓦礫撤去
施設解体・撤去		・フランジタンク解体 ・2,3,4号機燃料取り出しカバー解体 ・RO濃縮水処理設備解体 ・旧事務本館等解体 ・1号機建屋カバー解体 ・1,2号・3,4号・ALAP排気筒解体 ・蒸発濃縮装置解体 ・企業棟解体 ・1,2号機瓦礫撤去 ・1,2号機開閉所解体 ・メガフロート解体

※中長期の「瓦礫等」の発生量を 試算するために想定したものであり、工事計画が未定なものも含まれており、変わり得る

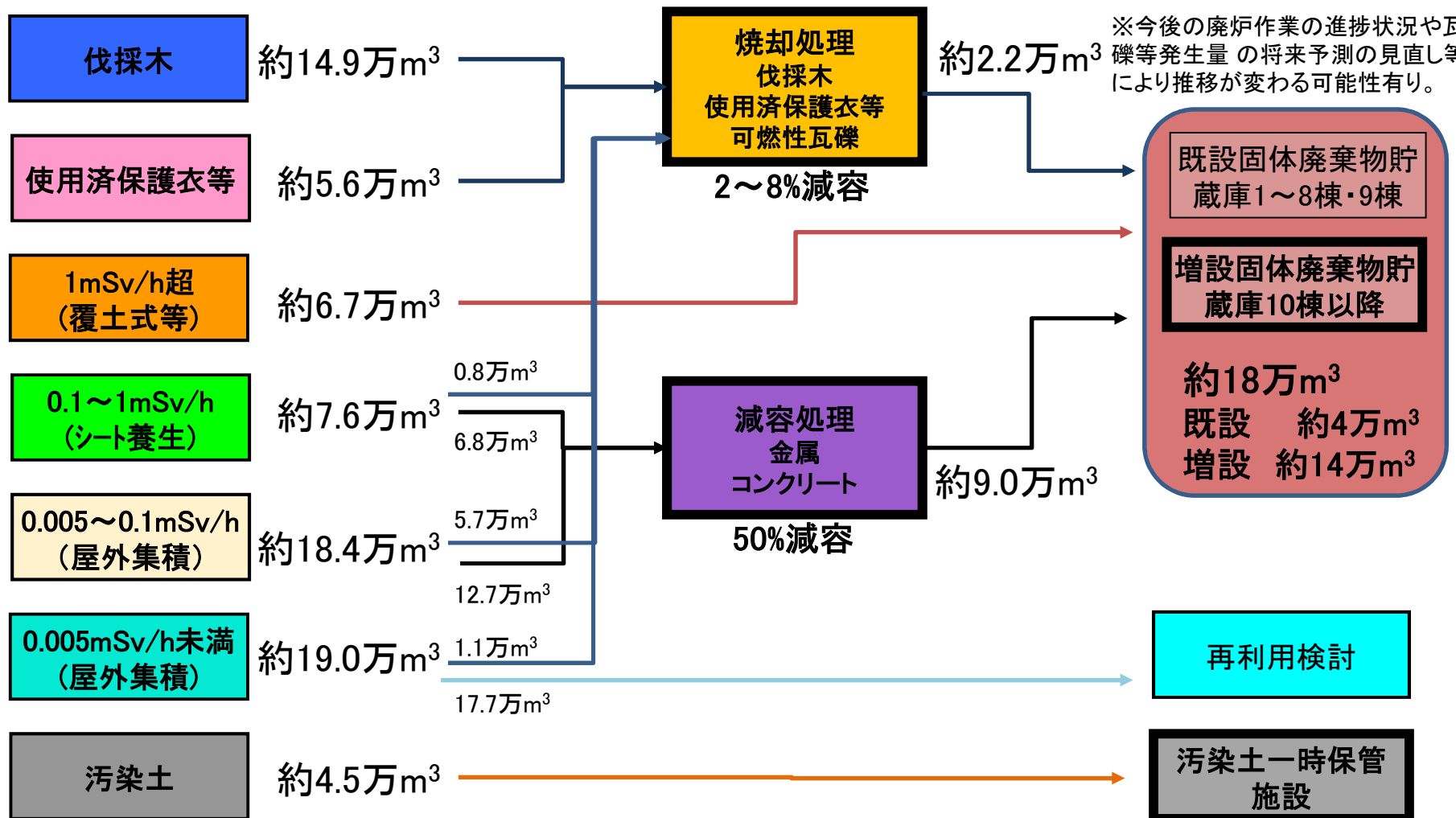
※将来の発生予測に含めていないもの

- 原子炉ノタービン建屋やタンクを含む水処理設備等(存置されているものと想定)
- 燃料デブリ取り出し時の「瓦礫等」(今後決定する号機ごとの燃料デブリ取り出し方針を踏まえて検討)
- 取り出した燃料デブリ(収納や移送・保管について技術開発を含めて検討)

1-1. 瓦礫等の全体の物量の流れ

【処理の流れ】

発生予測に対し、焼却・減容処理を行うことにより容量を減らし、保管することとします。

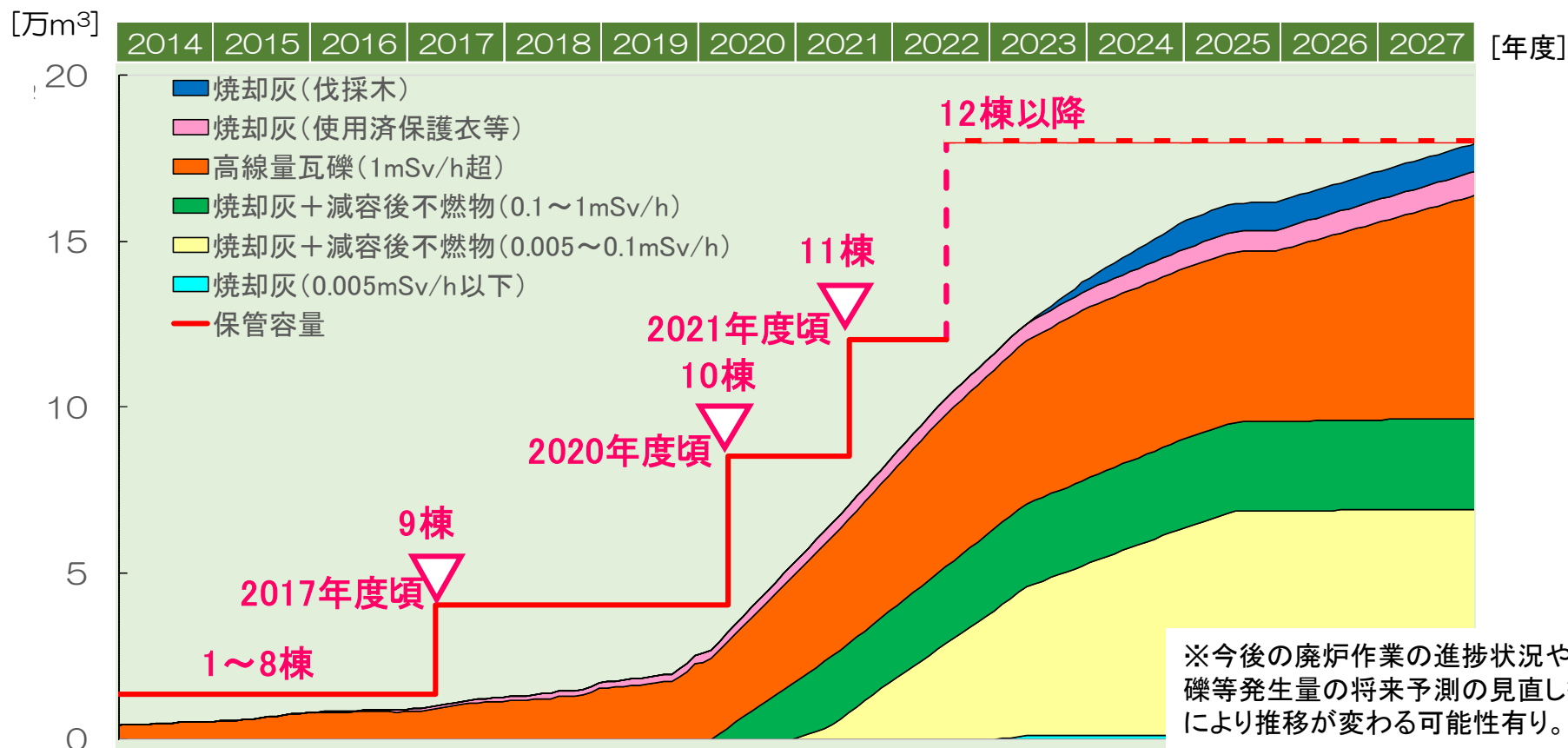


1-1. 瓦礫等の全体の物量の流れ

【必要な保管容量の推移】

現在の試算では、既存の固体廃棄物貯蔵庫1～8棟及び9棟の保管容量では、2020年度頃に必要量を超える見込みです。

なお、増設固体廃棄物貯蔵庫の建設には計画から約4年がかかるため、9棟が現在建設中ではありますが、増設について2016年度の本年より着手する必要があります。



※今後の廃炉作業の進捗状況や瓦礫等発生量の将来予測の見直し等により推移が変わる可能性有り。

1-2. 水処理二次廃棄物の保管方針

Q: 水処理二次廃棄物は、将来図には一時保管が残っているが、どういう方針なのか？

水処理二次廃棄物は当面、減容・安定化技術の開発を進めつつ、漏洩防止や漏洩拡大防止、漏洩検知、水素発生対策等の保管管理上必要な対策を施した既設の一時保管施設及び大型廃棄物保管庫にて、原型の状態での保管管理を、しっかり行っていきます。将来、建屋内保管に移行し水処理二次廃棄物の一時保管施設を解消していきますが、建屋内保管への移行に際し、処理方策等を今後検討していく計画です。なお、今後検討する処理方策等によって減容率や処理速度など決まり、これにより水処理二次廃棄物の一時保管施設の解消時期が変わりうるため、将来図(2028年度頃)には、一時保管施設を残した状態としています。

2-1. 各施設の設定根拠

Q:各施設の処理容量、保管容量の設定根拠を示すこと

➤増設雑固体焼却設備

保管されている可燃物を速やかに処理するには、容量が大きい方が望ましく、処理期間は短くなりますが、一方で設備が大きくなることにより、設置工期が長くなり処理開始が遅れると共に、この設備も将来廃棄物となるため廃棄物量が増えます。設置工期と処理期間の全体の期間が短くなる処理量として、95t/日(例:伐採木の場合320m³/日)を計画しています。

➤焼却炉前処理設備

増設雑固体焼却炉の前処理設備のため、同量の処理容量が必要です。焼却設備が24時間運転に対し、前処理設備は平日・日中での運転とするため処理容量を上げて、140t/日を計画しています。

焼却炉	95t/日	7日/週	} 約700t/週
前処理	140t/日※	5日/週	

※前段の処理のため、若干余裕を見ている。

➤減容処理設備

金属及びコンクリートの処理設備を各1系列(各1台)設置します。いずれも、一般産業界の中間処理における実績を参考にし、金属:40m³/日、コンクリート:60m³/日を計画しています。なお、本処理容量は、切断装置や破碎装置自体の処理能力ではなく、これら装置に対象物を投入・取出する重機作業のスピードで決まっています。

➤ 増設固体廃棄物貯蔵庫

1-1の通り、当面10年程度の瓦礫等の発生量において、各焼却設備、減容処理設備による減容を考慮した結果、増設固体廃棄物貯蔵庫は約14万 m^3 必要と試算しました。

なお、14万 m^3 の内、5.5万 m^3 は既発生分(屋外で一時保管中)ですが、残り8.5万 m^3 は将来の発生量を予測した分であり、今後、工事の見直しや、発生量低減対策を進めることにより、変動が考えられます。このため、8.5万 m^3 の一部(2.5万 m^3)を初期に計画することとし、8.0万 m^3 を至近で計画、6.0万 m^3 は今後の発生量を踏まえて判断することとしました。

➤ 汚染土一時保管施設

1-1の通り、当面10年程度の瓦礫等の発生量において、4.5万 m^3 と試算しました。

➤ 大型廃棄物保管庫

今後発生する水処理二次廃棄物を保管するにあたり、既設の一時保管施設の保管容量を超えて必要となる当面の量として、0.4万 m^2 を至近で計画しました。

なお、水処理二次廃棄物の一時保管施設の解消に必要な全体の容量は、今後も継続して行う吸着剤の性能向上等による発生量低減や、今後検討する処理方策等によって変わりうるため、今後、発生量や減容率等の見通しを踏まえて判断することとしました。

2-2. 耐震クラスの設定根拠

Q:各施設の耐震クラスの設定根拠を説明すること

放射性物質を内包し、気体や液体などその破損により公衆に影響を与える可能性の大きい以下の施設は、Bクラスで設計を計画しています。

- 増設雑固体廃棄物焼却炉
 - 既設の雑固体廃棄物焼却炉と同様に、焼却炉～排ガスフィルタまでは排ガス中に放射性物質を含むため、Bクラス。ただし、放射性物質が低減された排ガスフィルタ以降(排ガスブロア、排気筒)はCクラス
- 大型廃棄物保管庫
 - 既設の水処理二次廃棄物を保管している使用済セシウム吸着塔一時保管施設と同様に、主に、液体を含む水処理二次廃棄物を扱うため

なお、これまでの許認可実績を踏まえ以下の施設は、Cクラスで設計を計画しています。

- 焼却炉前処理設備、減容処理設備
 - 固体廃棄物の切断・圧縮処理施設は、Cクラスのため
- 増設固体廃棄物貯蔵庫
 - 固体廃棄物貯蔵庫の9棟と同様に、固体廃棄物の保管施設は、Cクラスのため

【参考】耐震クラスの耐震設計指針での考え方

(原子力発電所耐震設計技術規程 抜粋)

2.2 耐震クラス別施設

(1) Sクラスの施設

- a. 「原子炉冷却材圧力バウンダリ」を構成する機器・配管系
- e. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故後、炉心からの崩壊熱を除去するための施設
- f. 原子炉冷却材圧力バウンダリ破損事故の際に、圧力障壁となり放射性物質の放散を直接防ぐための施設

(2) Bクラスの施設

- b. 放射性廃棄物を内蔵している施設。ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損による公衆に与える放射線の影響が周辺監視区域外における年間の線量限度に比べ十分小さいものは除く。
- c. 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した施設で、その破損により、公衆及び従事者に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設

(3) Cクラスの施設

上記Sクラス、Bクラスに属さない施設

附解表2.1-1 原子力発電施設の機能別分類と耐震重要度分類の例

Bクラス適用範囲) 廃棄物処理設備、ただし、Cクラスに属するものは除く

Cクラス適用範囲) 固体廃棄物取扱い設備(貯蔵庫を含む)
雑固体・減容・圧縮設備

2-3. 焼却炉の比較と実績

Q: 既設の雑固体廃棄物焼却炉と比較し、違いを説明すること

- 処理能力は、トン換算で、既設雑固体焼却炉(以下、既設炉)に比べ、増設雑固体焼却炉(以下、増設炉)が6~7倍となっています。
- 焼却方式は、既設炉は、様々な廃棄物を扱うことを考慮し、キルン式焼却炉としました。増設炉は、様々な廃棄物を扱うことに加え、熱量が低い伐採木を効率的に焼却するため、キルン式にストーカ式を組み合わせました。
なお、焼却部以降の排ガス処理設備は既設炉と同じになります。
- 焼却可能な対象物は同じですが、既設雑固体焼却炉は保護衣類、増設雑固体は焼却炉は、伐採木を主な処理対象として設計しています。
- 想定している核種も同じですが、焼却対象物の表面線量率は、既設炉に比べ増設炉は1/5の0.2mSv/hとしています。これは、主な焼却対象の伐採木の表面線量率が、ほぼ0.2mSv/h未満であり、0.2mSv/hを超えるものは既設炉で対応可能と判断したためです。
- いずれの焼却方式も、国内では実績のある方法となっています。

		キルン式	ストーカ式	キルンストーカ炉
特徴	得意	液体状を含む、様々な性状のゴミに対応	都市ゴミ等、低発熱量のゴミ焼却に対応	キルンとストーカ炉の欠点を補完
	不得意	低発熱量で、大きなゴミは、未燃となる場合あり	細かい固形物や液体は、床(格子)の隙間から落ちるため、不向き	

2-3. 焼却炉の比較と実績

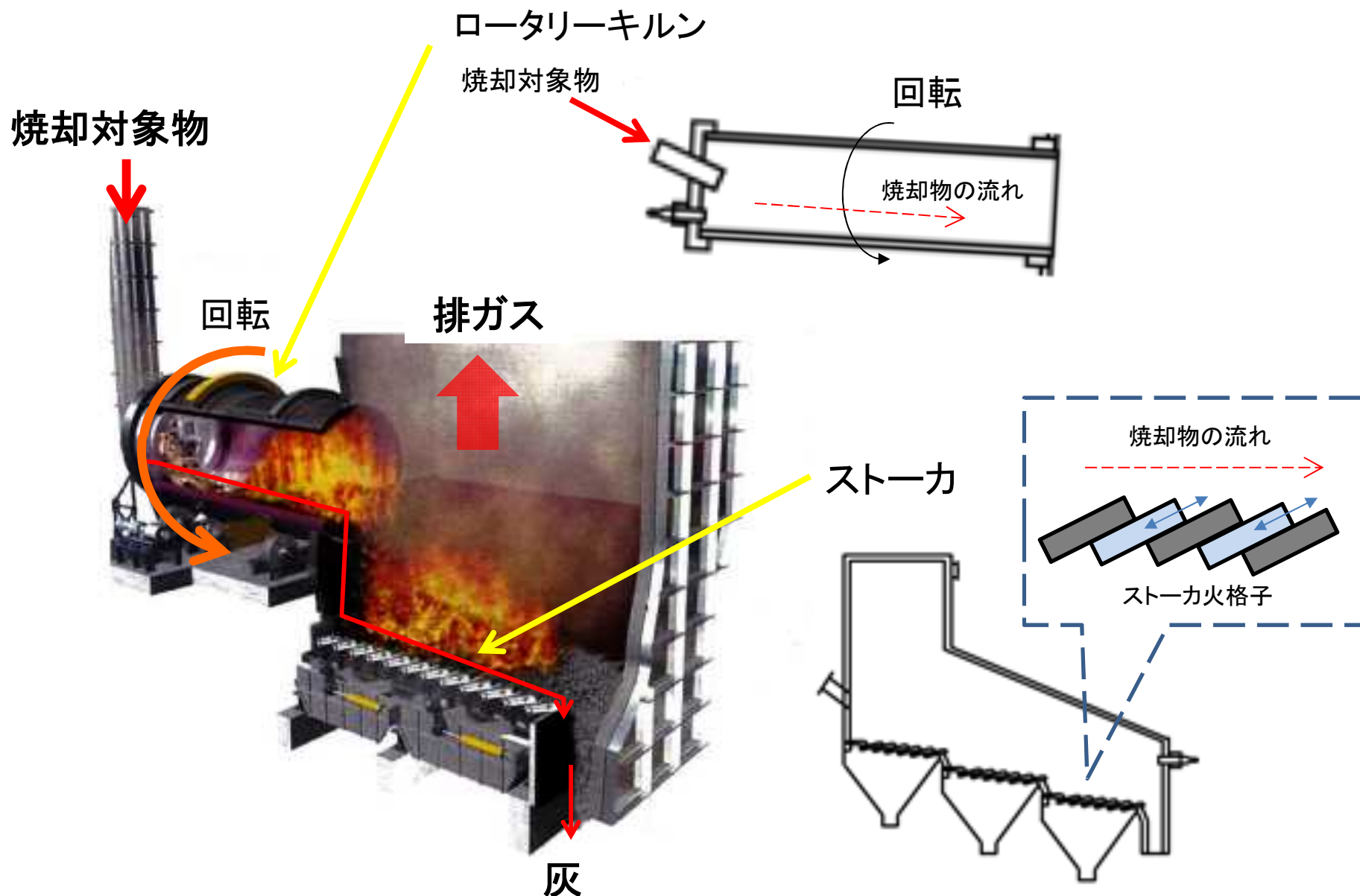
	既設雑固体廃棄物焼却設備	増設雑固体廃棄物焼却設備
型式	キルン式	キルンストーカ式
処理の流れ	廃棄物投入 → 焼却 → 排ガス処理／焼却灰取出	
処理容量	14.4t/日 (約150m ³ /日※ ¹)	95t/日 (約320m ³ /日※ ²)
焼却可能対象物	可燃物 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> 使用済保護衣※³ 工事廃材、伐採木 廃油、使用済樹脂など </div>	可燃物 <div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; display: inline-block;"> 使用済保護衣 工事廃材、伐採木※³ 廃油、使用済樹脂など </div>
焼却対象物の表面線量率	1.0mSv/h	0.2mSv/h
設計で考慮している核種	滞留水の核種組成に準じ設定 (Cs134, Cs137, Sr90, Co60, Mn54, Ru106, Sb125など)	
導入実績	ストーカ式、キルン式は、一般焼却で十分な実績有り。以下に、福島県内で震災後に設置された仮設焼却炉の実績を示す。 なお、焼却後の排ガス処理設備については、震災前より原子力発電所において実績のある構成である。	

福島県内の仮設焼却炉の実績

ストーカ式	ロータリーキルン	流動床式	その他
12基	2基	2基	1基

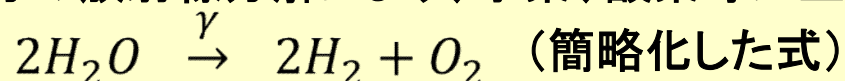
- ※1 使用済保護衣の比重(0.09)で算定
- ※2 伐採木の比重(0.3)で算定
- ※3 主な焼却対象物であり当該対象物が効率的に焼却できるよう設計している

2-3. 焼却炉の比較と実績



Q:水素発生について、具体的に説明すること

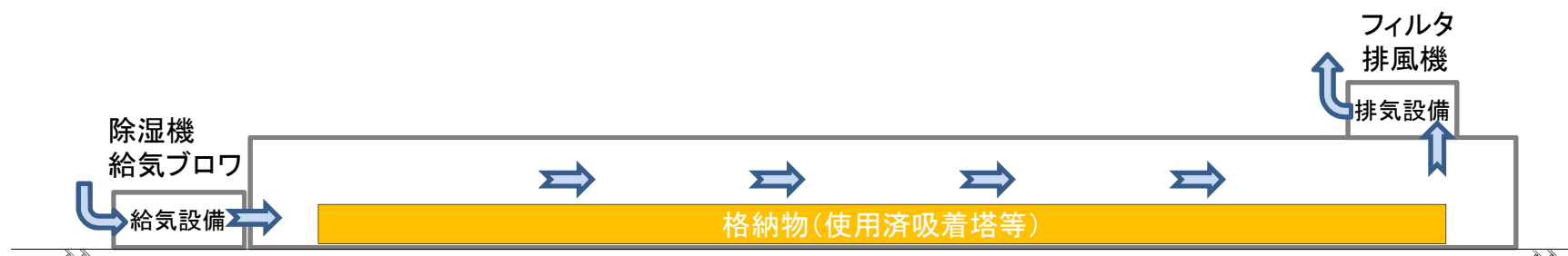
大きな放射エネルギーを内蔵している上に、残留水分が存在する場合、そこから発生する放射線による残留水分の放射線分解により、水素、酸素等が生成されます。



既設の水処理二次廃棄物の一時保管施設は屋外型施設であり、水素自身の浮力により自然換気される仕組みとしています。

新設する大型廃棄物保管庫や、増設固体廃棄物貯蔵庫は、屋内型施設のため、換気設備にて換気することにより水素滞留を防止する設計とする計画です。

なお、換気設備はトラブルやメンテナンス時を考慮し、予備機(100%×2基や、50%×3基)を持つことを計画しています。



大型廃棄物保管庫における換気(イメージ図)

Q: 汚染土について、どんなものなのか説明すること

汚染土については、主に2種類があります。

- フェーシングや敷地の線量低減のために表土を回収した、フォールアウト起源で主にCs主体の汚染
- 汚染水が漏洩した汚染土を回収した、汚染水起源で主にSr主体の汚染

また、表面線量率については、ほとんどが1mSv/h以下であり、1mSv/hを超えるものは少ないため、汚染土一時保管施設は1mSv/h以下を保管し、1mSv/hを超える汚染土は、固体廃棄物貯蔵庫への保管する計画です。

一時保管エリアO



0.1mSv/h以下

一時保管エリアP2



0.1~1mSv/h

一時保管エリアN



0.1mSv/h以下

現状の保管状況

3. 配置計画

Q:各施設の配置案を決めた根拠について示すこと。

各施設の配置を決めるに当たり、「敷地境界線量の寄与(遮へい)」、「動線の効率性」、「建設工事の容易性」、「敷地の有効利用」を考えています。

項目	目的	判断内容
①敷地境界線量の寄与(遮へい)	将来廃棄物となる遮へいコンクリートを減らすため	線源が小さく、遮へいしやすい施設・設備を境界付近に置いた方が良い
②動線の効率性	作業員の負荷軽減、円滑で効率的な処理とするため	処理～保管の動線が、できるだけ短い方が良い
③建設工事の容易性	各設備・施設の建設工事の干渉を減らし、安全に工事するため	初期に設置する各設備・施設が、できるだけ離れている方が良い
④敷地の有効利用	敷地利用において、今後の廃炉作業にて様々な選択を可能とするため	未利用地ができるだけ広い方が良い

敷地全体からみた、今回のエリア。



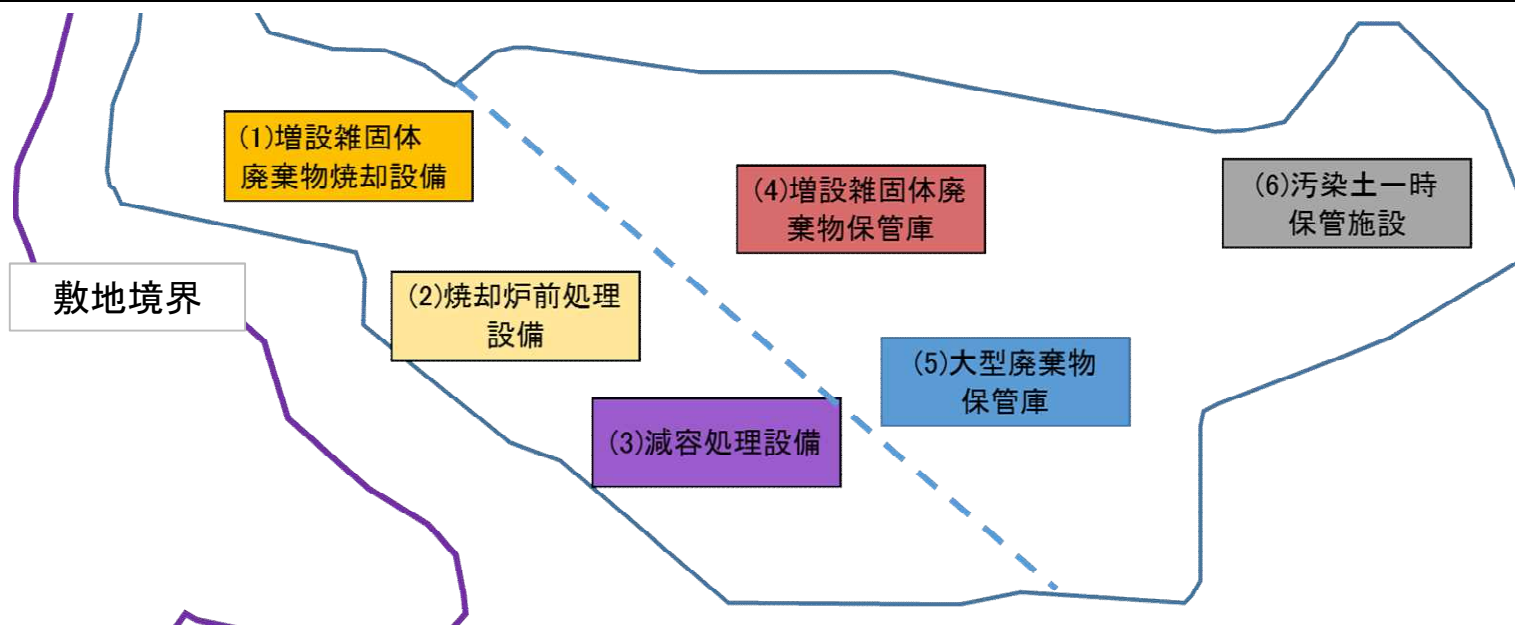
3. 配置計画①

【敷地境界線量への寄与】

(1)～(3)は処理設備(線源が小)で効率的に遮へいが可能なため敷地境界側に配置し、(4)～(6)は保管施設(線源が大)のため敷地境界から比較的離れた位置が良い。

更に(6)は、一時保管施設で遮へいが困難であるため、敷地境界から最も遠い所が良い。

	(1)増設雑固体 廃棄物焼却設備	(2)焼却炉前処理 設備	(3)減容処理 設備	(4)増設固体 廃棄物貯蔵庫	(5)大型廃棄物 保管庫	(6)汚染土一時 保管施設
線源の大きさ	約1,000m ³	約200m ³	約300m ³	約140,000m ³	約36,000m ³	約45,000m ³
線量	0.2～4mSv/h	0.2mSv/h	1.0mSv/h	0.1～30mSv/h	0.4～2.2mSv/h	0.1～1.0mSv/h

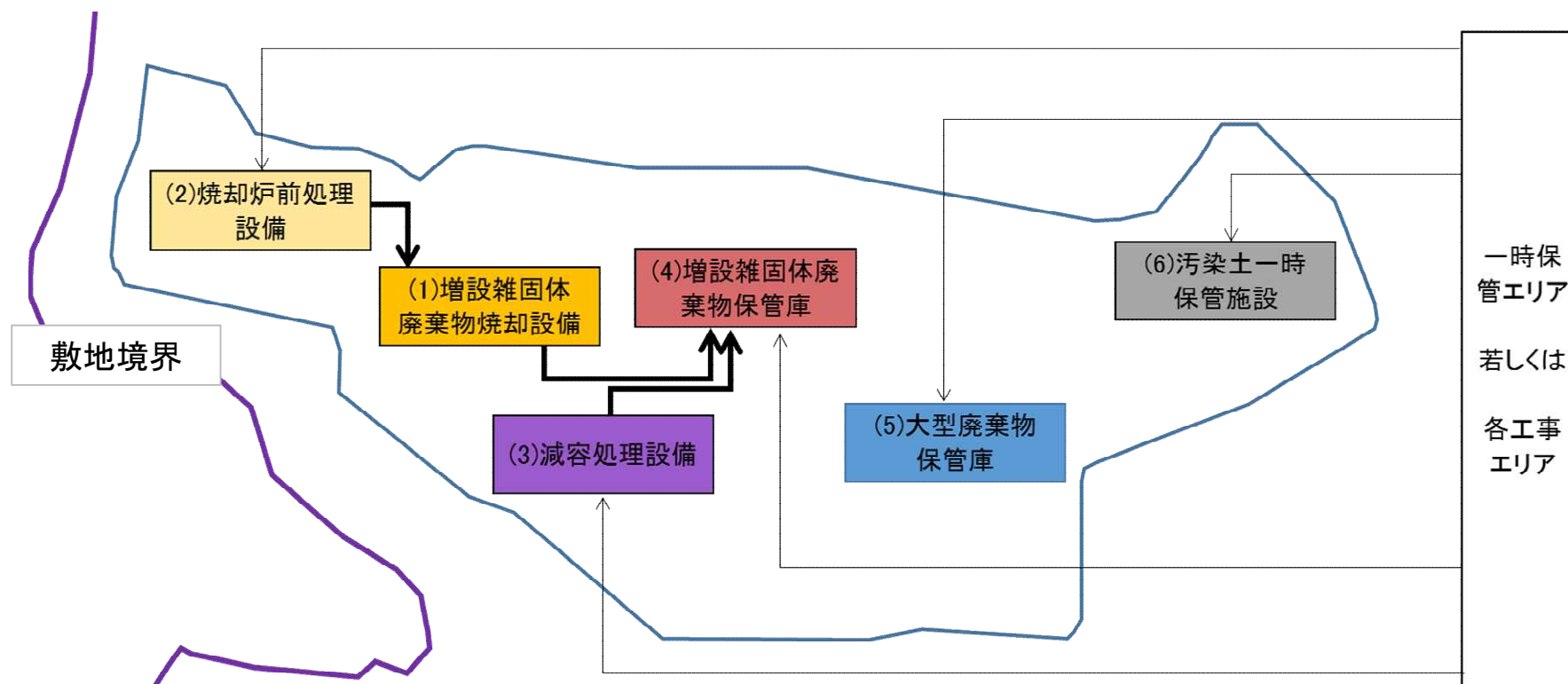


3. 配置計画②

【動線の効率性】

(2)(1)は連続した処理となるため隣接させ、また、(1)(3)両方から(4)に移動し保管するため、(4)は(1)(3)の近くにあると良いと考えます。

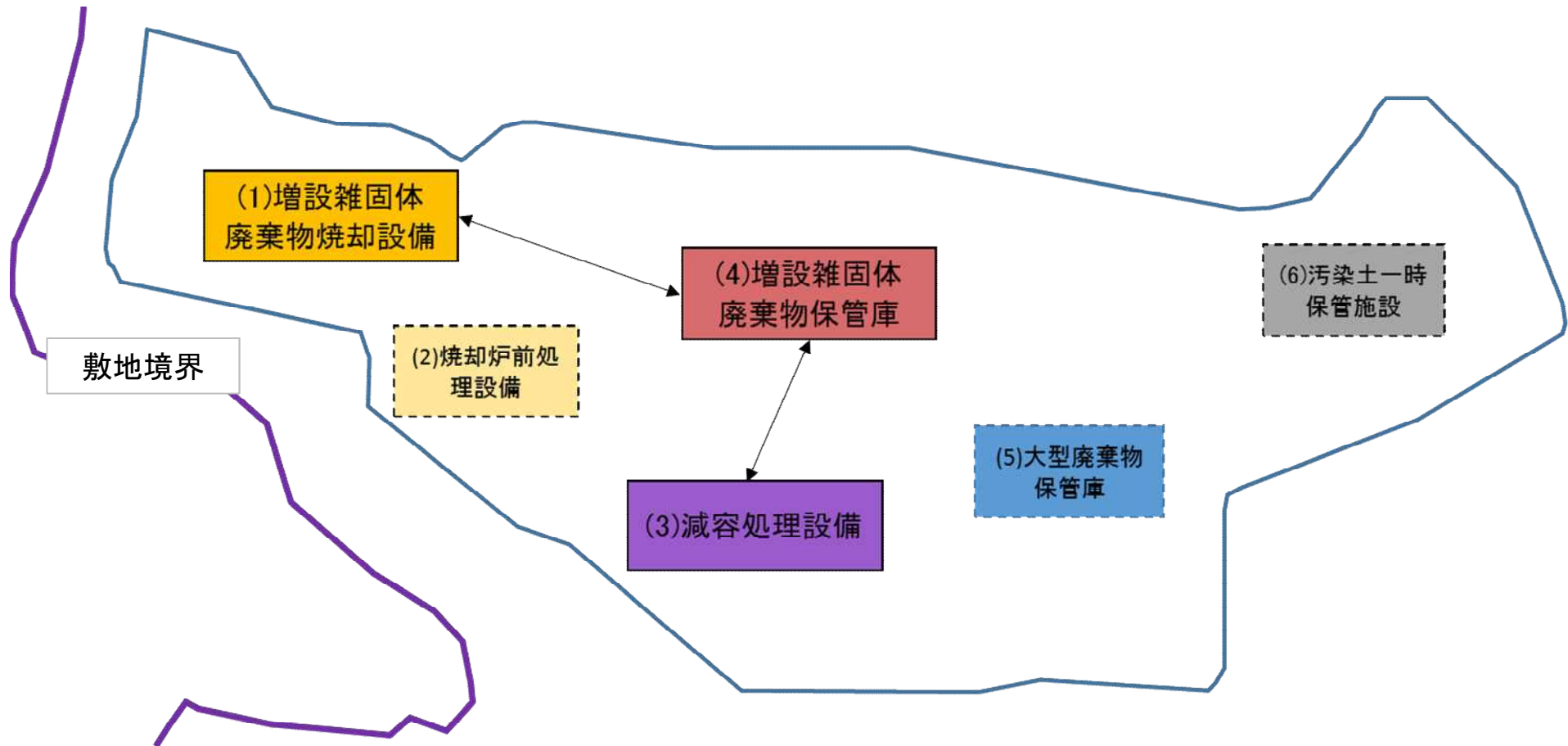
なお、(5)(6)は、他の施設と関連が無いいため、特に影響はありません。



3. 配置計画③

【建設工事の容易性】

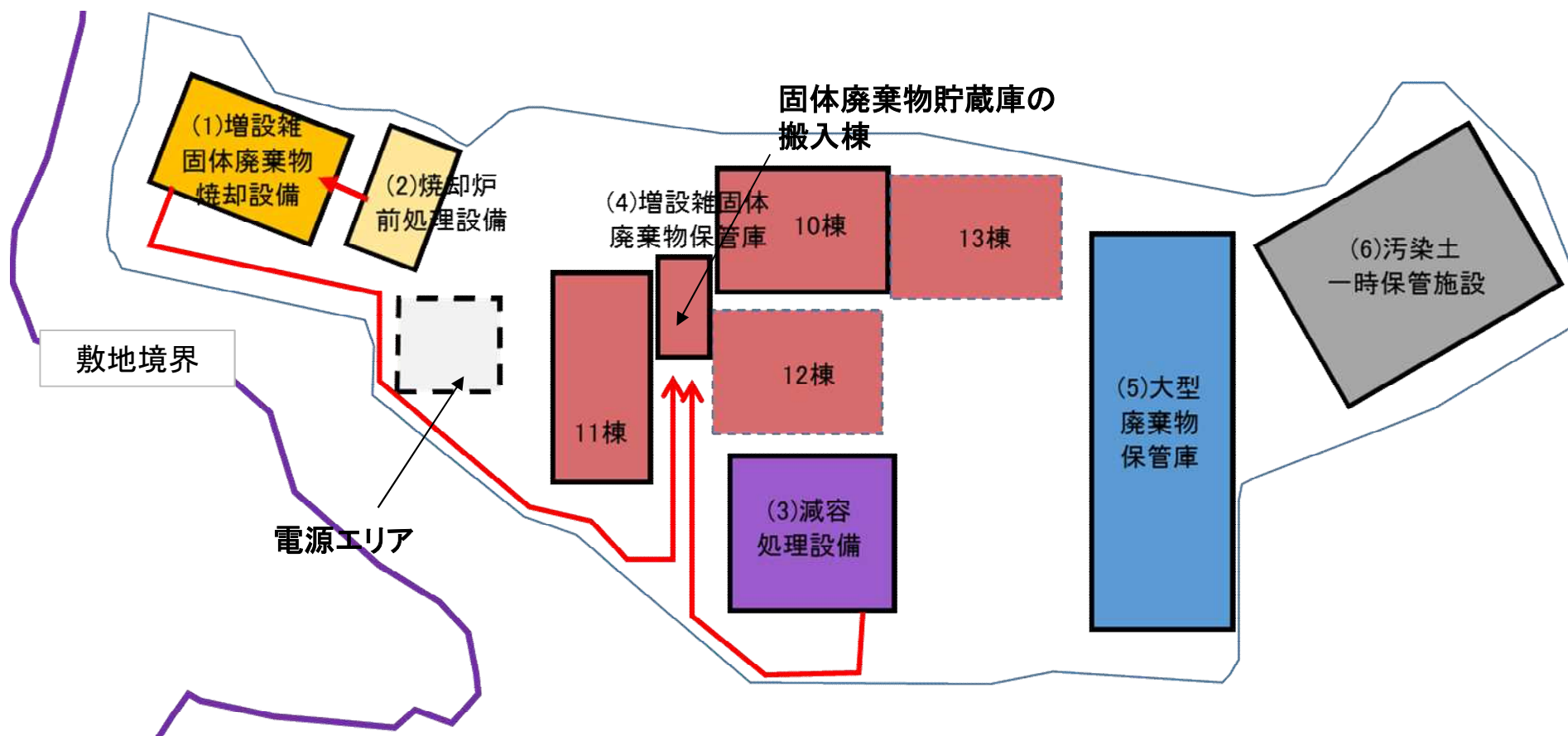
建設工事期間が重なり、工事期間が長期を要する(3年～4年)、(1)、(3)、(4)の10棟は、建屋間に一定の距離を取ることで、工事干渉を減らし、より安全に工事できるよう配慮しています。



3. 配置計画④

【敷地の有効利用】

動線、敷地境界の線量寄与、建設工事の容易性に加え、各施設の建屋規模踏まえ、将来有効利用が可能な敷地を残すよう各設備・施設間をできるだけ近づけて配置検討した結果が今回の配置計画となっています。



4. 線量評価

Q: 1F全体としてどうなるのか、BP78以外の他のポイントを示すこと

廃棄物関連施設が設置される至近の敷地境界Bp78は、廃棄物関連施設の設置と屋外の一時保管エリアD・E・F解消により、+0.05mSv/年と若干上昇しますが、他の方の西側(Bp70)は-0.04mSv/年、北側(Bp93)は-0.08mSv/年が低減する見込みです。

なお、瓦礫等の屋外の一時保管エリアが全て解消された場合(2028年度頃)、更に低下する見込みです。

		現在 (2016/3/31末 時点)	設備・施設の設置	設備・施設の設置 瓦礫等の屋外の一時 保管エリアD・E・ F解消	現在との差	設備・施設の設置 瓦礫等の屋外の 一時保管エリアが 全て解消 (2028年頃)	現在との差
至近	Bp78	0.71mSv/年	0.92mSv/年	0.76mSv/年	0.05mSv/年	0.69mSv/年	-0.02mSv/年
南側	Bp7	0.96mSv/年	0.96mSv/年	0.96mSv/年	0.00mSv/年	0.91mSv/年	-0.05mSv/年
西側	Bp70	0.93mSv/年	0.94mSv/年	0.89mSv/年	-0.04mSv/年	0.74mSv/年	-0.19mSv/年
北側	Bp93	0.85mSv/年	0.86mSv/年	0.77mSv/年	-0.08mSv/年	0.37mSv/年	-0.48mSv/年

※設備・施設の設置時点では、線量が追加されるため一時的に上昇することになるが、保管庫関連の中は空の状態のためダブルカウントになっており、見かけ上、上がっている

5-1. 排ガス・排気のモニタリング方法

Q: 連続モニタリングが必要ではないか？

焼却設備からの焼却処理に伴う排ガス及び各施設からの排気は、フィルタを通し、放射性物質を十分低い濃度になるまで除去した後、設備・施設専用の排気筒(口)から放出する設計としています。

各施設においては、排気ガス及び排気中の放射性物質濃度が法令に定める濃度限度を下回ることを確認すると共に、増設雑固体廃棄物焼却設備では既設の焼却設備と同様に、排気中の放射性物質の濃度を監視(連続モニタリング)することを計画しています。

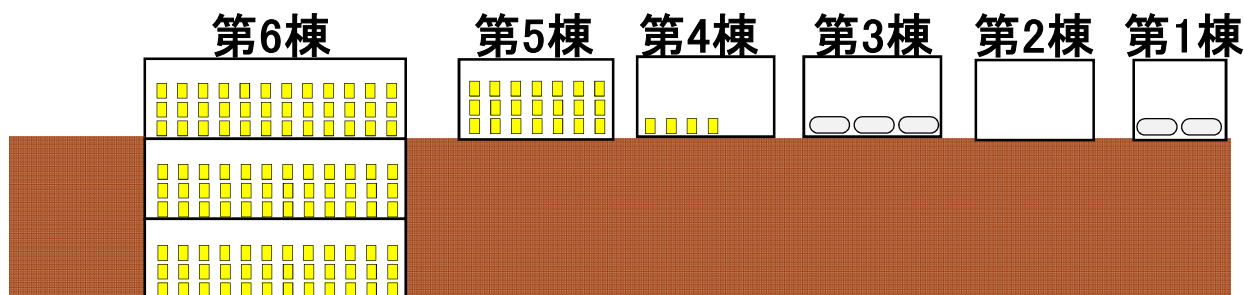
	測定方法	対象施設	目的
法令の濃度限度を下回ることを確認	排ガス及び排気を1週間に1回の頻度でフィルタに通気・集じんし、放射性物質濃度を測定	増設雑固体廃棄物焼却設備 焼却炉前処理設備 減容処理設備 増設固体廃棄物貯蔵庫 大型廃棄物保管庫	施設を起因とする粒子状の放射性物質により敷地境界における空気中の濃度が法令に定める周辺監視区域外における空気中の濃度限度を下回ることを確認
監視(連続モニタリング)	排ガス中の放射性物質濃度を放射線モニタで連続で測定	増設雑固体廃棄物焼却設備	設備の運転により、基準以上の濃度が確認された場合には、速やかに運転を停止(減容設備・前処理設備は切断・破砕など粉じんの発生する作業エリアがあるが、局所集じんによる粉じん飛散の抑制及び、作業環境の測定を行うことから対象外)

5-2. 1～8棟の活用

Q: 1～8棟の活用について説明すること

福島第一の固体廃棄物貯蔵庫には、震災前に発生したドラム缶及び大型廃棄物(以下、ドラム缶等)が、約18万本保管されています。

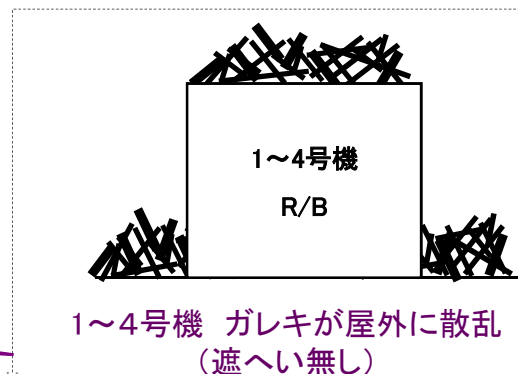
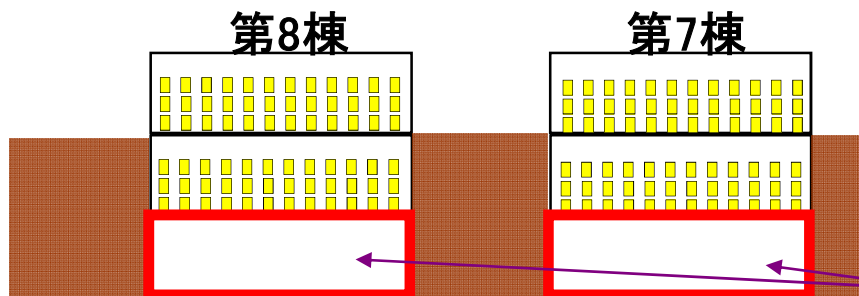
これらドラム缶等及び、震災後に発生した焼却灰については、1～6棟及び、7/8棟の地上階及び、地下1階に主に保管しています。また、遮蔽効果が高い、7・8棟の地下2階には、震災後発生した高線量の瓦礫等を保管しています。



■ : ドラム缶
○ : 大型廃棄物(給水加熱器等)

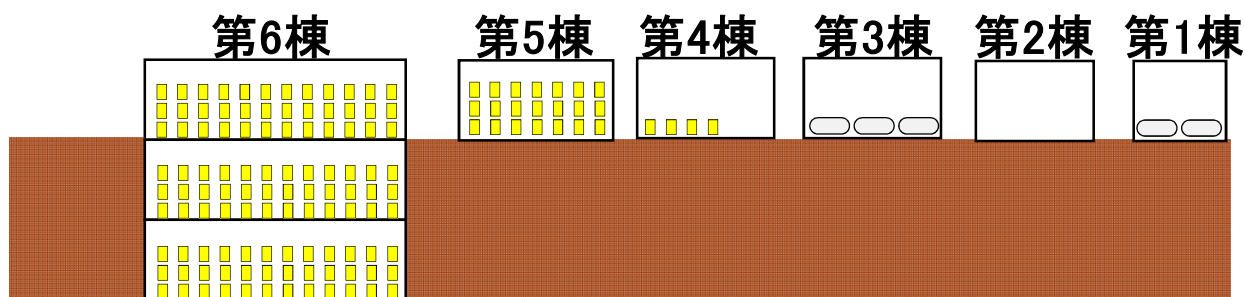
原子炉建屋上部・周辺の高線量のガレキを非常に遮へい効果が高い固体庫の地下階に保管することにより周辺への線量影響を低減

比較的線量の低い震災前ドラム缶を、遮へい効果の高い地下階から、一定の遮へいがある第9棟の地上階へ移動



5-2. 1～8棟の活用

今後、9棟設置後は、更に震災前の比較的線量が低いドラム缶を、9棟の地上階に移動することにより、遮蔽効果が高い7/8棟の地下階の保管エリアを更に確保する計画です。



原子炉建屋上部・周辺の高線量のガレキを非常に遮へい効果の高い固体庫の地下階に保管することにより周辺への線量影響を低減

