１Ｆ技術会合（第３０回）
資料２－１

溶融設備の概要および閉じ込めの設計方針について

2026年10月27日　東京電力ホールディングス株式会社

論点　溶融設備の閉じ込めの設計に関する「措置を講ずべき事項」への適合性

- 福島第一原子力発電所内の金属廃棄物の減容などを目的として、溶融設備の設置を計画している
- 現在、実施計画の提出に向けた詳細設計を実施中であるが、措置を講ずべき事項および使用許可基準規則に対する、放射性物質の閉じ込め設計の適合性について確認したい
  - ✓ ダスト取扱区域等の設定の考え方、周辺区域との境界の設計方針についての妥当性（論点①～③）
  - ✓ 負圧維持方針に対する考え方の妥当性（論点④、⑤）

0. 目次

【溶融設備の概要】

1. 溶融設備の概要
   - 設置目的
   - 溶融処理の全体像
   - 設備仕様
   - 設置場所
   - 建屋内配置案

【閉じ込めに係る設計方針】

「措置を講ずべき事項」に対する対応方針

「使用許可基準規則解釈」に対する溶融設備の対応方針および論点について【ダスト管理の区域設定】

2. 溶融設備のダスト管理のエリア設定の考え方**（論点①）**
3. ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
   - ダスト取扱エリア⇔屋外との貫通部の設計方針**（論点②）**
   - ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリアの設計方針**（論点③）**

「使用許可基準規則解釈」に対する溶融設備の対応方針および論点について【負圧維持】

4. 溶融設備の負圧維持方針について
   - スクラップ投入時における負圧維持方針について
   - スクラップ中に含まれる水分量の考え方について**（論点④）**
   - スクラップ投入時における気流の流れについて
   - 負圧維持における想定を超える場合における影響評価**（論点⑤）**

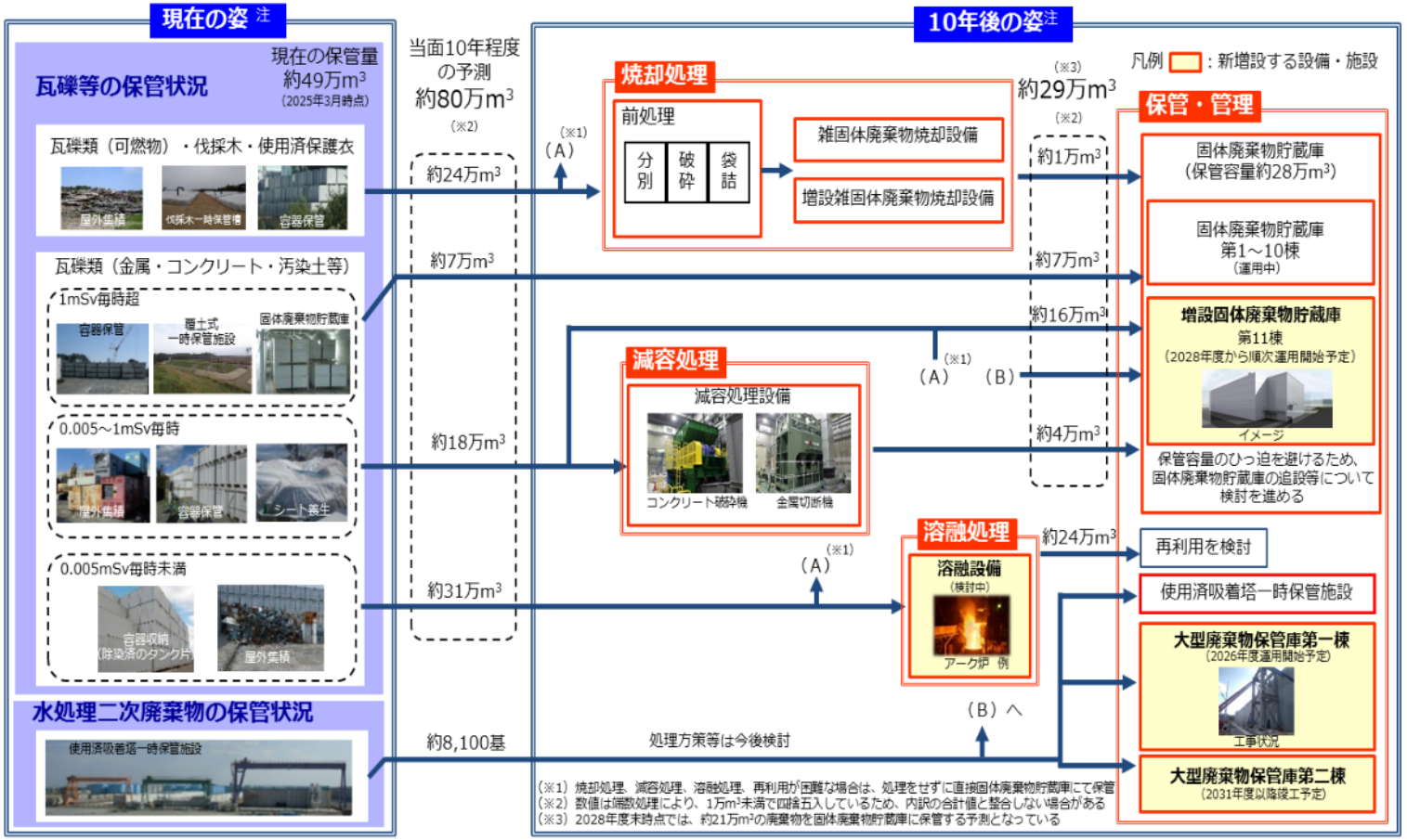
【溶融設備の工程】

5. 溶融設備の工程

溶融設備の概要

1. 溶融設備概要（設置目的）

- ガレキ等の内、主に極低汚染した金属ガレキに対し、溶融処理により減容及び放射性物質を除去（以降、除染という）し、一般のスクラップ相当の金属塊とすること
- また、汚染した金属ガレキを、溶融により減容・除染し、低汚染の金属塊とすること
- この溶融処理により、１Ｆ構内に保管するガレキの容量を低減する

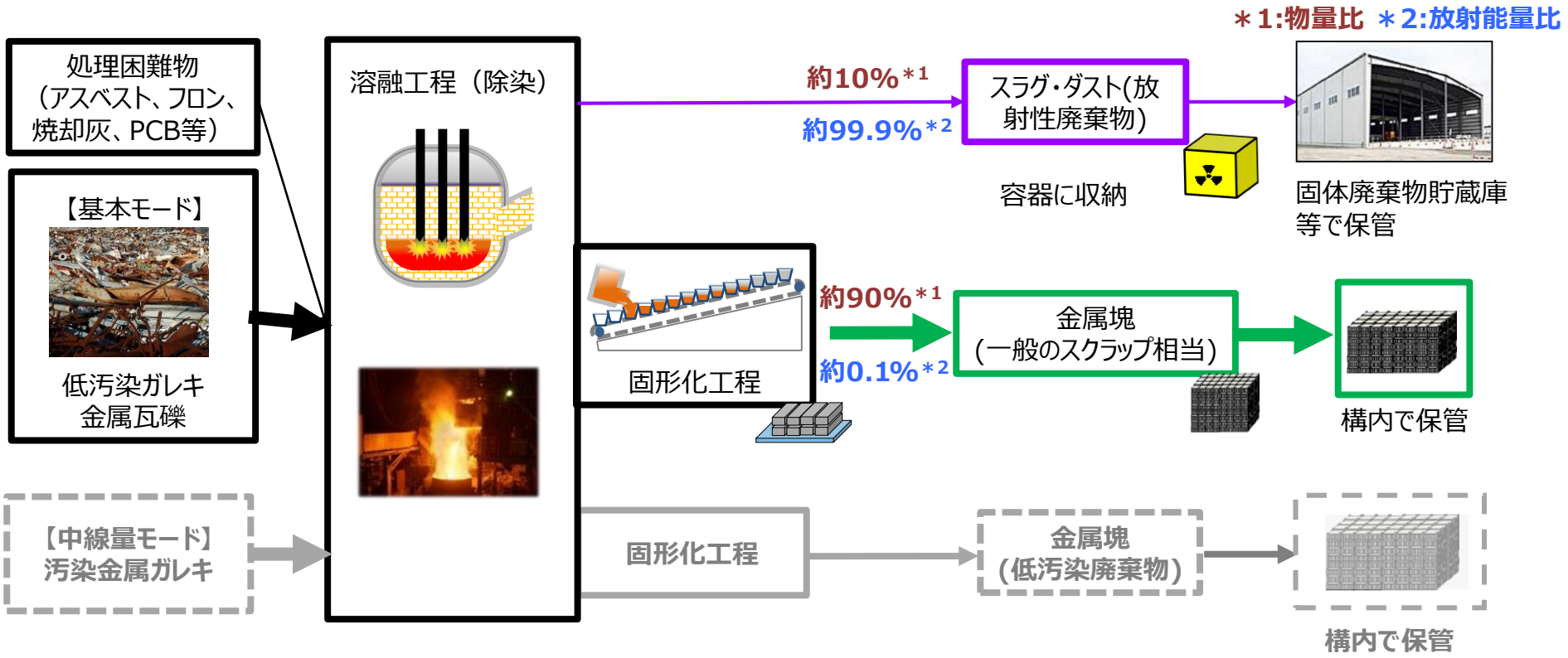


注）現時点で処理・再利用が決まっている焼却前の使用済保護衣類、BGレベルのコンクリートガラは含んでいない

- 屋内保管への集約および屋外保管の解消により、敷地境界の線量は低減する見通しです。
- 焼却設備の排ガスや敷地境界の線量を計測し、ホームページ等にて公表しています。

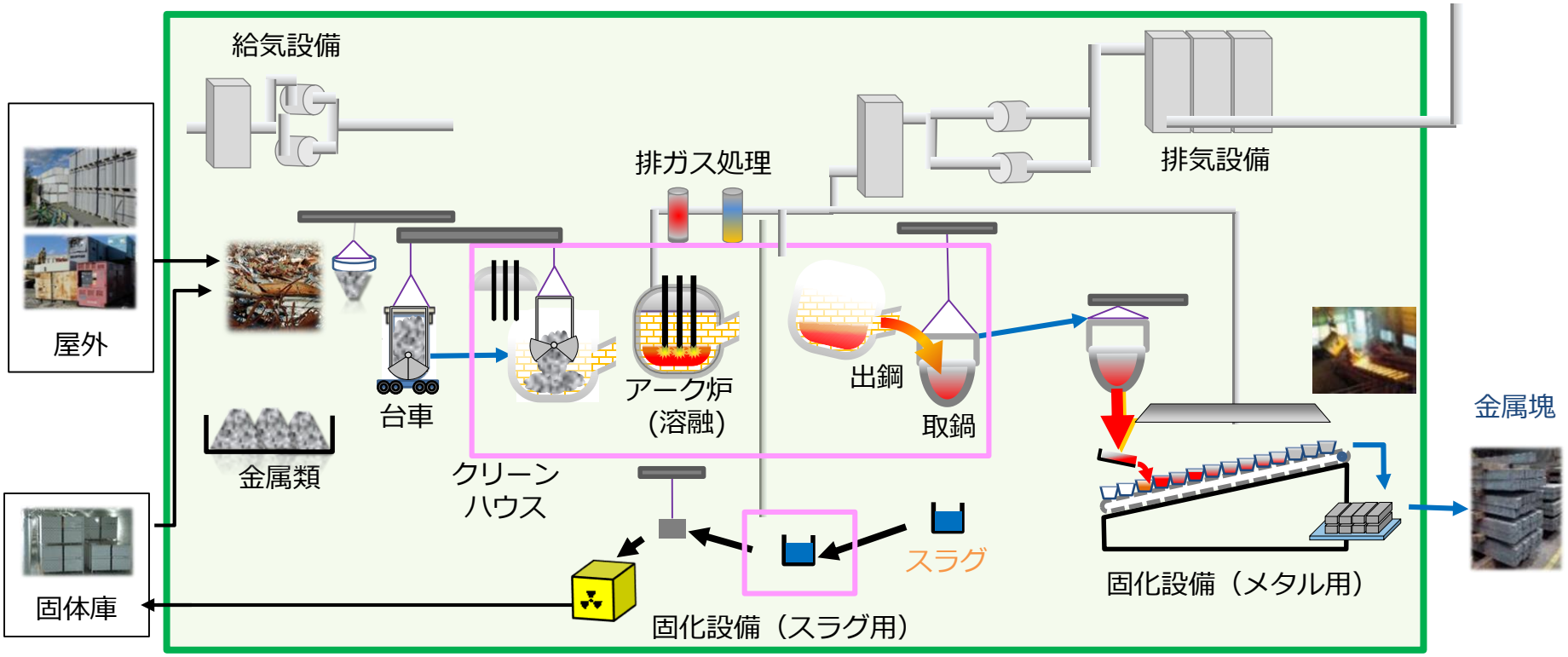
1. 溶融設備概要（溶融処理の全体像）

- 汚染した金属ガレキを溶融工程により、スラグ・ダスト(放射性廃棄物)と、金属塊(一般のスクラップ相当)に分ける。Cs、Srの約99.9%はスラグ・ダストに集まり、物量比で約90%を占める金属塊の放射能比は約0.1%に低減する見込み
- なお、金属塊は今後再利用を検討し、スラグ・ダストは線量に応じて固体庫等に保管する
- 本設備では主に、低汚染した金属ガレキの溶融処理を行うことを計画している（以降、基本モード）。なお、将来的には、一定量の汚染を含む金属ガレキも溶融し、低汚染の金属塊とすることを念頭におき設計する（以降、中線量モード）
- また、処理困難物（アスベスト、フロン等）も溶融により、無害化処理を行う



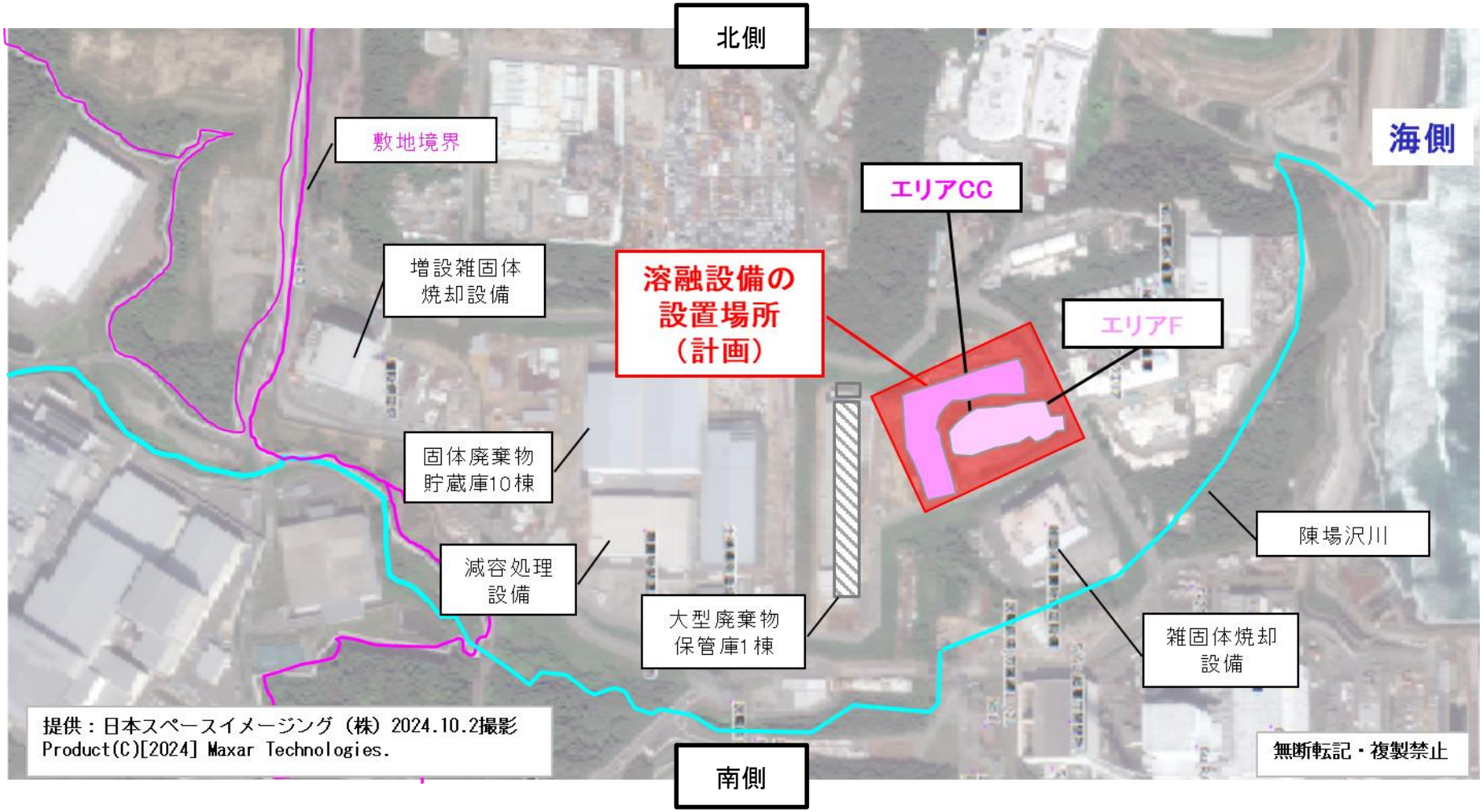
1. 溶融設備概要（設備仕様）

炉型	アーク溶融方式
規模	約30ton出鋼（1日4回を想定、約120ton/日）
受入線量	基本モード：20μSv/h以下（Sr90汚染主体は5μSv/h以下）、中線量モード：100μSv/h以下
耐震性	(検討中)耐震B+クラス：建屋及び貫通ダクト・ダンパー
除去性能	Cs・Srで、スラグ中の量／溶鋼中の量＝約2000を期待



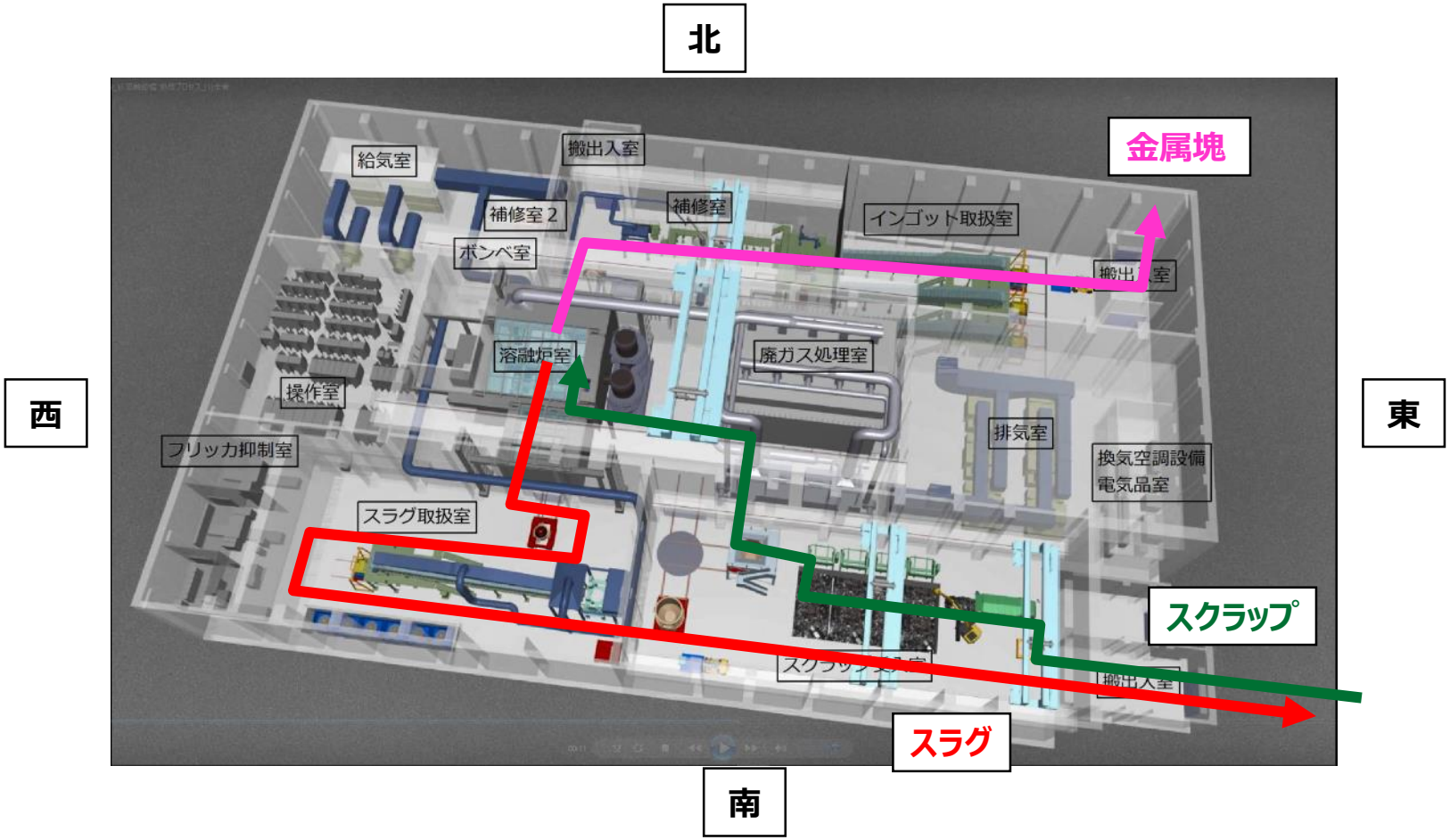
1. 溶融設備概要（設置場所）

- 雑固体焼却設備の北側エリアに設置を予定している
- 設置予定エリアに干渉する、「エリアF」「エリアCC」は解消を予定している



1. 溶融設備概要（建屋内配置案）

- 南東の「スクラップ受入室」から金属ガレキを受け入れ、中心の「溶融炉室」に設置した電気炉にて溶融処理を行う（→）
- 除染された溶鋼は、北東の「インゴット取扱室」にて固化処理を行った後、建屋外へ搬出（→）
- 一方、溶融工程で発生したスラグは、南西の「スラグ取扱室」にて固化し、一時保管および冷却を行った後、建屋外へ搬出する計画（→）



閉じ込めに係る設計方針

措置を講ずべき事項に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

- 閉じ込めに関する「措置を講ずべき事項」への溶融設備の対応方針は以下の通り
- 「措置を講ずべき事項」に対する詳細な対応方針については、「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈（以下、使用許可基準規則解釈）」を参考にお示しする

法令・規則	措置を講ずべき事項	溶融設備の対応方針
特定原子力施設への指定に際し東京電力株式会社福島第一原子力発電所に対して措置を講ずべき事項について **（措置を講ずべき事項）**	Ⅱ.設計、設備について措置を講ずべき事項 10.放射性気体廃棄物の処理・管理 • 施設内で発生する放射性気体廃棄物の処理にあたっては、その廃棄物の性状に応じて、当該廃棄物の放出量を抑制し、適切に処理・管理を行うことにより、敷地周辺の線量を達成できる限り低減すること。	• 溶融設備については、建屋や換気空調系統を用いて放射性物質の閉じこめおよび拡大防止対策を行うとともに、換気空調系統の排気に対し適切に処理・管理を行う

使用許可基準規則解釈に対する溶融設備の対応方針および論点について【ダスト管理の区域設定の考え方および設計方針】（1/2）

TEPCO

➢ 放射性物質を含むダストの取扱いに関係する「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の条文と、溶融設備における当該条文への対応方針ならびに本技術会合における論点は以下の通り

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈	溶融設備の対応方針	本技術会合における論点
【規則】 第二条（閉じ込めの機能） 使用施設等は、放射性物質を限定された区域に閉じ込めることができるものでなければならない。 【解釈】 第２条（閉じ込めの機能） 1. 第２条に規定する「限定された区域に適切に閉じ込める」とは、放射性物質を系統又は機器に閉じ込めること、又は放射性物質が漏えいした場合においても、フード、セル等若しくは構築物の管理区域内に保持することをいう。 上記の「セル等」とは、セル、グローブボックスその他の気密設備のことをいう。	• 「限定された区域（以下、ダスト取扱エリア）」を溶融炉室、スラグ固化ハウス、廃ガス処理室、スラグ取扱室とし、上記のエリアから放射性物質が漏えいした場合においても、建屋内周辺の管理区域で閉じ込める方針とする • また、ダスト取扱エリアと屋外との貫通部については、気密処理の二重化を行い、容易に漏えいし難い設計とする	**論点①　ダスト取扱区域等のエリア設定に関する妥当性** **（議論のポイント）**ダスト取扱エリア、ダスト管理区域、通常エリアの設定の考え方は妥当か **論点②　取扱エリアと屋外間の貫通部に対する漏えい防止対策の妥当性** **（議論のポイント）**ダスト取扱エリアと屋外との貫通部における漏えい防止対策は妥当か

使用許可基準規則解釈に対する溶融設備の対応方針および論点について【ダスト管理の区域設定の考え方および設計方針】（2/2）

TEPCO

➢ 放射性物質を含むダストの取扱いに関係する「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の条文と、溶融設備における当該条文への対応方針ならびに本技術会合における論点は以下の通り

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈	溶融設備の対応方針	本技術会合における論点
第２条（閉じ込めの機能） 2.　使用施設等について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、以下の各号に掲げるものをいう。 （中略） 三.　放射性物質を気体又は液体で扱う系統及び機器は、放射性物質の逆流により、放射性物質が拡散しない設計であること。換気設備においても同様とする。	• ダスト管理エリアおよび屋外との境界を有する廃ガス処理室およびスラグ取扱室については、放射性物質の逆流による拡散を防止する観点から、屋外およびダスト管理エリアに対して逆止ダンパまたはシャッターを設ける設計とする • ダスト取扱エリアとダスト管理エリア間の扉またはシャッターのうち、レールまたケーブルと干渉する箇所においては、必要な間隙以外を埋める等の対策を行うことで、可能な限り隙間を低減する方針とする	**論点③（ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリア間の設計方針）** • **（議論のポイント）**ダスト取扱エリアとダスト管理エリア間のシャッター部に生じる隙間の防止対策および低減対策は妥当か

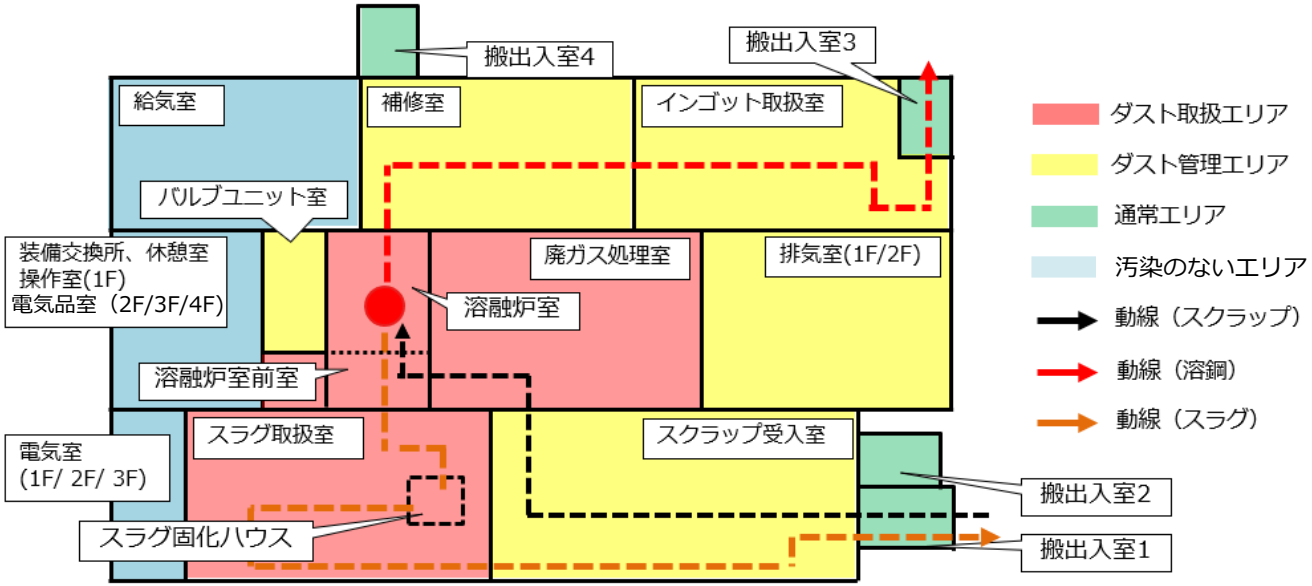
2．溶融設備のダスト管理のエリア設定の考え方

TEPCO

論点①：ダスト取扱エリア等の区域設定に係る考え方の妥当性

- ダスト取扱エリア、ダスト管理エリア、通常エリア、汚染のないエリアを下表の考えに基づき設定する
- 通常エリア＜ダスト管理エリア＜ダスト取扱エリアの順に負圧が深くなるよう設計する
- 処理対象物の搬入や保管容器等の搬出ルートには、搬出入室（通常エリア）を設け、２重シャッターとすることにより、屋外への放射性物質の逸散を防止する

エリア	考え方	該当エリア
ダスト取扱エリア	溶融処理に伴い放射性物質を含むダストが発生し、飛散するおそれのあるエリア	運転時にダストが発生するエリア ➢ 溶融炉室（前室含む）、スラグ固化ハウス 運転状態によってダストが移行する可能性のあるエリア ➢ 廃ガス処理室、スラグ取扱室
ダスト管理エリア	ダスト取扱エリアと通常エリアの中間的なエリア	➢ スクラップ受入室、補修室、バルブユニット室、インゴット取扱室、排気室
通常エリア	屋外と接し、物品の搬出入を行うエリア	➢ 搬出入室１～４
汚染のないエリア	放射性物質を取扱わないエリア	➢ 操作室、電気品室、給気室等

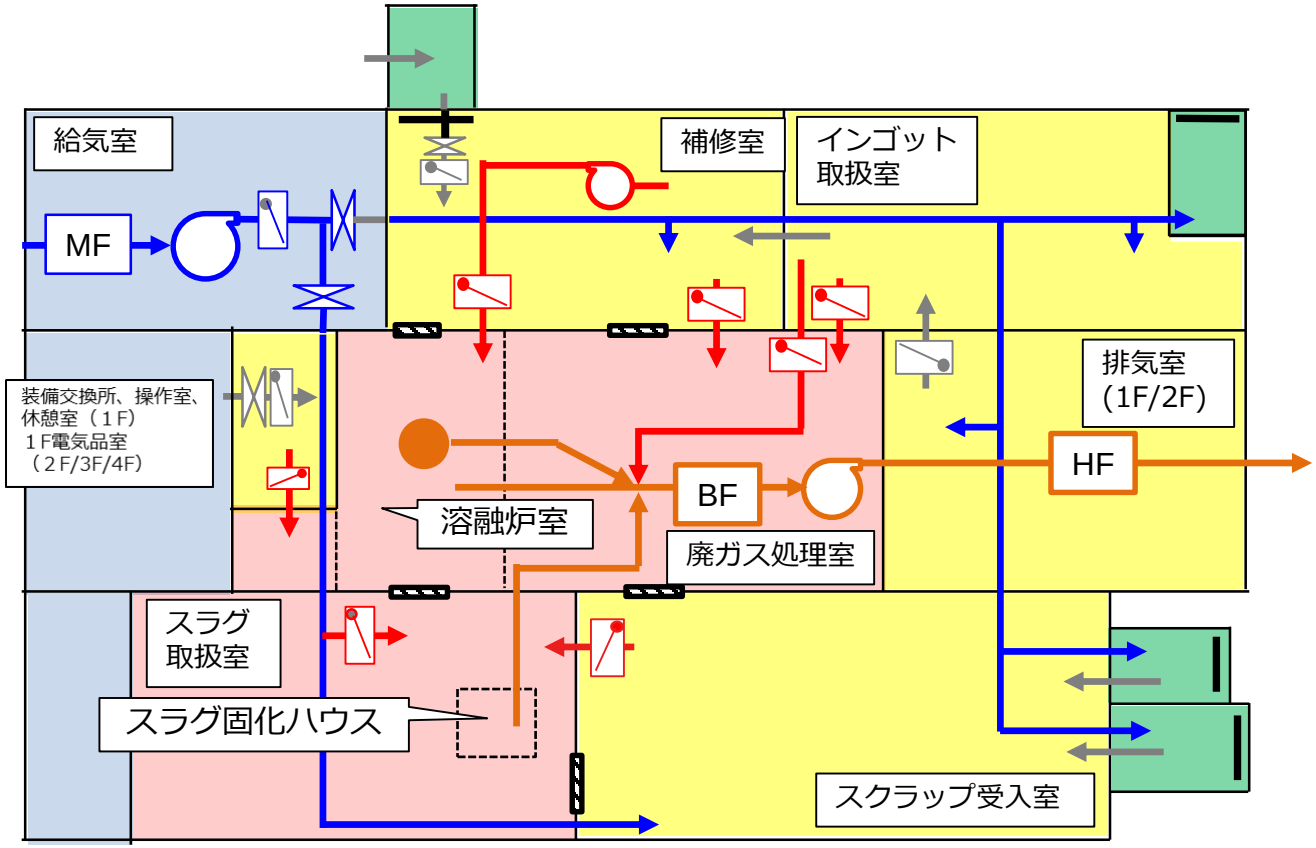


3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針

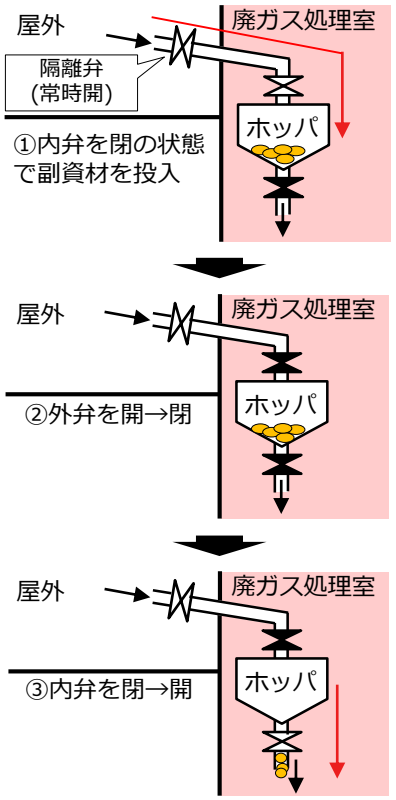
TEPCO

【ダスト取扱エリアの対応方針】

- ダスト取扱エリアからの漏えいの防止の方針は以下のとおり
  - ✓ ダスト管理エリア・屋外＜ダスト取扱エリアとなるように負圧を管理する
  - ✓ ダスト管理エリア・屋外からダスト取扱エリアへの移送ダクトには、逆止ダンパを設けることで逆流を防止する設計とする
  - ✓ 溶融炉に投入するための副資材（石灰等）を屋外から搬送する副資材設備については、隔離弁の他、投入配管の弁を二重化することにより、常に屋外とのバウンダリが形成される設計とする



ダスト管理エリア→ダスト取扱エリアの移送図



副資材設備のバウンダリの考え方

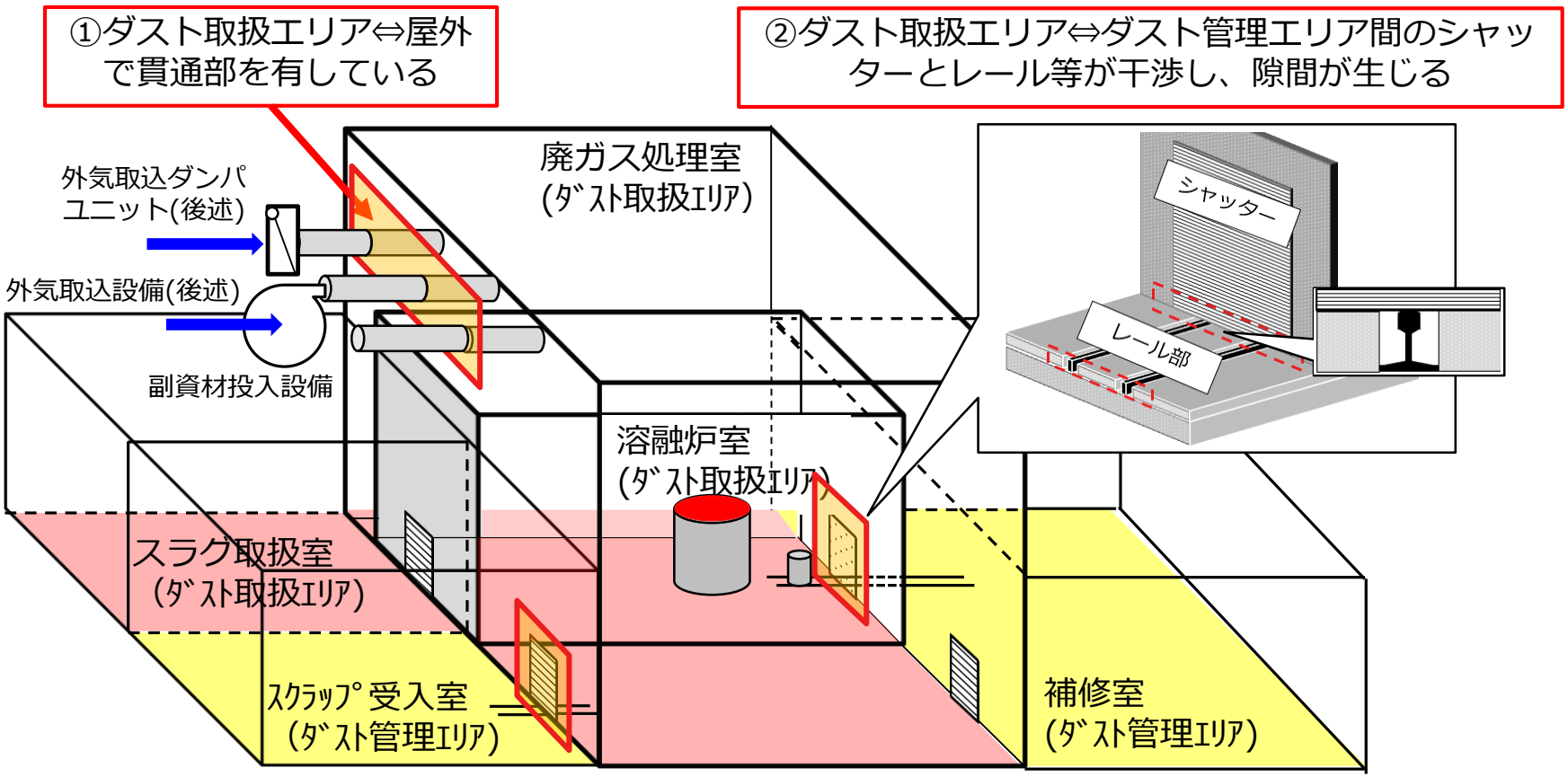
3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
（ダスト取扱エリア⇔屋外との貫通部の設計方針）

TEPCO

【ダスト取扱エリアの周辺区域について】

➢ ダスト取扱エリアと周辺区域（ダスト管理エリアおよび屋外）について、以下の状況である

①屋外 ⇔ダスト取扱エリア	空調ダクトや副資材の投入配管により**ダスト取扱エリアと屋外間に貫通部を有しており、貫通部からの漏えい時に直接屋外に漏えいするリスクがある（論点②）**
②ダスト管理エリア ⇔ダスト取扱エリア	シャッターとレールおよび台車ケーブルが干渉するため、**ダスト取扱エリアとダスト管理エリア間のシャッターの閉時に隙間が生じる（論点③）**

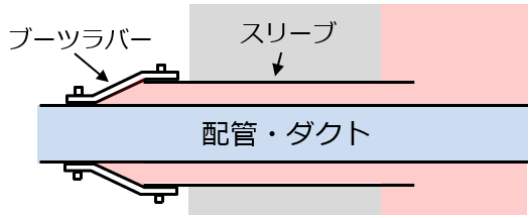
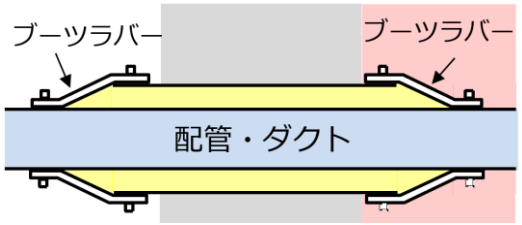
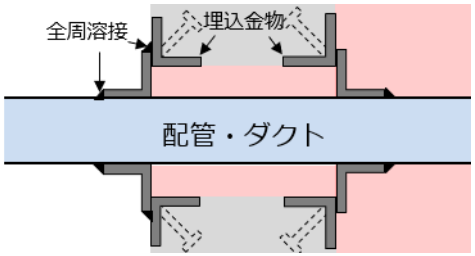
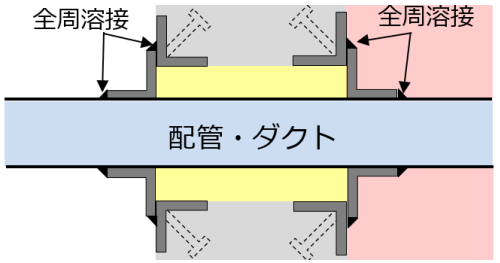
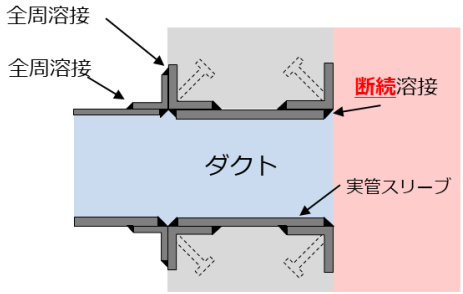
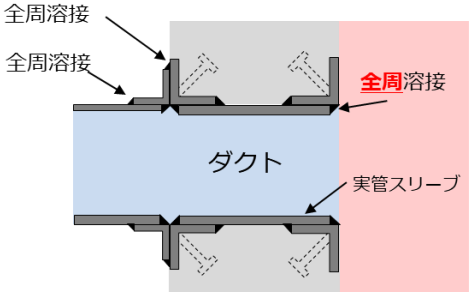


3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
（論点②：ダスト取扱エリア⇔屋外との貫通部の設計方針）

TEPCO

論点②：ダスト取扱エリア⇔屋外の貫通部の対応方針

- 従来の設計では、気密性が求められる貫通部は片側のシール部を気密処理（ブーツラバー、全周溶接等）し、気密性を確保している
- 今回、ダスト取扱エリアと屋外が繋がる貫通部においては、両側のシール部を気密処理することにより、片側のシール部に不具合が生じた場合でも直ちに屋外に漏えいすることがないよう信頼性向上を図ることで、ダスト管理エリアを設けないこととする

従来の設計（気密要求がある場合）	今回の設計
	
	
	

3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
（論点③：ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリアの設計方針）

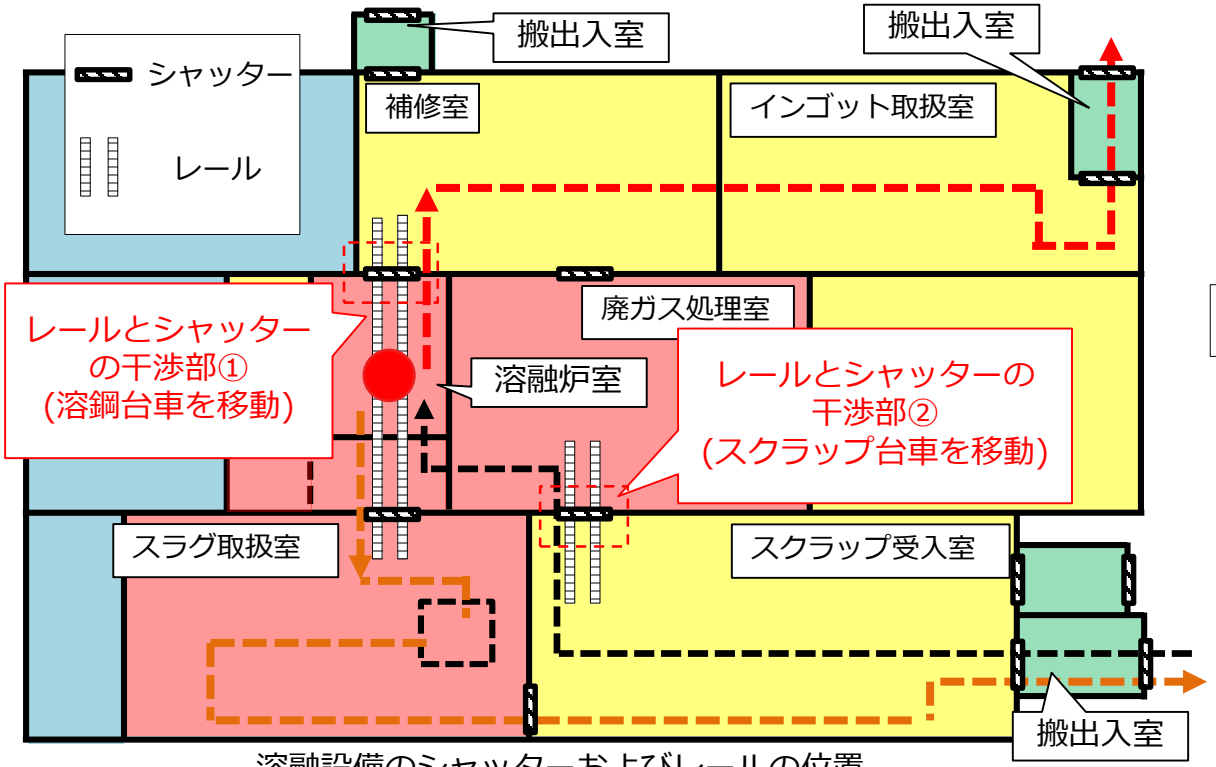
TEPCO

論点③－１：ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリアのシャッターとレール等が干渉する箇所

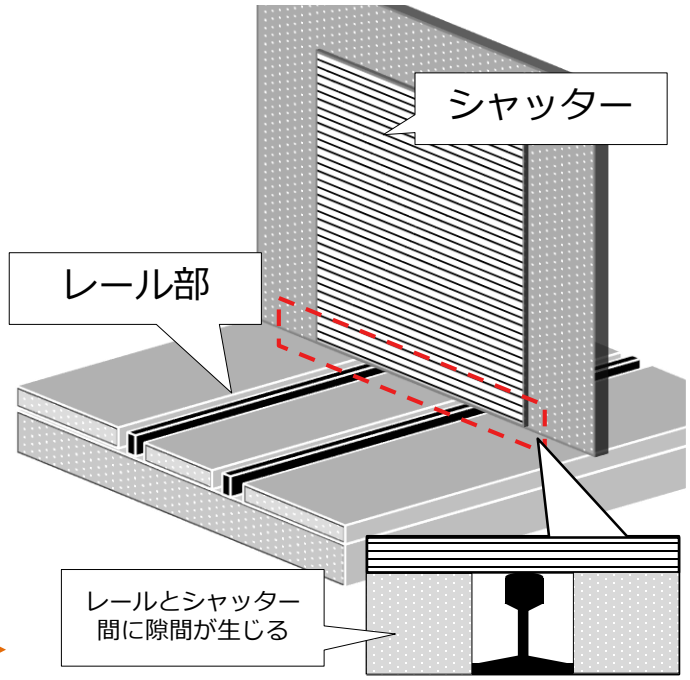
- ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリア間のガレキ等の移動については、境界上のシャッターを介する
- シャッター開時はダスト取扱エリア側の負圧が一時的に浅くなるが、ダスト管理エリア→ダスト取扱エリアへの気流を維持する方針とする。また、差圧の変動リスクが大きいスクラップ追装入時には、シャッターを閉とする
- 廃ガス処理室とのシャッター（①、②）については、レールとシャッターの干渉部に隙間を有しており、ダスト取扱エリアからダスト管理エリアに逆流する場合、当該の隙間から漏えいする恐れがある

  シャッター①：出鋼・排滓室（溶融炉室下）⇔補修室（取鍋の移動のため）

  シャッター②：スクラップ受入室⇔廃ガス処理室（スクラップバケットの搬入のため）



溶融設備のシャッターおよびレールの位置



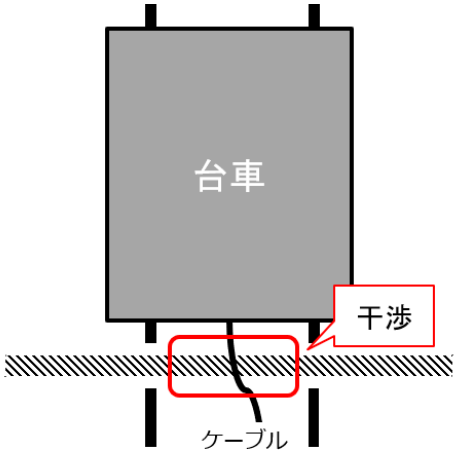
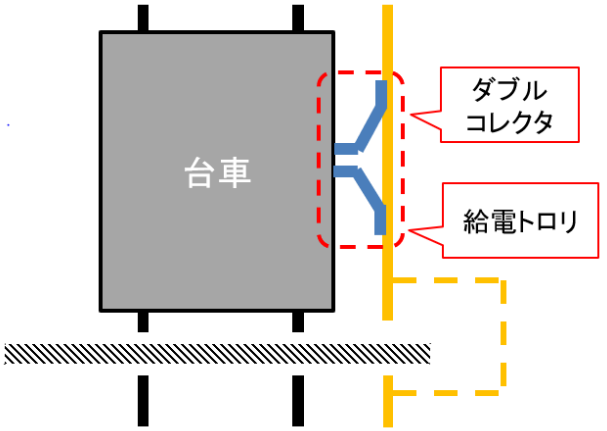
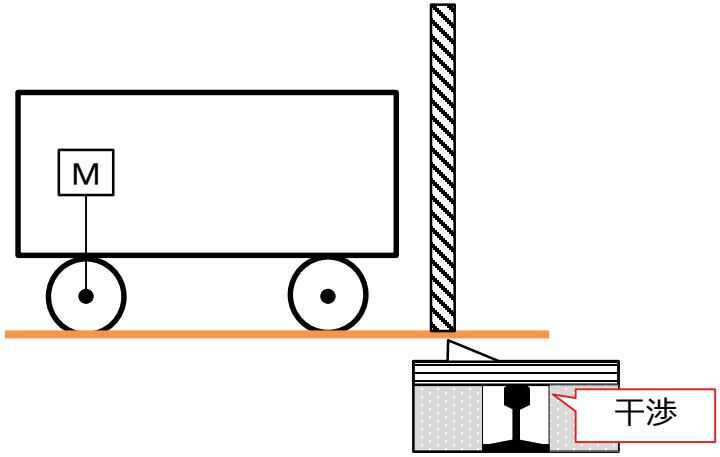
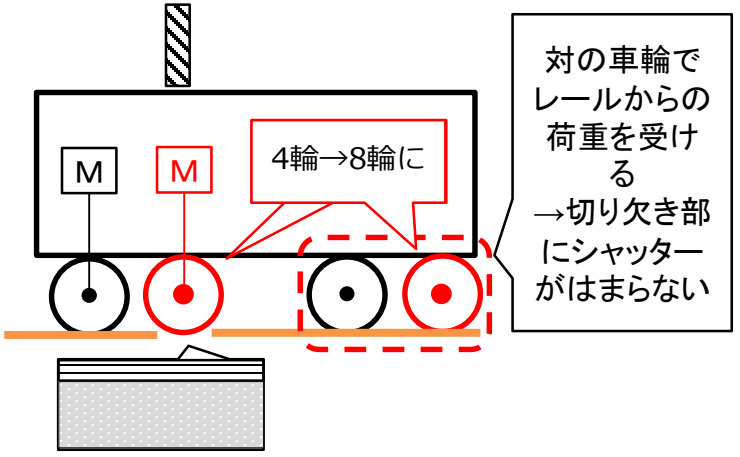
シャッターとレールの干渉部

3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
（論点③：ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリアの設計方針）

TEPCO

論点③－２：レールとシャッターの干渉部解消の対応案

- レールとシャッターが干渉し隙間が生じる箇所については、以下の対応案が考えられる

課題	現状の設計での問題点	対応案
① 給電方式	ケーブルがシャッターをまたがる際に、干渉する 	給電トロリ方式の採用＋集電部のダブルコレクタ化 
② 機械的構造	レールとシャッターの干渉部に隙間が生じる 	レールを分割＋車輪および駆動輪の二重化 

3．ダスト取扱エリアからの漏えい防止の方針
（論点③：ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリアの設計方針）

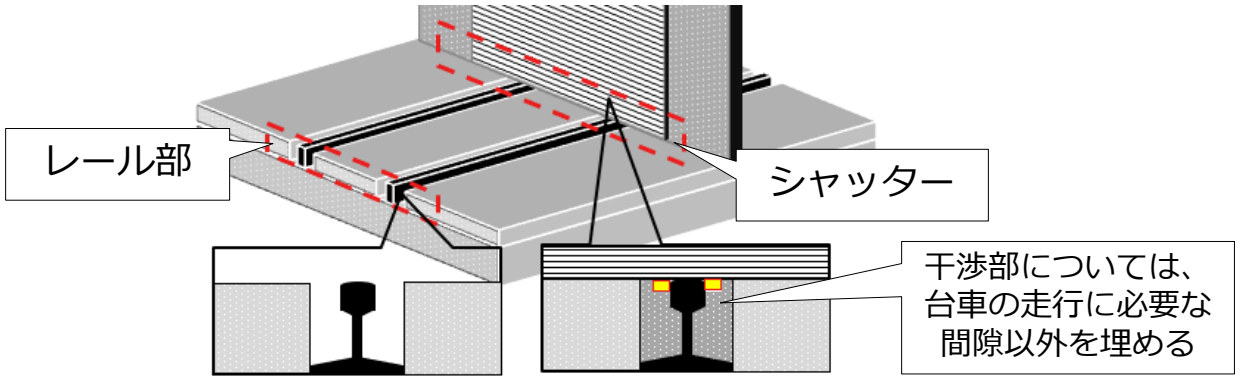
TEPCO

論点③－３：レールとシャッターの各干渉部における対応方針

- それぞれの干渉部の状況を考慮して、対応方針は以下の通りとする

干渉部	解決策	採用可否	理由
補修室 ⇔ 溶融炉室	ケーブル→ トロリ方式	×	➢ 溶融炉が近傍にあることから、トロリ線への誘導電流の発生やダストの堆積による動作不良の不具合リスクが高い ➢ トロリ方式の場合、台車にインバータが必要となるが、高温近傍での使用実績が無く故障リスクが高い
	レール分割+ 車輪の二重化	×	➢ 溶鋼台車の車輪の二重化については実績のない構造であり、設備停止リスクが高い。さらに、溶鋼搬送中に万が一停止した場合、取鍋内に溶鋼が固形化、その後は一式廃棄、約50tonの塊の解体作業が発生。操業への影響が大きいため、十分な実績のある構造での安定搬送を計画したい
スクラップ受入室 ⇔ 廃ガス処理室	ケーブル→ トロリ方式	○	➢ トロリ方式による給電を採用し、シャッター部と干渉しない構造とする
	レール分割+ 車輪の二重化	△ 検討中	➢ レールまたぎを目的とした車輪の二重化について、検討中

- 干渉回避策の採用が困難な箇所については、下図のように可能な限り隙間を低減することで、容易に逆流し難い構造とする
- なお下記の対策により、空間の表面積に占める割合は限りなく微小（溶融炉室の表面積に対する隙間の割合：0.005%以下）となるため、逆流時のリスクは低い



使用許可基準規則解釈に対する溶融設備の対応方針および論点について【負圧維持のための設計方針】（1/2）

TEPCO

➢ 負圧維持に関係する「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の条文と、溶融設備における当該条文への対応方針ならびに本技術会合における論点は以下の通り

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈	溶融設備の対応方針	本技術会合における論点
第２条（閉じ込めの機能） 2.　使用施設等について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、以下の各号に掲げるものをいう。 （中略） 四.　セル等の内部を負圧状態に保つ必要がある場合、当該セル等の内部は常時負圧に保たれていること。	• 廃ガス処理室および、スラグ取扱室は屋外に対して常時負圧に維持する方針とする • ガスが発生し室圧が変動する可能性のある廃ガス処理室、インゴット取扱室、スラグ取扱室及び補修室に外気取込装置を設け、室圧の変動に応じて外気取込量を調整することにより、負圧を維持する • 差圧の変動が特に大きい廃ガス処理室、溶融炉室では外気取込装置の他に、室圧変動への追従性が高い外気取込ダンパユニットを設け、急激な室圧の変動を吸収する設計とする • 投入時のスクラップ中の水分量については、スクラップの厚さおよび表面の濡れ厚さを用いて設計条件を定め、通常運転時にスクラップ投入時においても屋外に対して常時負圧が成立することを確認する	**論点④（スクラップ中に含まれる水分量の考え方）** • **（議論のポイント①）**スクラップ中の水分量の評価手法は妥当か • **（議論のポイント②）**通常運転時および異常時におけるスクラップ中の水分評価の考え方は妥当か

使用許可基準規則解釈に対する溶融設備の対応方針および論点について 【負圧維持のための設計方針】（2/2）

TEPCO

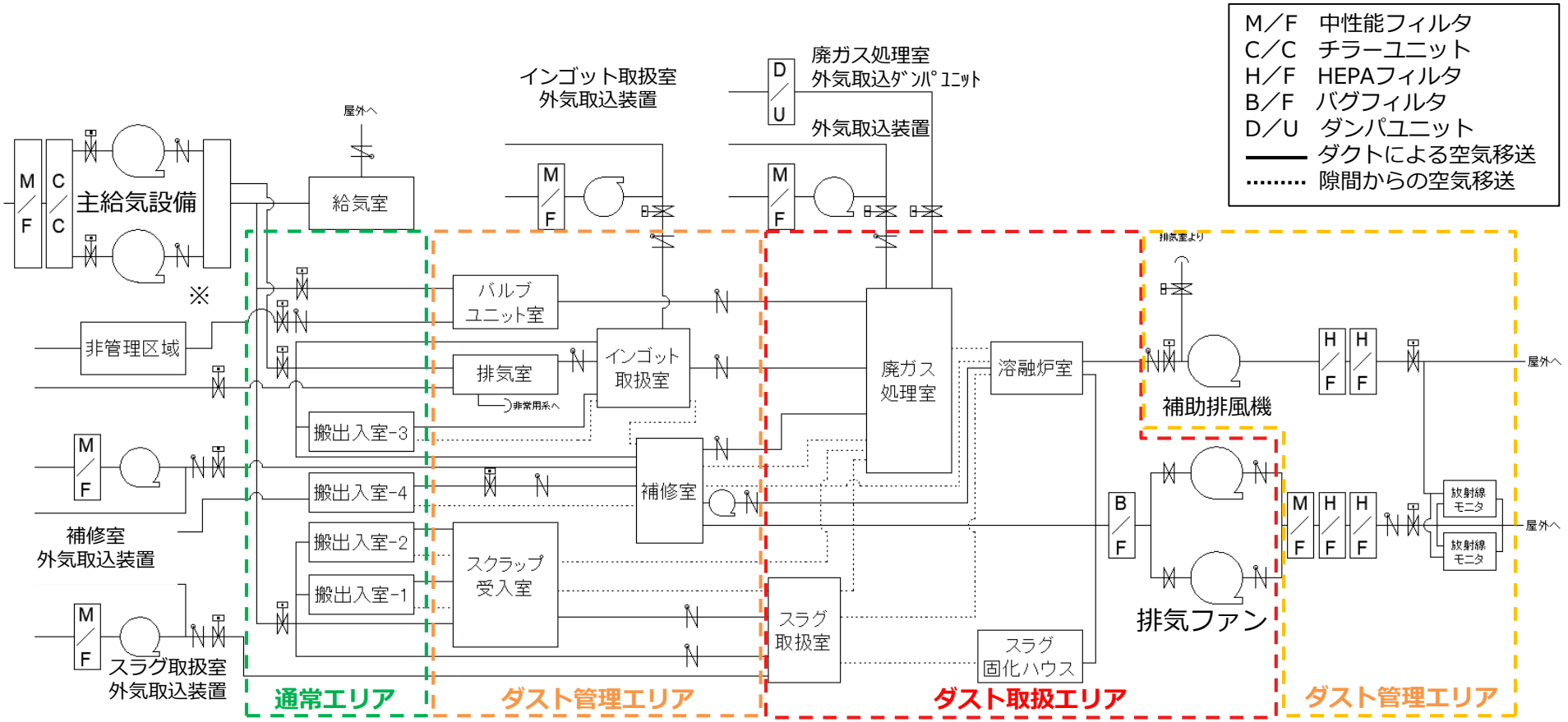
- 負圧維持に関係する「使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」の条文と、溶融設備における当該条文への対応方針ならびに本技術会合における論点は以下の通り

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈	溶融設備の対応方針	本技術会合における論点
第２条（閉じ込めの機能） 2.　使用施設等について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、以下の各号に掲げるものをいう。 （中略） 二.　放射性物質が漏えいした場合に、その漏えいを確認することができること。また、漏えいが確認された場合、その拡大を防止することができること。	• 屋外と廃ガス処理室間に差圧計を設け、屋外への漏えいを監視する • 排気設備により、建屋内は負圧に維持されていることから、異常な量の水分を含むガレキが投入され、屋外に漏えいした場合においても、短時間で負圧に復帰する他、逆止ダンパを設けることにより、拡大を防止する設計とする	**論点⑤** **（負圧維持における想定を超える場合における影響評価）** **（議論のポイント）**異常時における漏えいの拡大防止の方針は妥当か

4．溶融設備の負圧維持方針について

【溶融設備の空調フロー図】

- 各室内の換気風量を調整し、外気に対して室内の気圧を管理することにより、通常エリア→ダスト管理エリア、ダスト管理エリア→ダスト取扱エリアへの気流を形成する方針とする
- 負圧の管理については、主給気設備／排気ファンの他、室圧の変動が生じる部屋に設ける外気取込装置および外気取込ダンパユニットにて行う（次ページにて説明）



※非管理区域は独立した空調により給排気を行っているが、管理区域との差圧により入退域エリアを通じて管理区域側へ一部空気を取り込んでいる

溶融設備の空調フロー図

4．溶融設備の負圧維持方針について

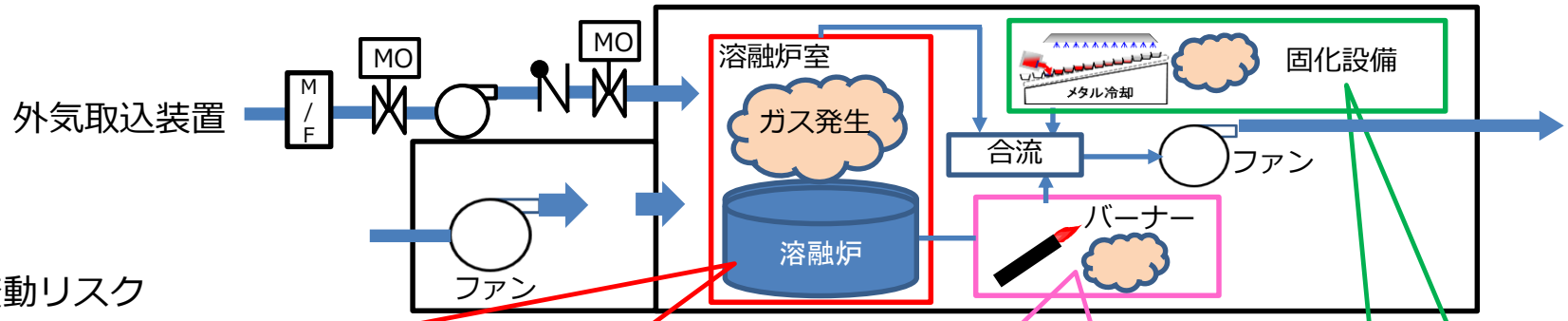
TEPCO

【溶融設備の室圧変動のリスクおよび対応方針】

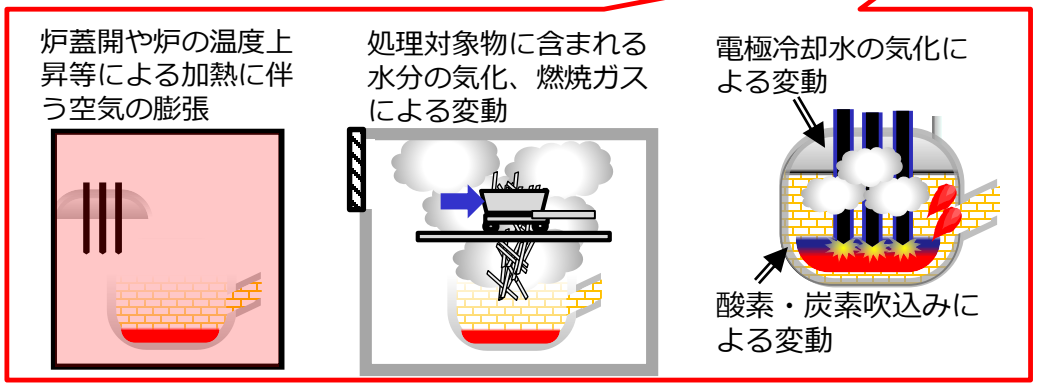
- 溶融設備の運転時は、処理対象物に含まれる水分の気化や可燃成分の燃焼ガス、冷却水・水噴霧の蒸気等が発生することから、負圧を維持するためには、ガス発生量に応じた給排気風量の制御が必要となる
- ガスが発生し室圧が変動する可能性のある廃ガス処理室、インゴット取扱室、スラグ取扱室及び補修室に外気取込装置を設け、室圧の変動に応じて外気取込量を調整することにより、負圧を維持する
- 外気取込装置はフィルター、ファン、ＭＯダンパー等で構成され、屋外との差圧値からＭＯダンパーの開度を調整する

  ガス発生量：増　⇒　室圧：上昇（負圧浅くなる）　⇒　外気取込風量：減　⇒　室圧：低下（負圧深くなる）

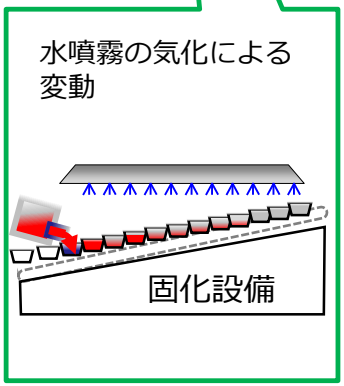
  ガス発生量：減　⇒　室圧：低下（負圧深くなる）　⇒　外気取込風量：増　⇒　室圧：上昇（負圧浅くなる）
- インゴット取扱室、スラグ取扱室、補修室では散水量の調整等の対策により発生ガスをコントロールできるため外気取込装置で制御可能だが、廃ガス処理室・溶融炉室については、スクラップの追装入時に含有する水分が気化し多量のガスが短時間で発生するため、外気取込装置では室圧の変動に追従できない可能性がある



負圧の変動リスク







4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における負圧維持方針について）

【急激な室圧変動（溶融炉室、廃ガス処理室）に対する対応方針】

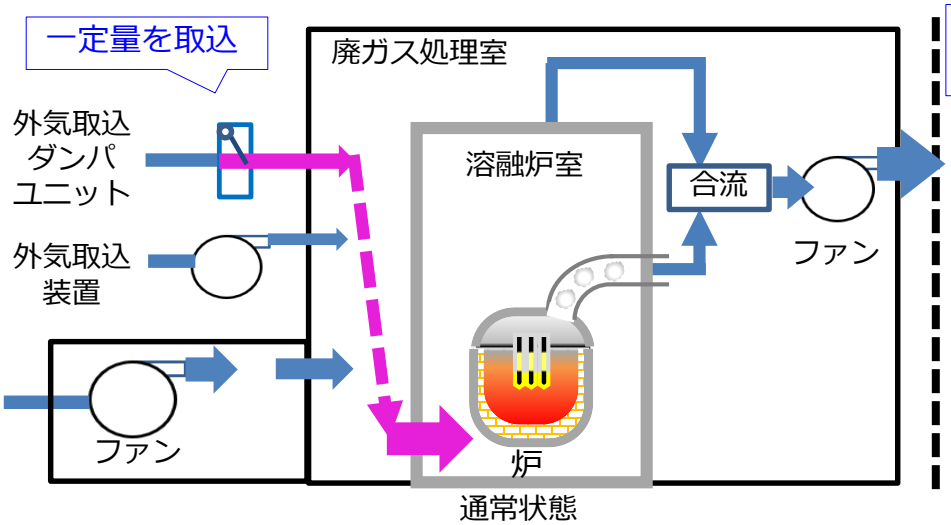
- 溶融炉室は、処理対象物に含有する水分が多い場合、水分が急激に気化し負圧度が浅くなることで、廃ガス処理室→溶融炉室への空気移送量が大きく低下する可能性がある
- この移送量の低下により廃ガス処理室の負圧度が浅くなるため、廃ガス処理室には前項の外気取込装置の他に、室圧の変動に対して追従性が高い外気取込ダンパユニット（差圧ダンパユニット）を設ける
- 外気取込ダンパユニットは、通常操業中の溶融炉室内でガスが発生していない状態では、一定量の外気を廃ガス処理室を経由し溶融炉室に給気している
- 外気取込ダンパユニットは、廃ガス処理室の負圧値に応じてダンパの開度が変動し、外気からの取込風量を調整する機構であり、以下の流れに沿って室圧の変動を吸収し、負圧を維持する

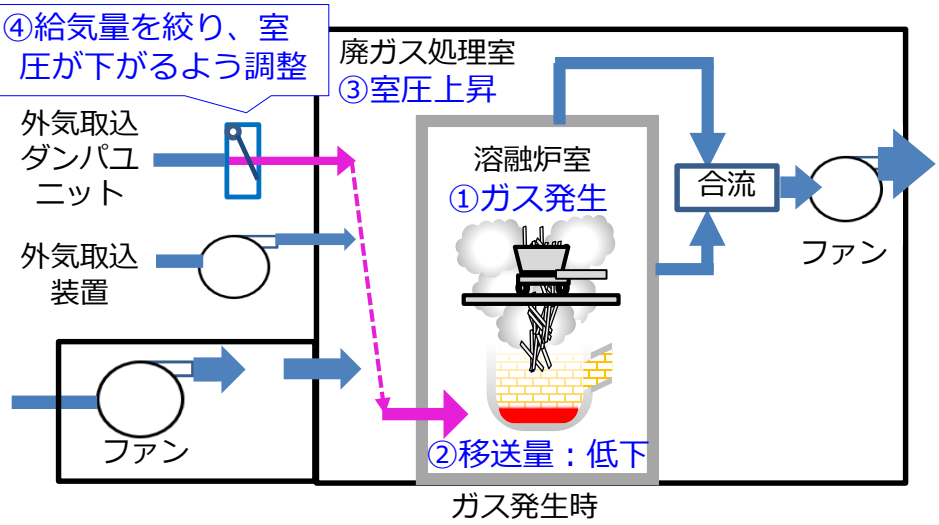
  ①溶融炉室内でガスが発生

  ②廃ガス室処理室→溶融炉室への移送量が低減

  ③廃ガス処理室の室圧が上昇

  ④外気取込ダンパユニットのダンパが閉方向に動作し給気量を絞る





4．溶融設備の負圧維持方針について
（論点④：スクラップ中に含まれる水分量の考え方について）

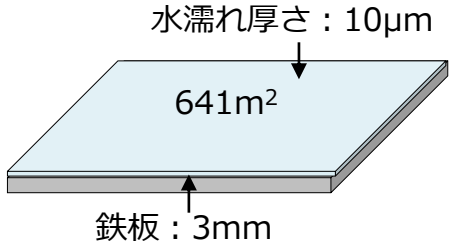
TEPCO

論点④：スクラップ中に含まれる水分量の考え方

- 追装入時にはスクラップ中の水分が急激に気化し負圧度の低下を引き起こすリスクがある
- スクラップ中の水分量については、①スクラップの厚さおよび、②スクラップ表面の濡れ厚さより評価した。それぞれのパラメータの設定の考え方は以下の表1のとおり

表１．水分量の評価パラメータ

評価ﾊﾟﾗﾒｰﾀ	通常条件	リスク条件	考え方
①スクラップ厚さ	3mm	1mm	0.5mm(車両のボディ)～15mm(タンク片)など幅広く考えられ、建材の厚物が多くあるが、通常運転条件は比較的薄い側の平均3mm(6m³保管容器の厚さ)を選定
②表面の濡れ厚さ	10μm	100μm	表面の濡れ厚さについては、文献より10~100μmの幅を持つと考えられるが、持ち込むスクラップの管理や自然乾燥により、濡れ厚さを可能な限り低減させる



- 641m²(ｽｸﾗｯﾌﾟ表面積)=15ton(ｽｸﾗｯﾌﾟ装入量)÷7.8g/cm³(鉄密度)÷3mm(厚さ)
- 6.4kg(ｽｸﾗｯﾌﾟ水分量)=641m²×10μm(濡れ厚さ)×1.0g/cm³(水密度)

- 上記の通常およびリスク条件の考え方を用いて、通常運転時と異常時における水分量を設定した（表２）
- なお、スクラップ厚さの通常条件（3mm）×濡れ厚さのリスク条件（100μm）を通常時における上振れリスクとして、通常運転時の条件として考慮する

表２．各運転条件における水分量

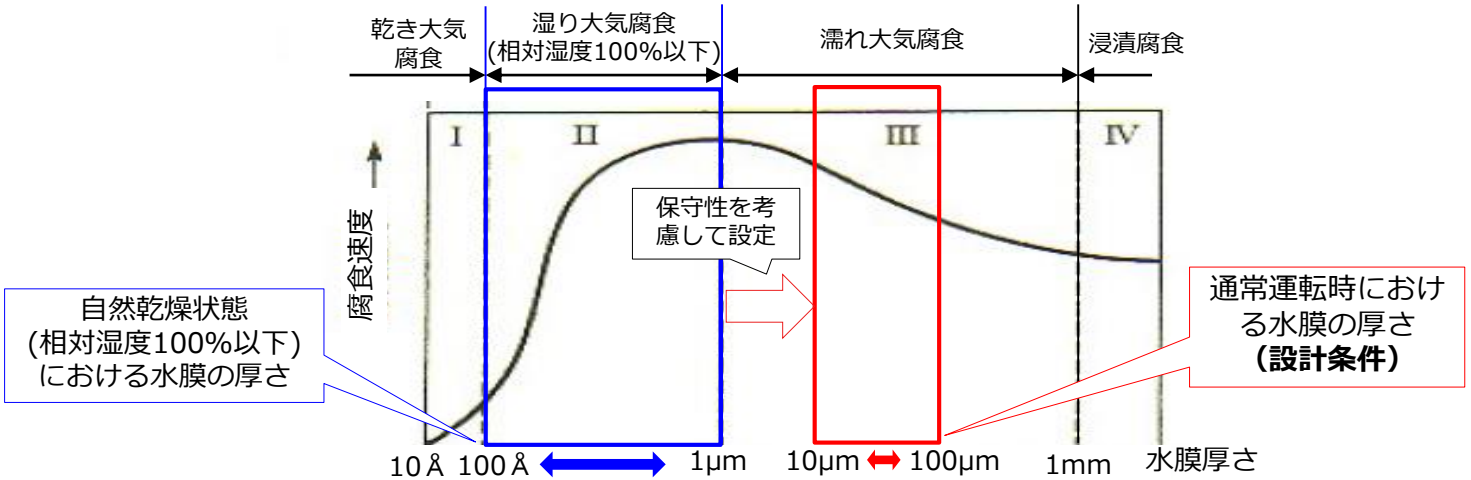
状態	ケース	考え方	ｽｸﾗｯﾌﾟ厚さ	鉄表面の濡れ厚さ	含有する水分量
Ⅱ-1	通常運転時(基本)	受入スクラップの管理、自然乾燥等の処置により濡れ厚さが十分低減されている状態(10μm)を想定	3mm(通常)	10μm(通常)	6.4kg
Ⅱ-2	通常運転時(上振れ)	通常時の上振れとして濡れ厚さが大きい状態(100μm)で投入した場合を想定	3mm(通常)	100μm(ﾘｽｸ)	64kg
Ⅲ	異常時	厚さが薄く(1mm)、濡れ厚さの大きい(100μm)ｽｸﾗｯﾌﾟを投入する場合	1mm(ﾘｽｸ)	100μm(ﾘｽｸ)	192kg

4．溶融設備の負圧維持方針について
（論点④：スクラップ中に含まれる水分量の考え方について）

TEPCO

【スクラップの濡れ厚さの考え方】

- スクラップ表面の濡れ厚さについては、下図の文献※の図より保守的に10~100μmの幅を持つと想定しているが、持ち込むスクラップの管理や自然乾燥により、濡れ厚さを可能な限り低減させる
- なお下図については、金属上の水膜の厚さが腐食速度に及ぼす影響に関する文献※1からの引用であり、水膜の厚さは大気の湿潤状態によって、以下のⅠ～Ⅳのモードに分類される※2
- 上記の処置により、通常運転時のスクラップ表面の水膜厚さは、モードⅡ（相対湿度100%以下の湿り大気）の100Å～1μmと考えられるが、保守性を考慮して、通常運転時の基本モードとして1μmの10倍の10μm、上振れ時のリスクとしてさらに10倍の100μmを設計条件とした
- なお、濡れ厚さの設計条件については現場調査を踏まえて評価するものとする



モード	状態	状態※2	濡れ厚さ	溶融設備の設計条件
Ⅰ	乾き大気腐食	金属表面に液膜が存在しない状態	10Å～100Å	
Ⅱ	湿り大気腐食	相対湿度100%以下で、肉眼で確認できない薄い液膜が存在する状態	100Å～1μm	自然乾燥状態（通常運転時に予想される状態）
Ⅲ	濡れ大気腐食	肉眼で見えるような凝縮水の膜が存在する状態	1μm～1mm	○設計条件(10μm～100μm)
Ⅳ	浸漬腐食	対象が浸漬された状態	1mm～	

※1 長野博夫「鋼の腐食メカニズムと特徴」、 ※2 久松敬弘「屋外で使う鉄鋼の腐食」

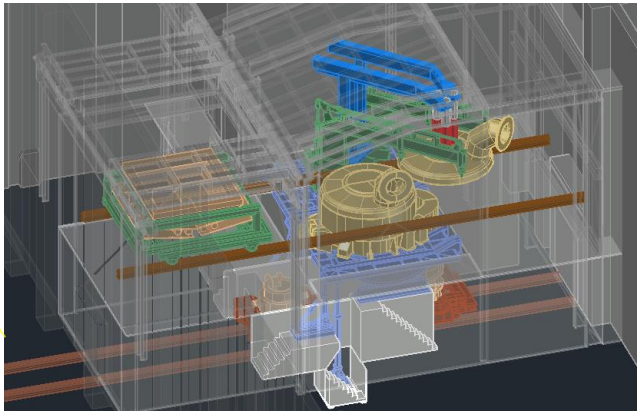
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

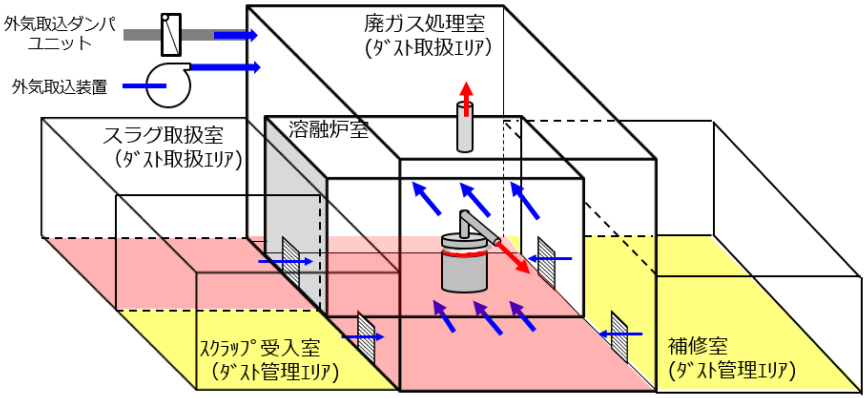
【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ】

- 負圧変動が最も大きい溶融炉室およびその周辺のエリアについて、各運転状態における気流の流れを次項以降に示す
- なお、詳細な負圧変動については解析にて別途示す方針とする

ケース	運転状態	状態	水分量
Ⅰ	アーク放電時	スクラップ溶解のために溶融炉に通電状態	―
Ⅱ－1	スクラップ装入時 （通常運転時：基本）	設計上想定する水分を含むスクラップを投入	6.4kg
Ⅱ－2	スクラップ装入時 （通常運転時：上振時）	通常運転時の範疇であるが、基本時より水分を多く含むスクラップが投入	64kg
Ⅲ	スクラップ装入時 （異常時）	想定を超える水分を含むスクラップを投入	192kg
Ⅳ	シャッター開放時	溶鋼の移動の際に、溶融炉室⇔補修室のシャッターを開にした状態	―



溶融炉室と他エリアとの関係



溶融炉室と他エリアとの関係

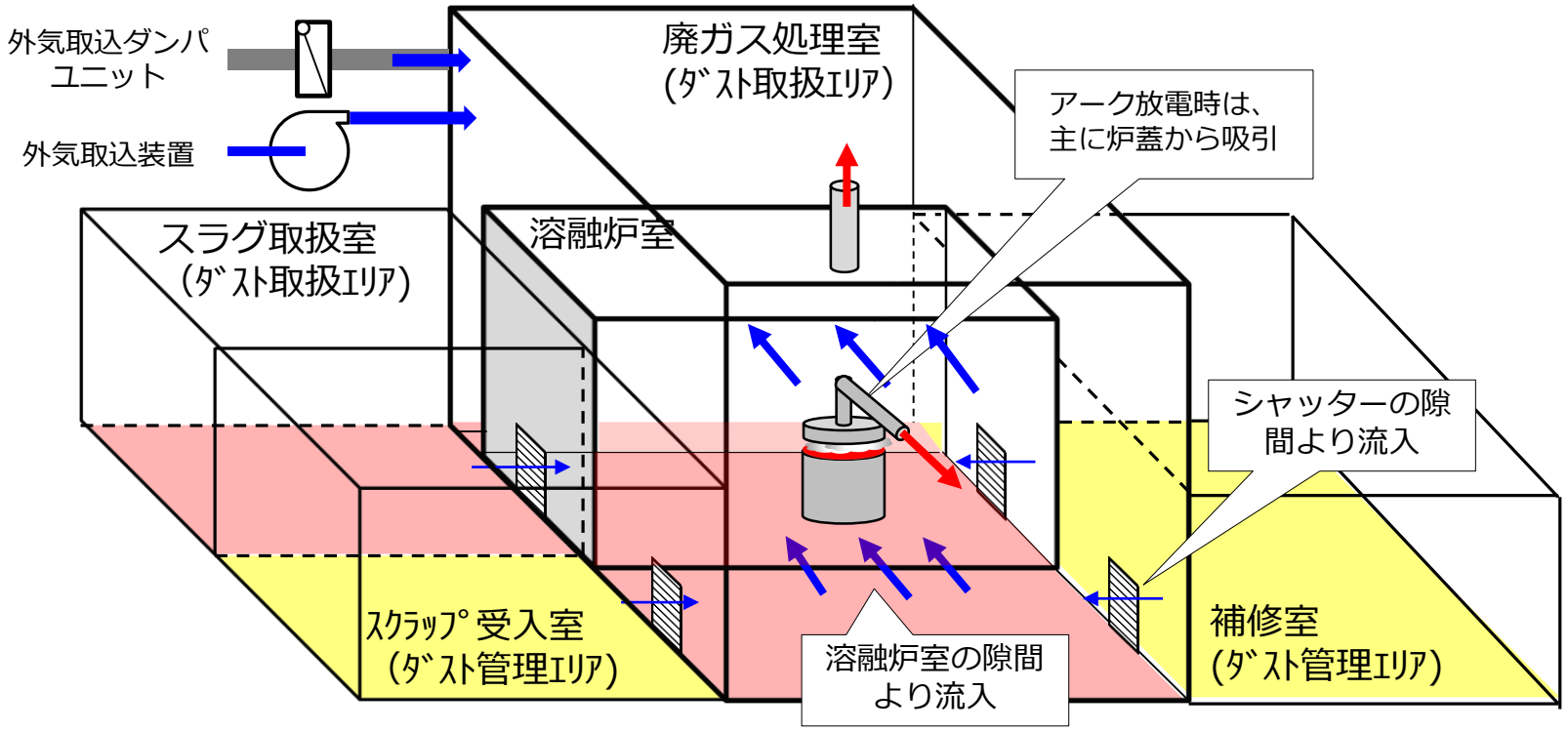
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ（アーク放電時）】

ケース	運転状態	水分量	状態
I	アーク放電時	ー	スクラップ溶解のために溶融炉に通電している状態

- アーク放電時等の炉蓋が締まっている状態では、炉内で発生するガス等は直引系から吸引する
- 炉内で発生するガスに対して、吸引量を多量に設定することで炉内を負圧に維持し、ダストの散逸を防止する



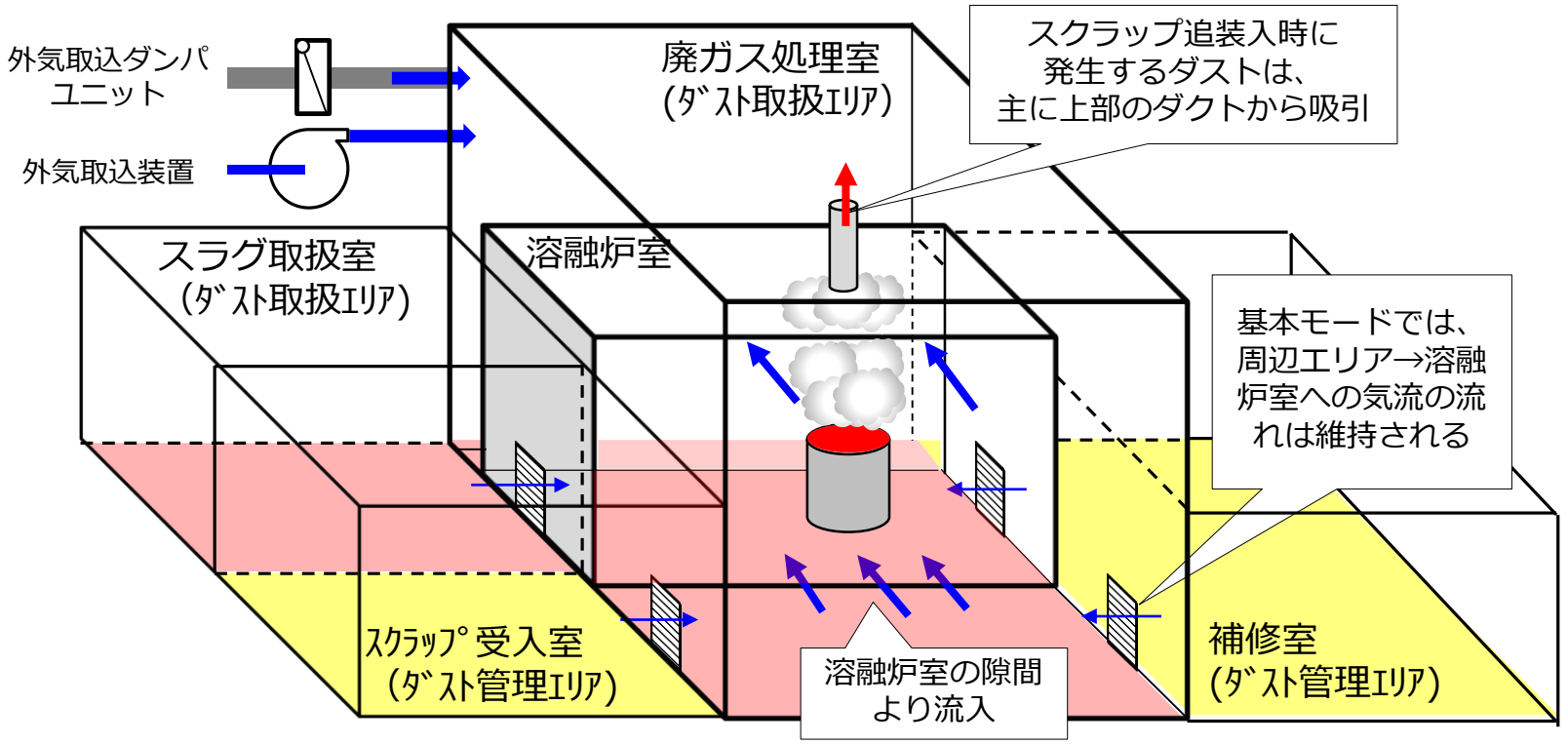
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ（スクラップ装入時（基本時））】

ケース	運転状態	水分量	状態
Ⅱ－1	スクラップ装入時 （通常運転時：基本）	6.4kg	設計上想定する水分を含むスクラップを投入

- 溶融処理においてガス発生量が大きくなるのは、スクラップに含まれる水分等が高温の溶鋼により短時間に気化されるスクラップ追装入時となる
- 水分が6.4kg含まれるスクラップを追装入した場合、ガスの発生により溶融炉室内の負圧は浅くなるものの、負圧維持の範囲内で変動し、廃ガス処理室→溶融炉室への空気の流れは維持される



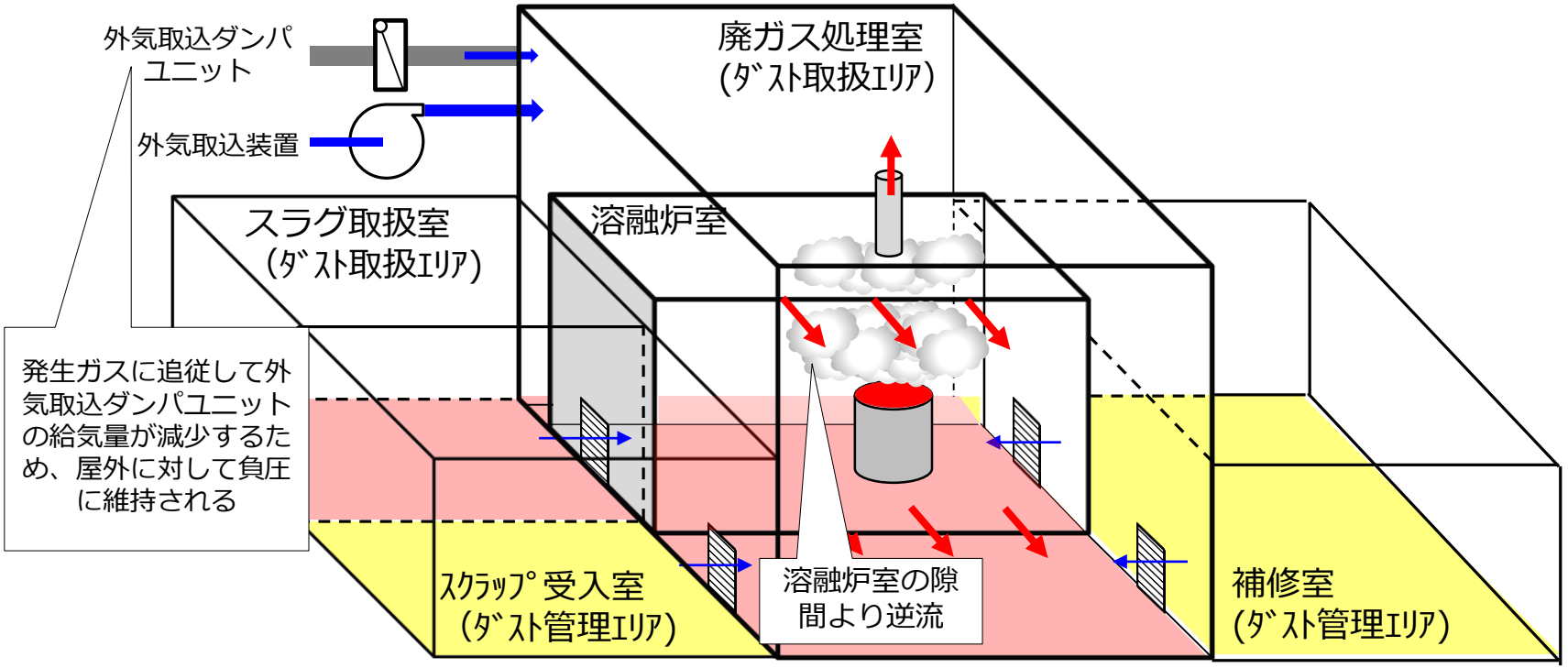
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ（スクラップ装入時（上振れ時））】

ケース	運転状態	水分量	状態
Ⅱ－2	スクラップ装入時 （通常運転時：上振時）	64kg	通常運転時の範疇であるが、基本時より水分を多く含むスクラップが投入

- スクラップ表面の濡れ厚さが低減されず、過度な水分量（64kg）が投入された場合、溶融炉室は廃ガス処理室に対して正圧となり、溶融炉室から廃ガス処理室へ逆流が生じる
- 溶融炉室から廃ガス処理室への逆流が起こり、廃ガス処理室の負圧が浅くなるが、外気取込ダンパユニットの給気量が減少することから、廃ガス処理室は屋外に対して負圧に維持される
- なお、通常運転時の条件（水分量）については、現場のスクラップ中の水分量の評価や解析評価により、見直すことも視野に入れて検討を行う



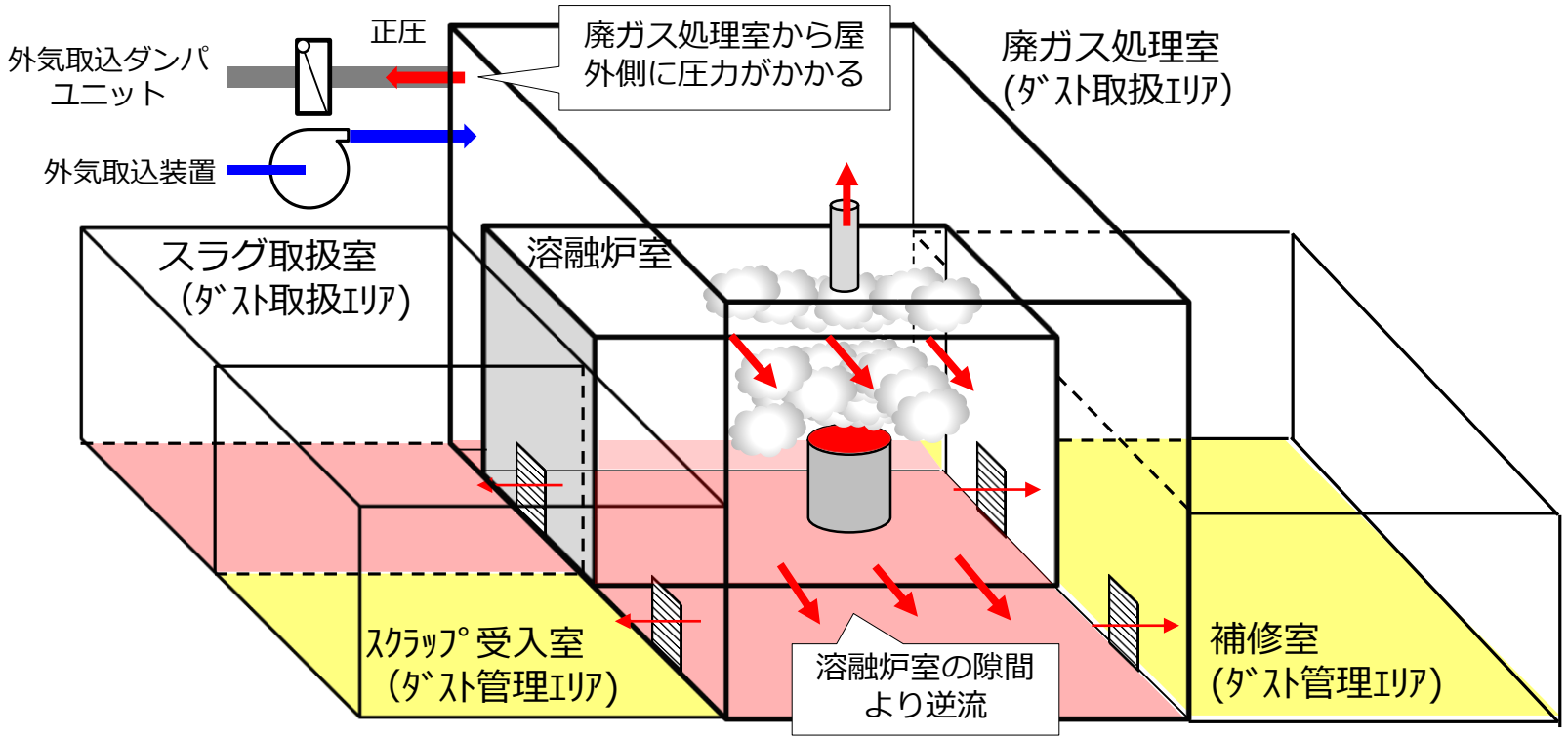
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ（スクラップ装入時（異常時））】

ケース	運転状態	水分量	状態
Ⅲ	スクラップ装入時 （異常時）	192kg	想定を超える水分を含むスクラップを投入

- 異常時における水分（192kg）を溶融炉に投入された場合、溶融炉室は正圧となり、溶融炉室から廃ガス処理室へ逆流が起きる
- 外気取込ダンパユニットからの給気は止まるが、溶融炉室からの逆流が多く、廃ガス処理室は屋外に対して正圧となる
- 廃ガス処理室が正圧となり、外気取込ダンパユニットのラインから屋外に漏えいすることが想定されるが、逆止ダンパやダクト等の抵抗により、漏えいは抑制される



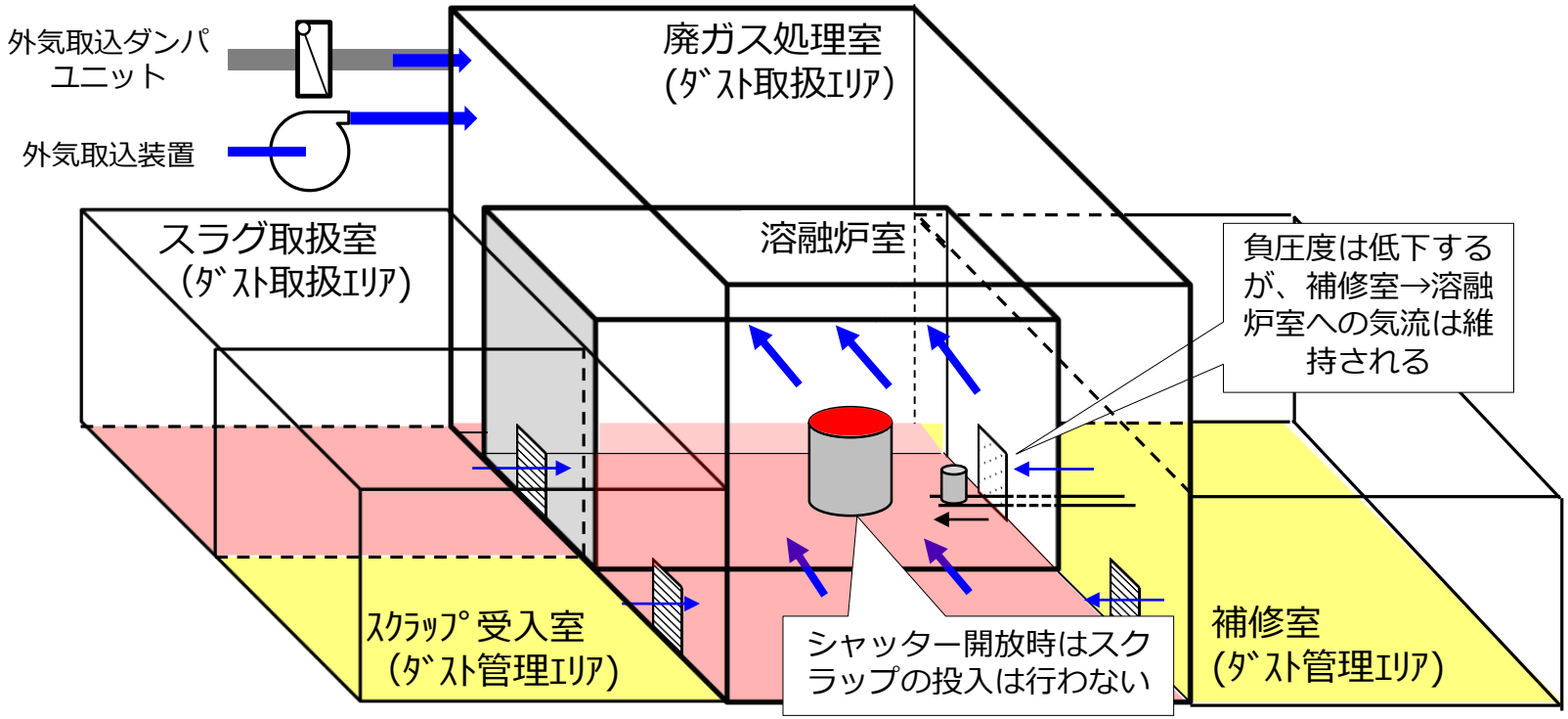
4．溶融設備の負圧維持方針について
（スクラップ投入時における気流の流れについて）

TEPCO

【溶融炉室とその周辺エリアへの気流の流れ（シャッター開放時）】

ケース	運転状態	水分量	状態
Ⅳ	シャッター開放時	―	溶鋼の移動の際に、溶融炉室⇔補修室のシャッターを開放した状態

- 取鍋の移動は、溶融炉室下⇔補修室のシャッターを開の状態で行う。シャッター開時には、補修室⇔溶融炉室間の差圧は低下するが、気流を維持する方針とする
- なお、負圧変動のリスクが大きいスクラップ追装入時には、溶融炉室・廃ガス処理室⇔補修室・スクラップ受入室間のシャッターの開放を実施しない。主に、負圧の変動が落ち着くタイミングである通電時や出鋼後の待機時にシャッターの開放を実施する方針とする



4．溶融設備の負圧維持方針について
（論点⑤：負圧維持における想定を超える場合における影響評価）

TEPCO

論点⑤－１：通常運転時（上振れ時）および異常時における負圧変動の簡易評価

- 通常運転時（基本）を超える水分量が投入された場合の廃ガス処理室⇔屋外との差圧の変動についての簡易評価結果は以下の通り
  - ✓ ケースⅡ-2【通常運転の上振れ時(64kg)】の場合は、屋外と廃ガス処理室の差圧は減少するものの負圧に維持される
  - ✓ ケースⅢ【異常時(192kg)】の場合は、屋外に対して一時的に正圧になり外気取込ダンパユニットから屋外に漏えいするが、外気の取り込み量を減らし排気ファンが継続して稼働することにより10秒程度で負圧に復帰する
- なお、投入した水分が蒸発に要する時間について、スクラップ投入時に投入口が全開するのに約６秒間を要する設計であることから、保守的に３秒間で水分の全量が気化するという条件で評価した
- 下記については簡易評価であり、詳細は別途解析にてお示しする方針とする
- 解析にあたっては、負圧制御に用いるダンパーの特性把握試験を行ったうえで、得られた物性データ（圧損等）を解析に反映し、解析を行うことを計画している

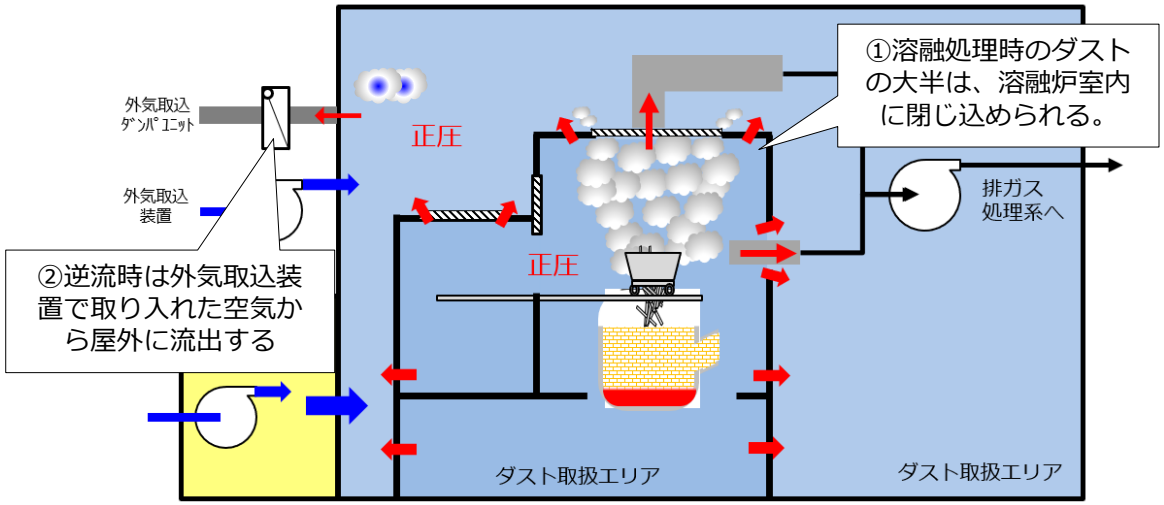
ケース	ケースⅡ－2 【通常運転時（上振れ時）】	ケースⅢ 【異常時】
水分量	64kg	192kg
屋外との最大の差圧	-7.3Pa	+494.5Pa
外気取込ダンパユニットから屋外への流出量	なし	0.5m^3

4．溶融設備の負圧維持方針について
（論点⑤：負圧維持における想定を超える場合における影響評価）

TEPCO

論点⑤－２：異常時における外気漏えい時の敷地境界への影響評価

- 以下の条件で、0.5m³放出時における大気拡散による被ばく量を評価したところ、基本モード※1で2.38×10⁻⁵μSv、中線量モード※2で3.85×10⁻⁴μSvとなり、これは平常時の被ばく線量約1.3μSv/年と比較して限りなく小さい値である　※１:受入線量20μSv/h以下(RO濃縮水由来は5μSv/h)　※２:受入線量100μSv/h以下
  - ✓ １チャージ分（スクラップ35ton）のダスト量と廃ガス処理室の容積からダスト濃度を算出し、そのダスト濃度の気体0.5m³が屋外に放出されるとした
- なお実際は、①溶融処理により発生するダストの大半は溶融炉室に閉じ込められる上に、②外気取込ダンパユニットを通じて屋外に逆流する空気は、まずは外気取込ダンパユニットから取り込まれた空気から屋外に流出すると考えられるため、上記の被ばく線量は保守的な評価となる



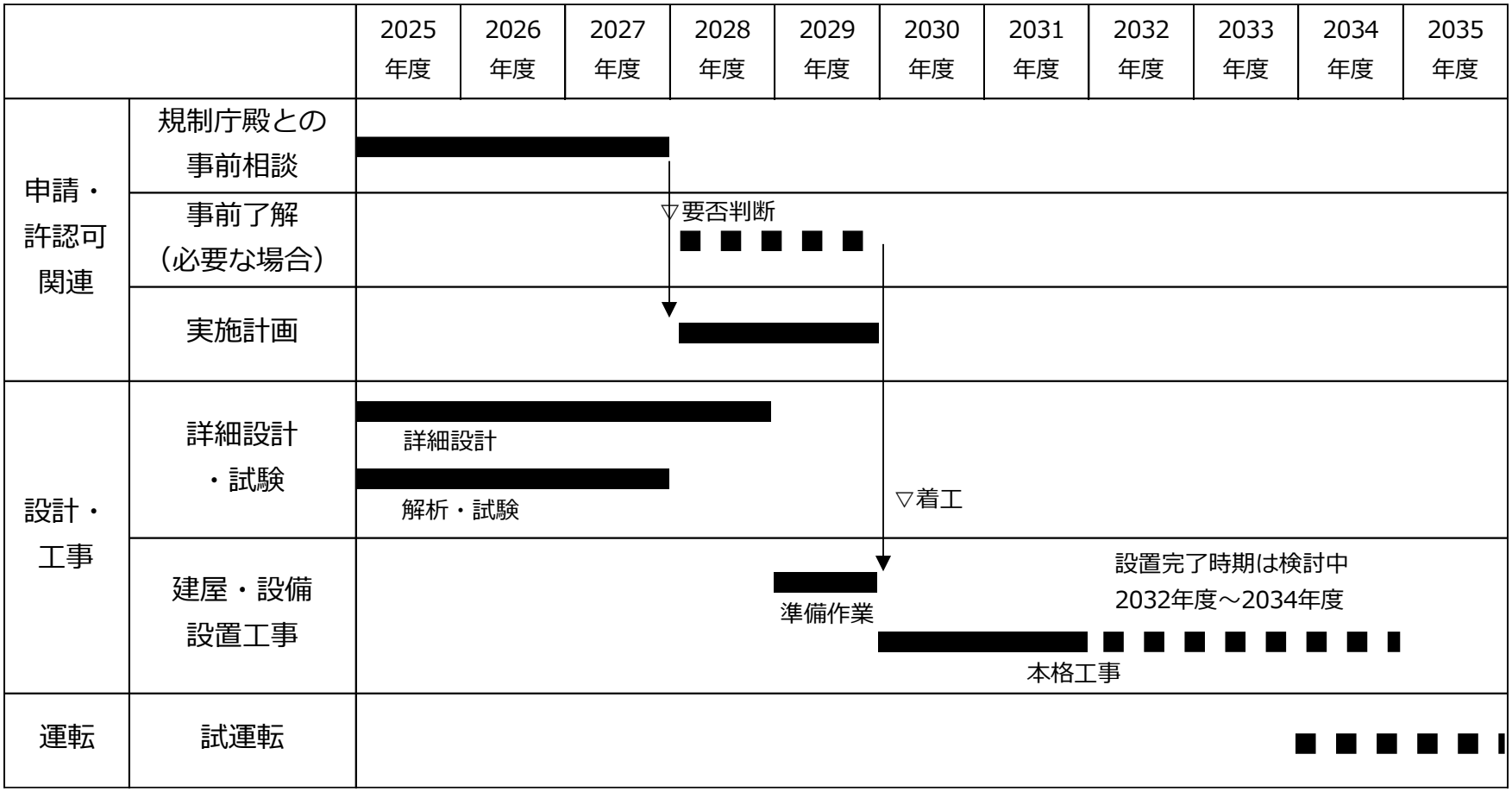
ケース	水分量	屋外との最大の差圧	外気取込ﾀﾞﾝﾊﾟﾕﾆｯﾄから屋外への流出量	最寄りの敷地境界における被ばく線量
通常運転時(上振れ時)	64kg	-7.3Pa	なし	なし
異常時	192kg	+494.5Pa	0.5m³	3.85×10⁻⁴μSv

溶融設備の工程

5．溶融設備の工程

TEPCO

➢ 現在、詳細設計及び解析・試験を進めており、実施計画の変更申請は2028年度予定



参考

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
【規則】（閉じ込めの機能） 第二条 使用施設等は、放射性物質を限定された区域に適切に閉じ込めることができるものでなければならない。 【解釈】 第２条（閉じ込めの機能） １ 第２条に規定する「限定された区域に適切に閉じ込める」とは、放射性物質を系統又は機器に閉じ込めること、又は放射性物質が漏えいした場合においても、フード、セル等若しくは構築物の管理区域内に保持することをいう。 上記の「セル等」とは、セル、グローブボックスその他の気密設備のことをいう。	• 「限定された区域（以下、ダスト取扱エリア）」を溶融炉室、スラグ固化ハウス、廃ガス処理室、スラグ取扱室とし、上記のエリアから放射性物質が漏えいした場合においても、建屋内周辺の管理区域で閉じ込める方針とする • また、ダスト取扱エリアと屋外との貫通部については、気密処理の二重化を行い、容易に漏えいし難い設計とする	**論点①　ダスト取扱区域等のエリア設定に関する妥当性** **論点②　取扱エリアと屋外間の貫通部に対する漏えい防止対策の妥当性**
２ 使用施設等について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、以下の各号に掲げるものをいう。 一 放射性物質を収納する系統又は機器は、放射性物質の漏えいを防止できる設計であること。また、内包する物質の種類に応じて適切な腐食対策が講じられていること。	• 機器の構造上、放射性物質を機器・系統内に閉じ込めることが困難であることから、放射性物質をダスト取扱エリア外への漏えいを防止する方針とする • また、ダスト取扱エリアとの境界に用いる材料については、適切な材料の採用や処理を施すことで、適切な腐食対策を講ずる	○ ○

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
二 放射性物質が漏えいした場合に、その漏えいを確認することができること。また、漏えいが確認された場合、その拡大を防止することができること。	• 屋外と廃ガス処理室間に差圧計を設け、屋外への漏えいを監視する。 • 排気設備により、建屋内は負圧に維持されていることから、異常な量の水分を含むガレキが投入され、屋外に漏えいした場合においても、短時間で負圧に復帰する他、逆止ダンパを設けることにより、拡大を防止する設計とする	○ **論点⑤　負圧維持における想定を超える場合における影響評価**
三 放射性物質を気体又は液体で扱う系統及び機器は、放射性物質の逆流により、放射性物質が拡散しない設計であること。換気設備においても同様とする。	• ダスト管理エリアおよび屋外との境界を有する廃ガス処理室およびスラグ取扱室については、放射性物質の逆流による拡散を防止する観点から、屋外およびダスト管理エリアに対して逆止ダンパまたはシャッターを設ける設計とする • ダスト取扱エリアとダスト管理エリア間の扉またはシャッターのうち、レールまたケーブルと干渉する箇所においては、必要な間隙以外を埋める等の対策を行うことで、可能な限り隙間を低減する方針とする	○ **論点③　ダスト取扱エリア⇔ダスト管理エリア間の設計方針**

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
四 セル等の内部を負圧状態に保つ必要がある場合、当該セル等の内部は常時負圧に保たれていること。	• 廃ガス処理室および、スラグ取扱室は屋外に対して常時負圧に維持する方針とする • ガスが発生し室圧が変動する可能性のある廃ガス処理室、インゴット取扱室、スラグ取扱室及び補修室に外気取込装置を設け、室圧の変動に応じて外気取込量を調整することにより、負圧を維持する • 差圧の変動が特に大きい廃ガス処理室、溶融炉室では外気取込装置の他に、室圧変動への追従性が高い外気取込ダンパユニットを設け、急激な室圧の変動を吸収する設計とする • 投入時のスクラップ中の水分量については、スクラップの厚さおよび表面の濡れ厚さを用いて設計条件を定め、通常運転時にスクラップ投入時においても屋外に対して常時負圧が成立することを確認する	○ ○ ○ **論点④　スクラップ中に含まれる水分量の考え方**
五 フードは、局所排気設備により開口部の風速を維持できるものであること。	• 当該設備では、フードを使用した閉じ込めを計画していないため、該当しない	―
六 使用施設の内部の壁、床その他核燃料物質等によって汚染されるおそれのある部分は、平滑であり、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造とすること	• 当該施設の内部の壁、床その他放射性物質等によって汚染されるおそれのある部分は、平滑であり、突起物、くぼみ及び仕上材の目地等のすきまの少ない構造とする設計とする	○

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
七 使用施設の内部の壁、床その他核燃料物質等によって汚染されるおそれのある部分の表面は、気体又は液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げること。	• 当該施設の内部の壁、床、その他放射性物質等によって汚染されるおそれのある部分の表面は、放射性物質が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料で仕上げる設計とする	○
八 上記一から七までの規定に加え、プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料、高レベル放射性廃棄物及び六ふっ化ウランを取り扱う使用施設においては、以下の各号に掲げる設計上の対策が講じられていること。	• 本設備は、プルトニウムを含む溶液また粉末、使用済燃料、高レベル放射性廃棄物及び六フッ化ウランを取扱う施設ではないため、該当しない	―
① プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器は、原則として、セル等に収納されること。また、セル等は、放射性物質の取扱量や使用の方法に応じて、液体状の放射性物質が漏えいした場合に、その漏えいを検知し、漏えいの拡大を防止するとともに、漏えいした放射性物質を安全に回収・処理等を行うことができる設計であること。	• 八号に該当しない	―
② プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、以下の事項を満足する排気系統を有すること。	• 八号に該当しない	―
a) 排気系統は、放射性物質の漏えいを防止できる設計であり、かつ、逆流を防止できる設計であること。	• 八号に該当しない	―

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
b)プルトニウムを含む溶液又は粉末、使用済燃料及び高レベ ル放射性液体廃棄物を内蔵する系統及び機器、核燃料物質を非密封で大量に取り扱う系統及び機器、セル等並びにこれらを収納する構築物は、原則として、換気機能により常時負圧に保たれていること。また、それぞれの気圧は、原則として、構築物、セル等、系統及び機器の順に低くすること。	• 八号に該当しない	ー
c) 排気系統には、フィルタ、洗浄塔等の放射性物質を除去するための系統及び機器が適切に設けられていること。	• 八号に該当しない	ー
③ 六ふっ化ウランを取り扱う設備であって、六ふっ化ウランが著しく漏えいするおそれがあるものは、漏えいの拡大を適切に防止し得る構造であること。	• 八号に該当しない	ー

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
3 貯蔵施設について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記２のうち、当該貯蔵施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。		
一 容器の外における空気を汚染するおそれのある核燃料物質を入れる容器は、気密な構造とすること。ただし、セル等の気密設備の内部において貯蔵を行う場合その他核燃料物質が漏えいする おそれがない場合は、この限りでない。	• 核燃料物質を取扱わないため、該当しない	―
二 液体状の核燃料物質を入れる容器は、液体が漏れ又はこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。	• 核燃料物質を取扱わないため、該当しない	―
三 液体状又は固体状の核燃料物質を入れる容器であって、き裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、核燃料物質による汚染の広がりを防止するための器具を設けること。	• 核燃料物質を取扱わないため、該当しない	―

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
4 廃棄施設（保管廃棄施設を除く。）について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記２のうち、当該廃棄施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。		
一 使用施設に設けるフード、セル等の核燃料物質等の広がりを防止する装置は、排気設備に連結すること。	• 溶融炉室およびスラグ固化ハウスについては、排気処理設備に連結する設計とする	○
二 焼却炉を設ける場合には、次の要件を満たすこと。 ① 焼却炉は、気体が漏れにくく、かつ、灰が飛散しにくい構造とすること。 ② 焼却炉は、排気設備に連結された構造とすること。	• 焼却炉には該当しないが、準拠した設計とする。 ① 溶融炉には溶融炉室を設け、ダストの飛散を抑制する設計とする ② 溶融炉および溶融炉室は排気設備に連結された構造とする	○
三 粉砕装置、圧縮装置、混合装置、詰込装置等放射性物質をコンクリートその他の固型化材料により固型化する設備（以下「固型化設備」という。）を設ける場合には、次の要件を満たすこと。 ① 固型化設備は、放射性物質が漏れ又はこぼれにくく、かつ、粉じんが飛散しにくい構造とすること。 ②固型化設備は、液体が浸透しにくく、かつ、腐食しにくい材料を用いること。	• コンクリート等の固型化材料と水を用いて、固型化する設備ではないではないが、準拠した設計とする ① 基本モード時：スラグが受けた容器で直接固化するため、漏れやダスト飛散し難い構造となっている。中線量モード時：固化設備にケーシングを設けることで、飛散を防止する設計とする ② 溶鋼およびはスラグは鉄の容器で受けるため、浸透はしない。また、腐食はしないが、損耗等の経年劣化が発生するため、メンテナンス等適切に管理する	○

【参考】使用施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈に対する溶融設備の対応方針について

TEPCO

使用施設等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及び解釈	溶融設備の対応方針	適合性
5 保管廃棄施設について、第２条に規定する「閉じ込めることができるもの」とは、上記２のうち、当該保管廃棄施設に該当するものに加えて、以下の各号に掲げるものをいう。	• 本施設は、保管廃棄施設では無いため、該当しない	
一 保管廃棄施設において、容器の外における空気を汚染するおそれのある核燃料物質等を入れる容器は、気密な構造とすること。	• 該当しない	―
二 液体状の核燃料物質等を入れる容器は、液体が漏れ又はこぼれにくい構造とし、かつ、液体が浸透しにくい材料を用いること。	• 該当しない	―
三 液体状又は固体状の核燃料物質等を入れる容器で、き裂、破損等の事故の生ずるおそれのあるものには、受皿、吸収材その他核燃料物質等による汚染の広がりを防止するための器具を設けること。	• 該当しない	―
6 第２条について、使用施設等は、設計評価事故時においても可能な限り前述の負圧維持、漏えい防止、逆流防止等の必要な機能が確保されるよう設計されており、設計評価事故時において、公衆に著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう、 事故に起因して環境に放出される放射性物質の量を低減させる機能を有する設計であること。	• 耐震Ｓクラス施設ではないため、該当しない	―