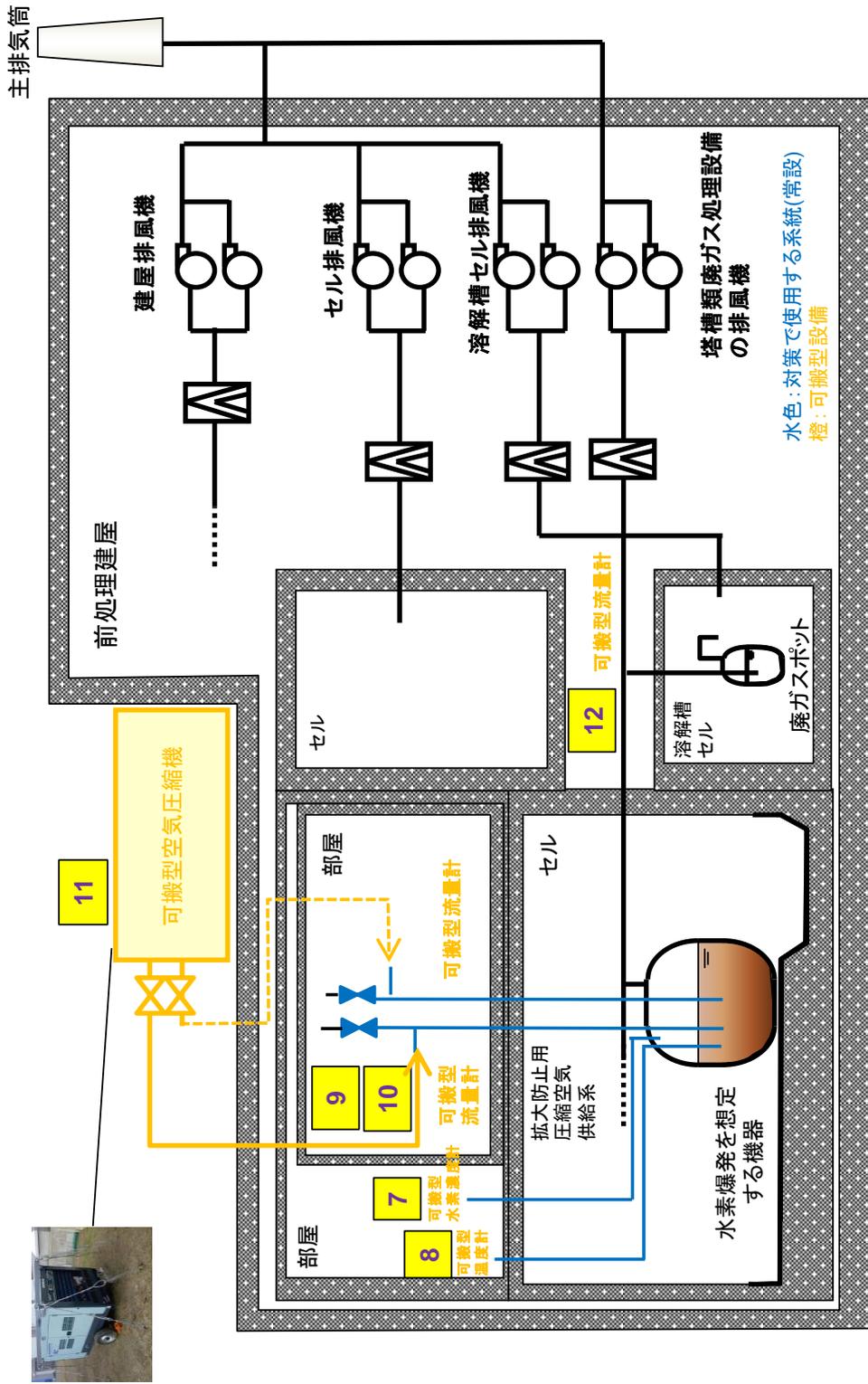


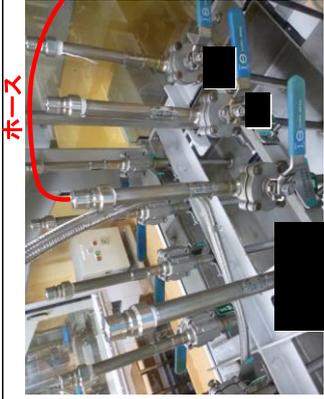
【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第 2. - 1 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

**9 ホース接続**

【作業概要】  
屋外の可搬型空気圧縮機から、機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



ホース

**10 可搬型流量計設置**  
**11 供給開始・流量確認**

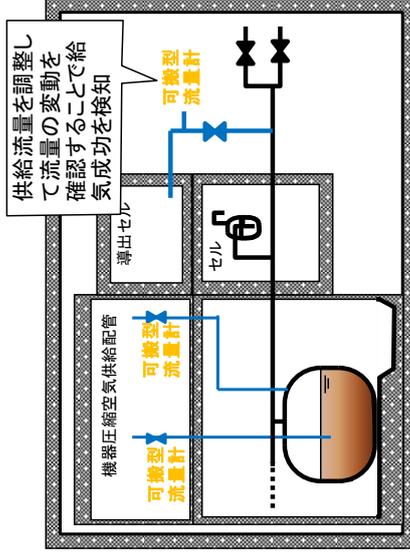
【作業概要】  
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



**12**

**圧縮空気流量と塵ガス流量確認による成功検知**

【作業概要】  
可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出口側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色:対策で使用する系統(常設)  
橙:可搬型設備

第2. - 2 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その1)

**7 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)**

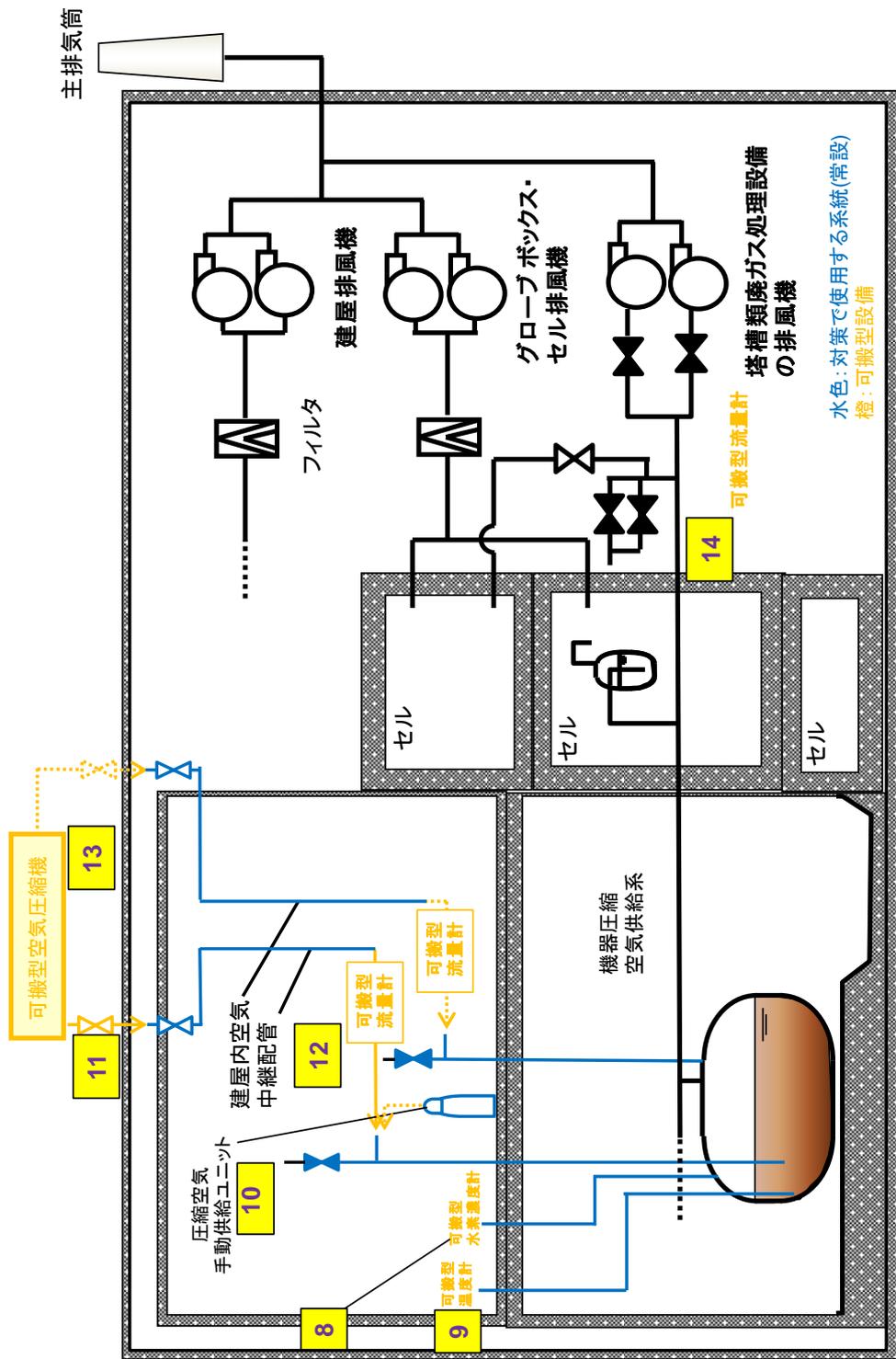
**【作業概要】**  
機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

**8 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)**

**【作業概要】**  
高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。

第2. - 3 図 前処理建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その2)

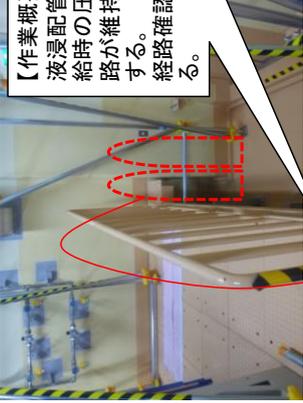
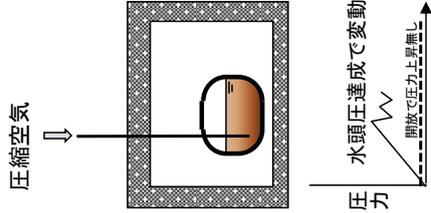
【分離建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第2. - 4 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

**10 圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認**

**【作業概要】**  
液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。  
経路確認後、圧縮空気を供給する。

圧縮空気

圧力

水頭圧達成で変動

開放で圧力上昇無し

時間

機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。

**11 ホース接続**

**【作業概要】**  
屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



**12 可搬型流量計設置**

**13 供給開始・流量確認**

**【作業概要】**  
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を接続し、指示値を確認する。



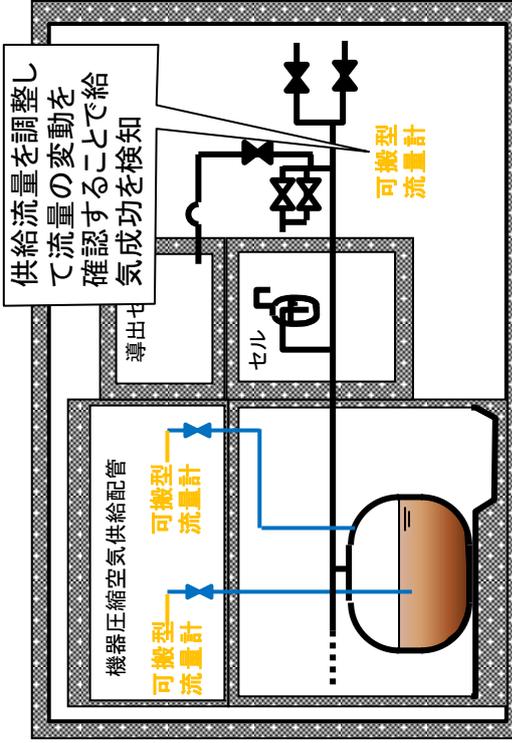

第2. - 5 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その1)

14

**圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知**

**【作業概要】**

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



8

**水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)**

**【作業概要】**

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施後に水素濃度の測定を行う。

9

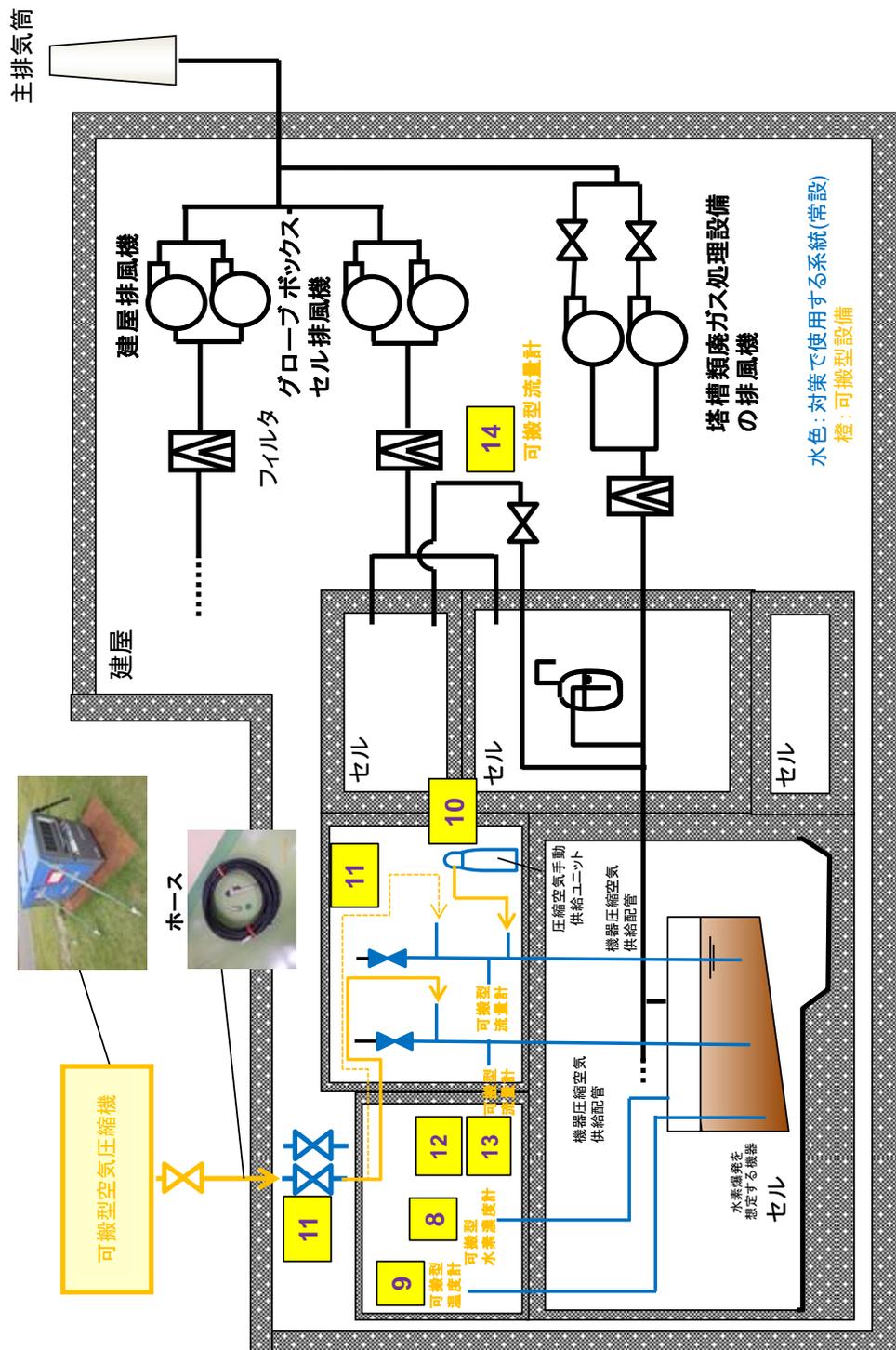
**温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)**

**【作業概要】**

高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、廃液の温度を確認する。

第2. - 6 図 分離建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その2)

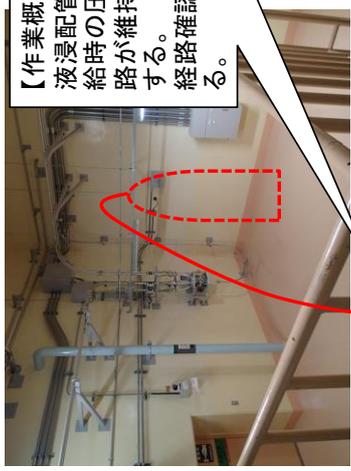
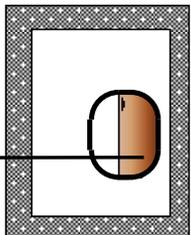
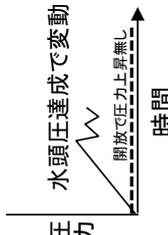
【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第2-7図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

**10 圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認**

**【作業概要】**  
 液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。  
 経路確認後、圧縮空気を供給する。

圧縮空気

圧力

時間

水頭圧達成で変動

開放で圧力上昇無し

機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。

**11 ホース接続**

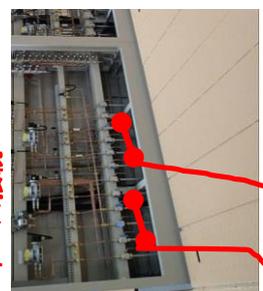
**【作業概要】**  
 屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



**12 可搬型流量計設置**

**13 供給開始・流量確認**

**【作業概要】**  
 可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。

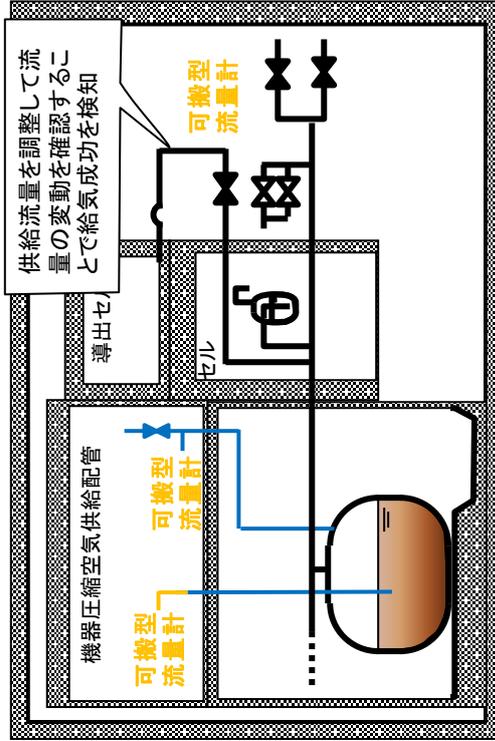
第 2. - 8 図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 1)

14

**圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知**

**【作業概要】**

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色: 対策で使用する系統(常設)  
橙: 可搬型設備

8

**水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)**

**【作業概要】**

機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施後に水素濃度の測定の測定を行う。

9

**温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)**

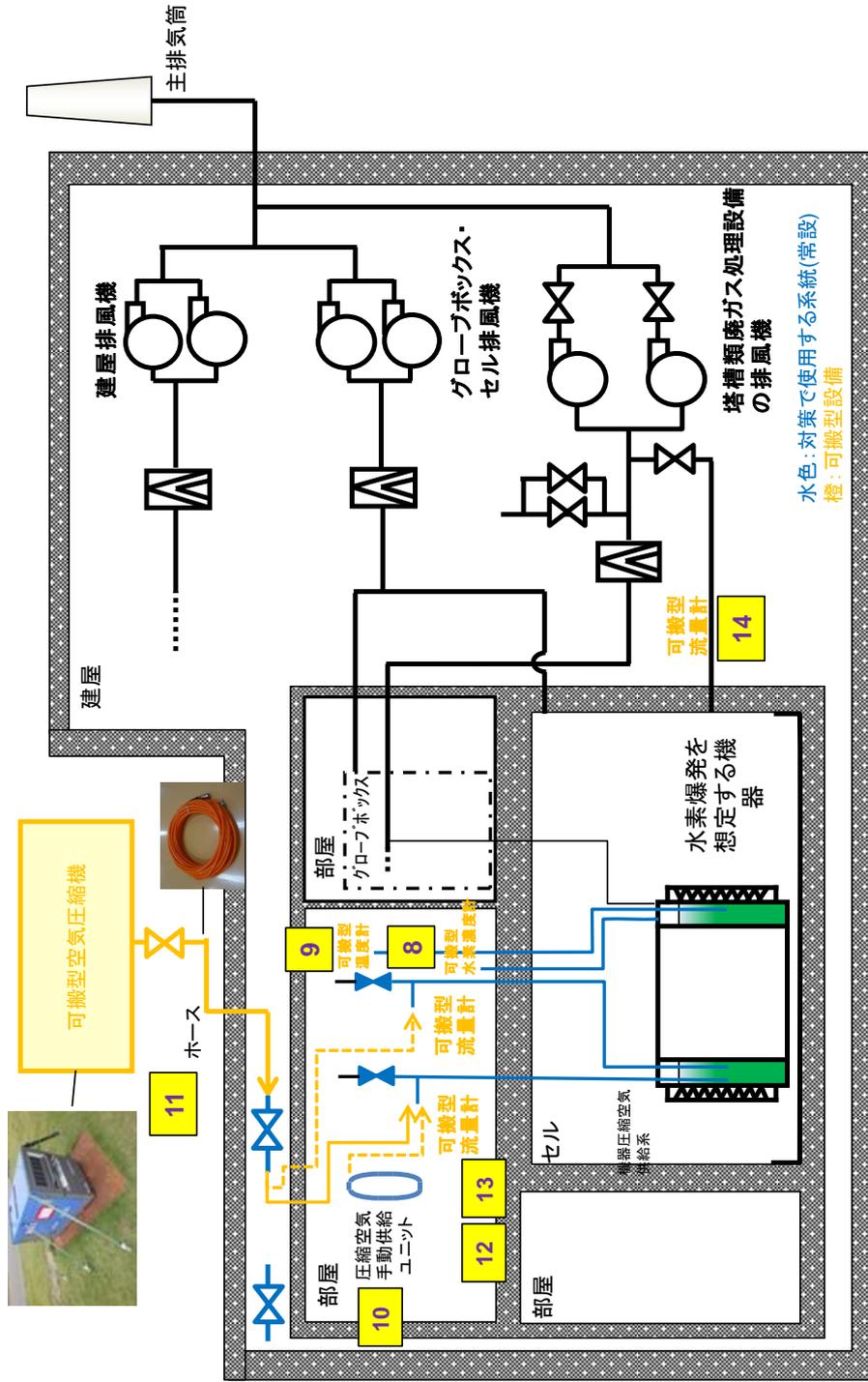
**【作業概要】**

高しべル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度の温度を確認する。

第 2. - 9 図 精製建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の

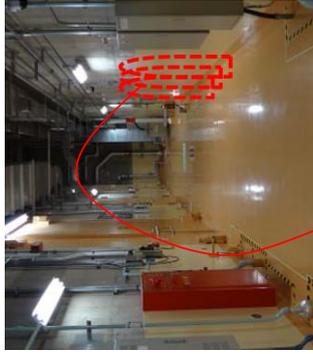
概要】



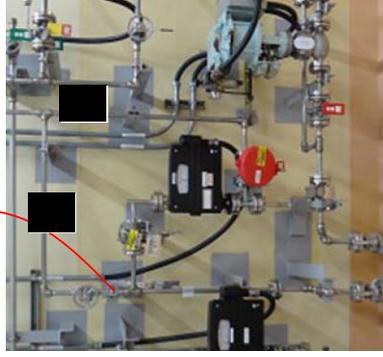
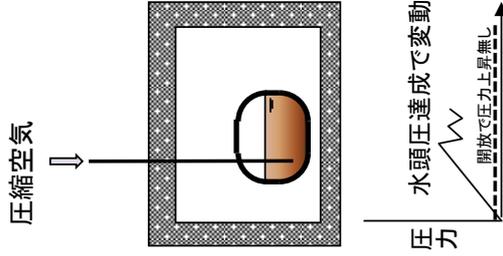
第2-10 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

10

圧縮空気手動供給ユニットからの手動供給及び経路確認



【作業概要】  
液浸配管を選択し、圧縮空気供給時の圧力変化から配管の経路が維持されていることを確認する。  
経路確認後、圧縮空気を供給する。

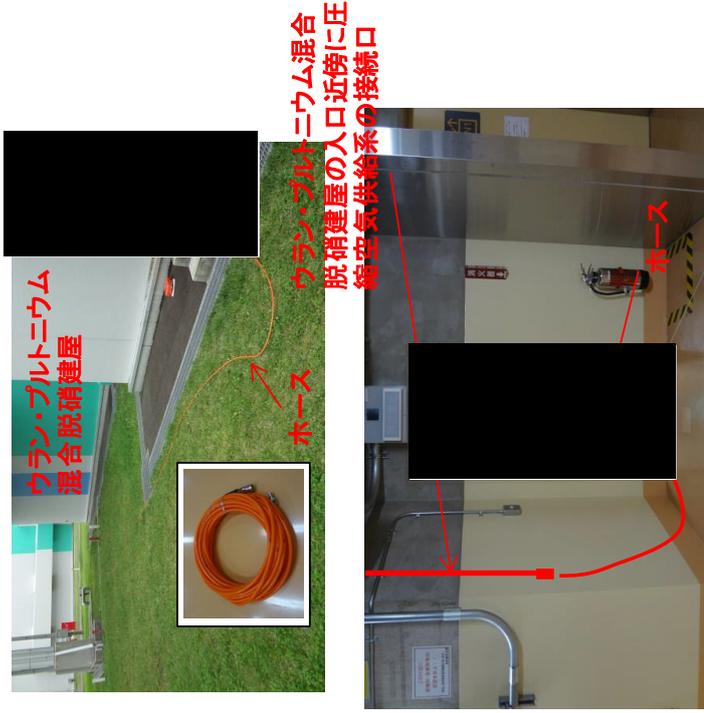


機器の液位が低く、配管が液浸しないような状態では、空間容量が大きくなることから対処のための時間余裕は確保される。

11 ホース接続

【作業概要】

屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から拡大防止用圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し接続する。

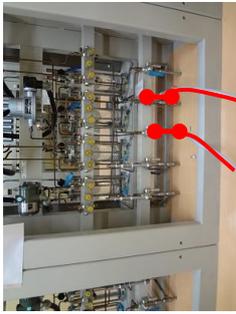


第2-11 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要（その1）

**12 可搬型流量計設置**

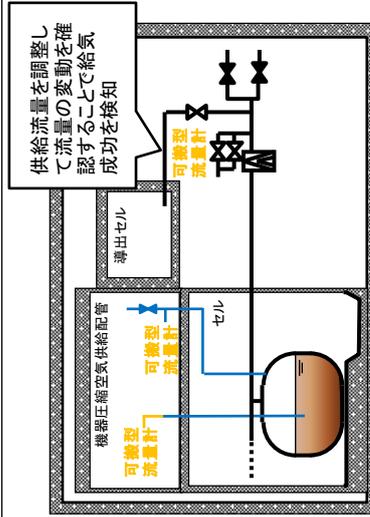
**13 供給開始・流量確認**

【作業概要】  
可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



**14 圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知**

【作業概要】  
可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



水色: 対策で使用する系統(常設)  
橙: 可搬型設備

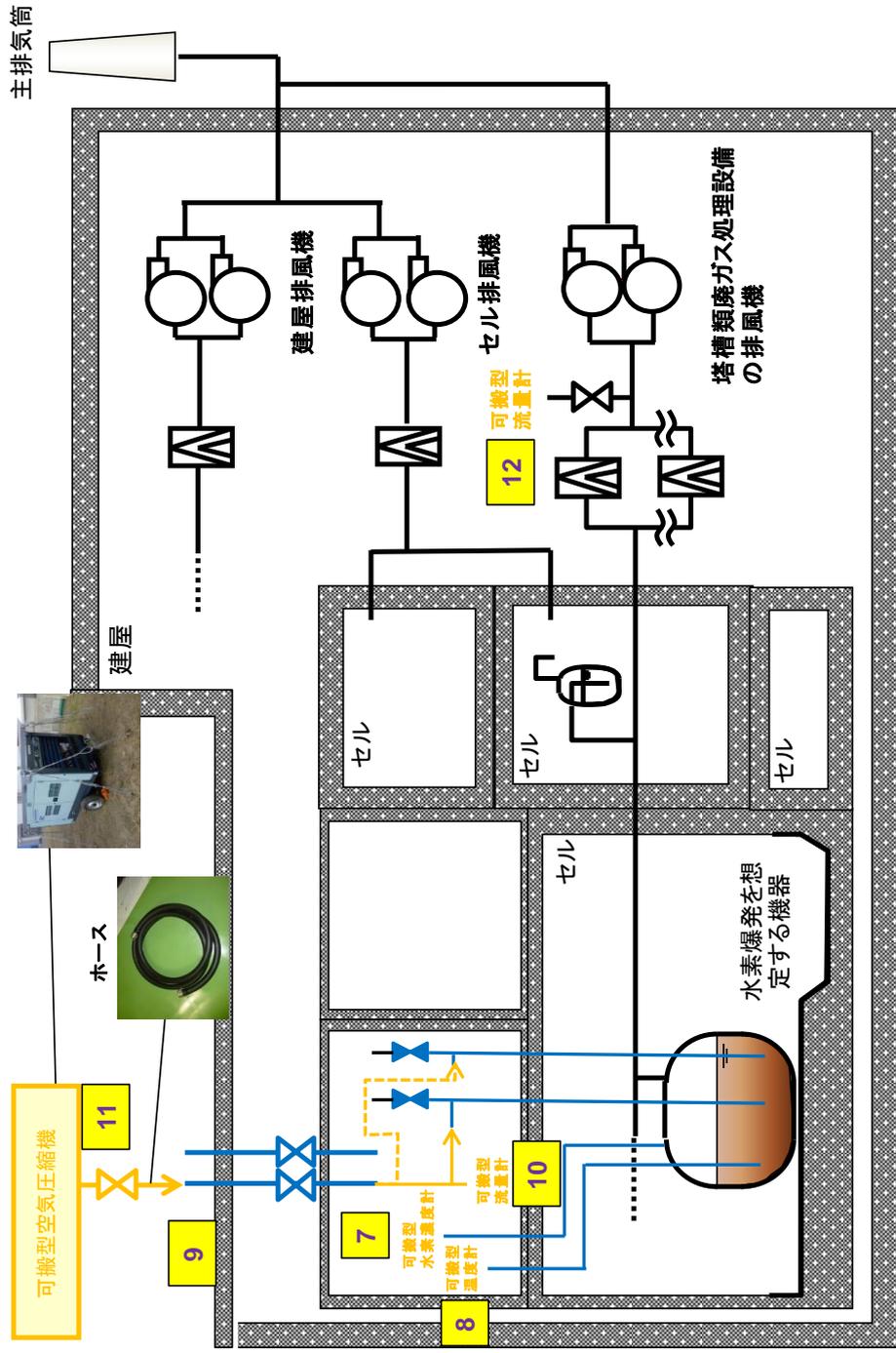
**8 水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)**

【作業概要】  
機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確かめるため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。

**9 温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)**

【作業概要】  
高しべル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度の温度を確認する。

【高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の拡大防止対策（水素爆発の再発を防止するための空気の供給）の概要】



第 2. - 13 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要図

**9 ホース接続**

**【作業概要】**

屋外の可搬型空気圧縮機から、建屋入口近傍にある圧縮空気供給系の接続口までホースを敷設し、建屋内の圧縮空気供給の接続口から機器圧縮空気供給配管の接続口までホースを敷設し接続する。



**高レベル  
廃液ガラス  
固化建屋**



**ホース**

**10 可搬型流量計設置**

**11 供給開始・流量確認**

**【作業概要】**

可搬型空気圧縮機により、圧縮空気を供給する。建屋内の機器圧縮空気供給配管に可搬型流量計を設置し、指示値を確認する。



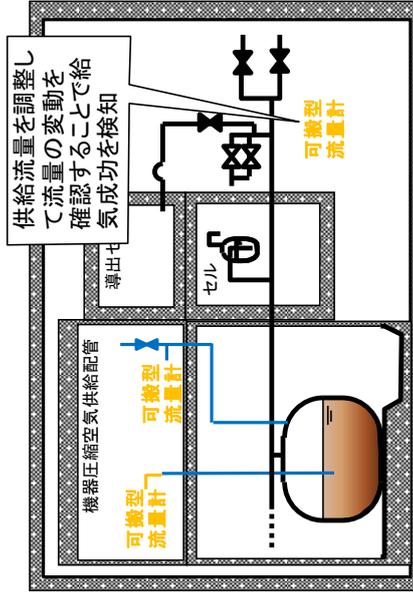
**ホース接続**

**12**

**圧縮空気流量と廃ガス流量確認による成功検知**

**【作業概要】**

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給後、各機器の機器圧縮空気供給配管の圧縮空気流量を変動させる。これに伴い、空気の出ロ側であるセル導出経路の流量も変動することを確認することで、機器個別に圧縮空気の供給に成功していることを確認する。



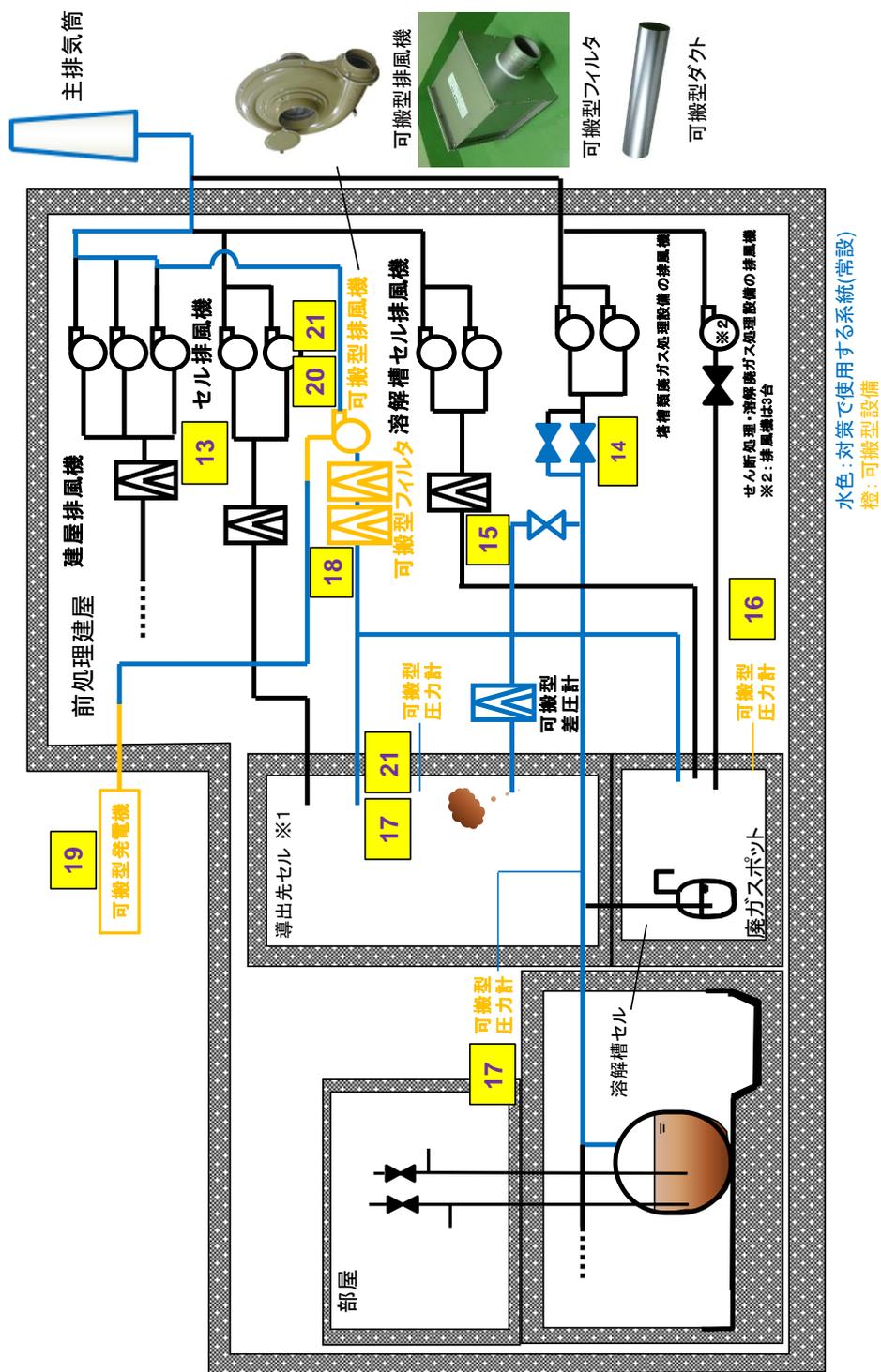
水色: 対策で使用する系統(常設)  
橙: 可搬型設備

第2-14 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その1)

<p><b>6</b></p>	<p><b>水素濃度計設置(可搬型水素濃度計による水素濃度確認)</b></p>
<p><b>【作業概要】</b></p>	<p>機器の水素濃度を測定するために、水素濃度計を設置する。また、水素濃度を所定の頻度(1時間30分)で確認するとともに、変動が想定される期間において、余裕をもって変動程度を確認する。また、対策の効果を確認するため、対策実施前後に水素濃度の測定を行う。</p>
<p><b>7</b></p>	<p><b>温度計設置(可搬型温度計設置による貯槽温度測定、温度確認)</b></p>
<p><b>【作業概要】</b></p>	<p>高レベル廃液等の温度変化での水素発生速度の変動による水素濃度の推移を確認するために可搬型温度計を設置し、水素発生速度の変動が想定される期間、溶液の温度を確認する。</p>

第 2. - 15 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の再発を防止するための空気の供給概要 (その 2)

【前処理建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第2. - 16 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

13 建屋排風機及びセル排風機入口ダンパ閉止

15 溶解槽セル排気フィルタ入口ダンパ閉止



【作業概要】  
水素爆発時の雰囲気セルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

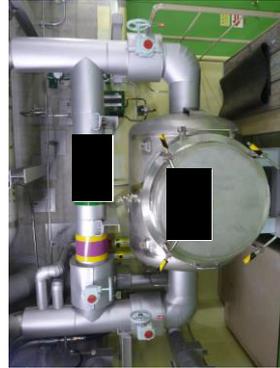
16 溶解槽セル 可搬型圧力計設置

17 セル 可搬型圧力計設置、廉ガス洗浄塔入口圧力設置



【作業概要】  
塔槽類廉ガス処理設備の雰囲気を導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。  
水素爆発時の雰囲気をセルへ閉じ込めるために、ダンパを閉止する。

14 隔離弁等の操作

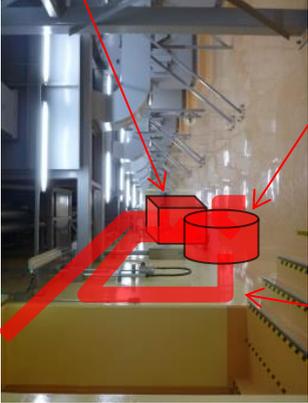


【作業概要】  
前処理建屋塔槽類廉ガス処理設備の隔離弁を閉止し、前処理建屋塔槽類廉ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、前処理建屋塔槽類廉ガス処理設備内の雰囲気をセルへ導出する。  
せん断処理・溶解廉ガス処理設備の隔離弁を閉止し、せん断機の隙間からせん断処理・溶解廉ガス処理設備内の雰囲気をセルへ導出する。

第 2. - 17 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

**18** **可搬型ダクト、可搬型フィルタ設置、可搬型フィルタ差圧計設置、ケーブル敷設、可搬型排風機設置**

**可搬型フィルタ**



**可搬型ダクト**

**可搬型排風機**

**【作業概要】**  
セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。

**19** **可搬型発電機起動**

**20** **可搬型排風機起動準備**

**21** **セル内圧力計確認、可搬型排風機起動**

**前処理建屋**



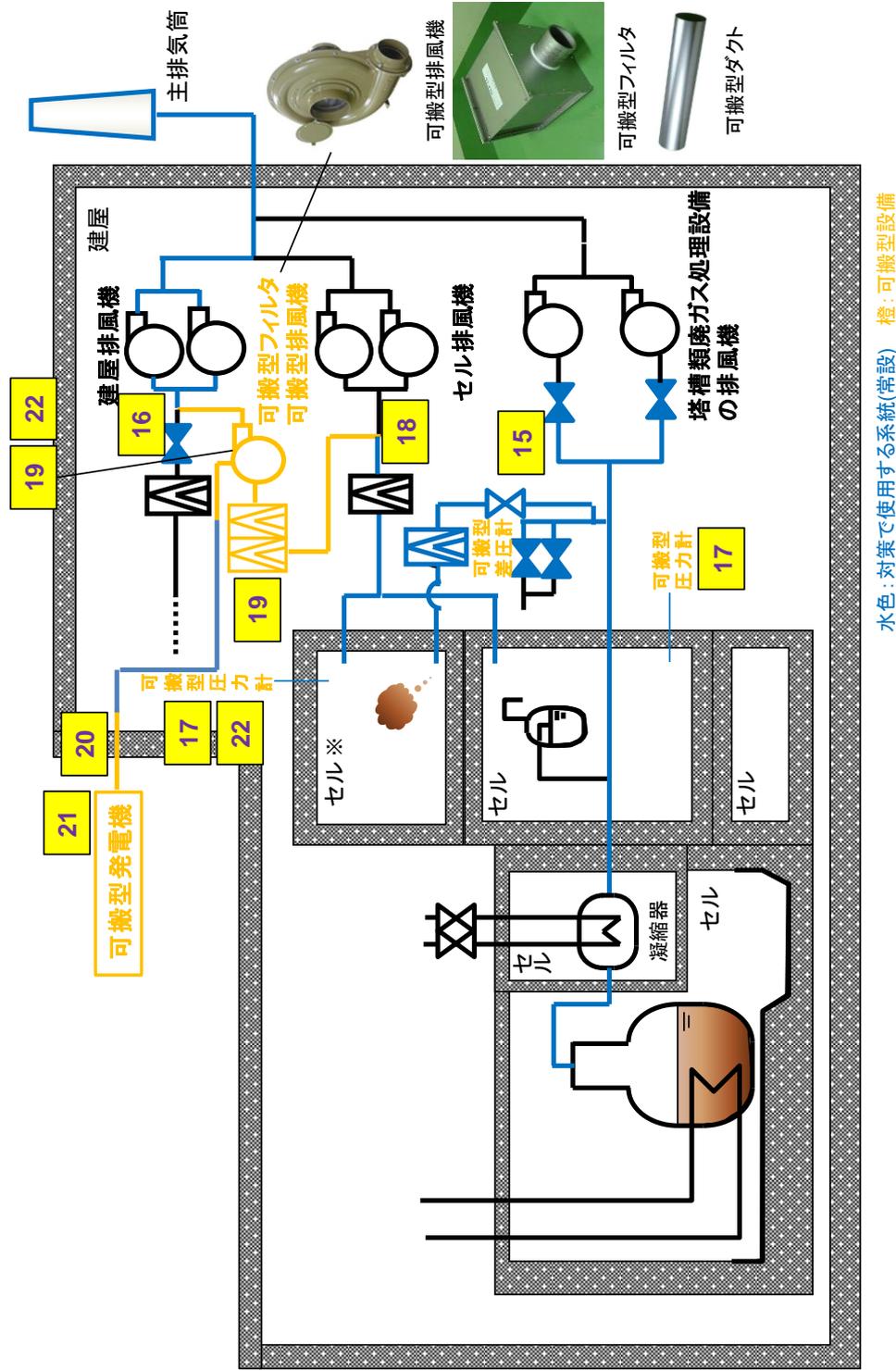
**ケーブル**

**可搬型発電機**

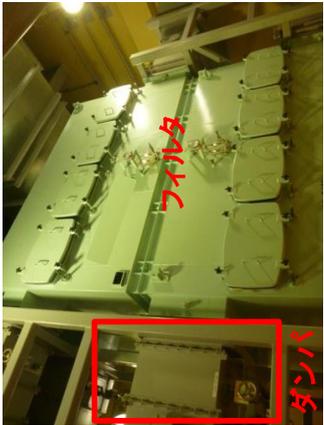
**【作業概要】**  
可搬型排風機により前処理建屋換気設備のセル排気系統を排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電し、可搬型排風機を起動する。

第 2. - 18 図 前処理建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

【分離建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応）の概要】



第 2. - 19 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応概要図

<p><b>15</b> 隔離弁の操作</p>		<p><b>【作業概要】</b>          分離建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、分離建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、分離建屋塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気ガスをセルへ導出する。</p>
<p><b>16</b> ダンパ閉止</p>		<p><b>【作業概要】</b>          セル換気系統から建屋換気系統をバイパスした際に、水素爆発時の雰囲気ガスをセル換気系統で閉じ込めるために、建屋換気系統のダンパを閉止する。</p>
<p><b>17</b> 導出先セル可搬型圧力計設置</p>	<p><b>【作業概要】</b>          塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気ガスを導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。</p>	

第 2. - 20 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

**18** 可搬型ダクト設置

**19** 可搬型排風機、可搬型フィルタ設置

**【作業概要】**  
セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。

可搬型排風機

可搬型フィルタ

可搬型ダクト

接続口

**20** ケーブル敷設

**21** 可搬型発電機起動準備、可搬型排風機運転準備

**22** セル内圧力計確認/可搬型排風機運転

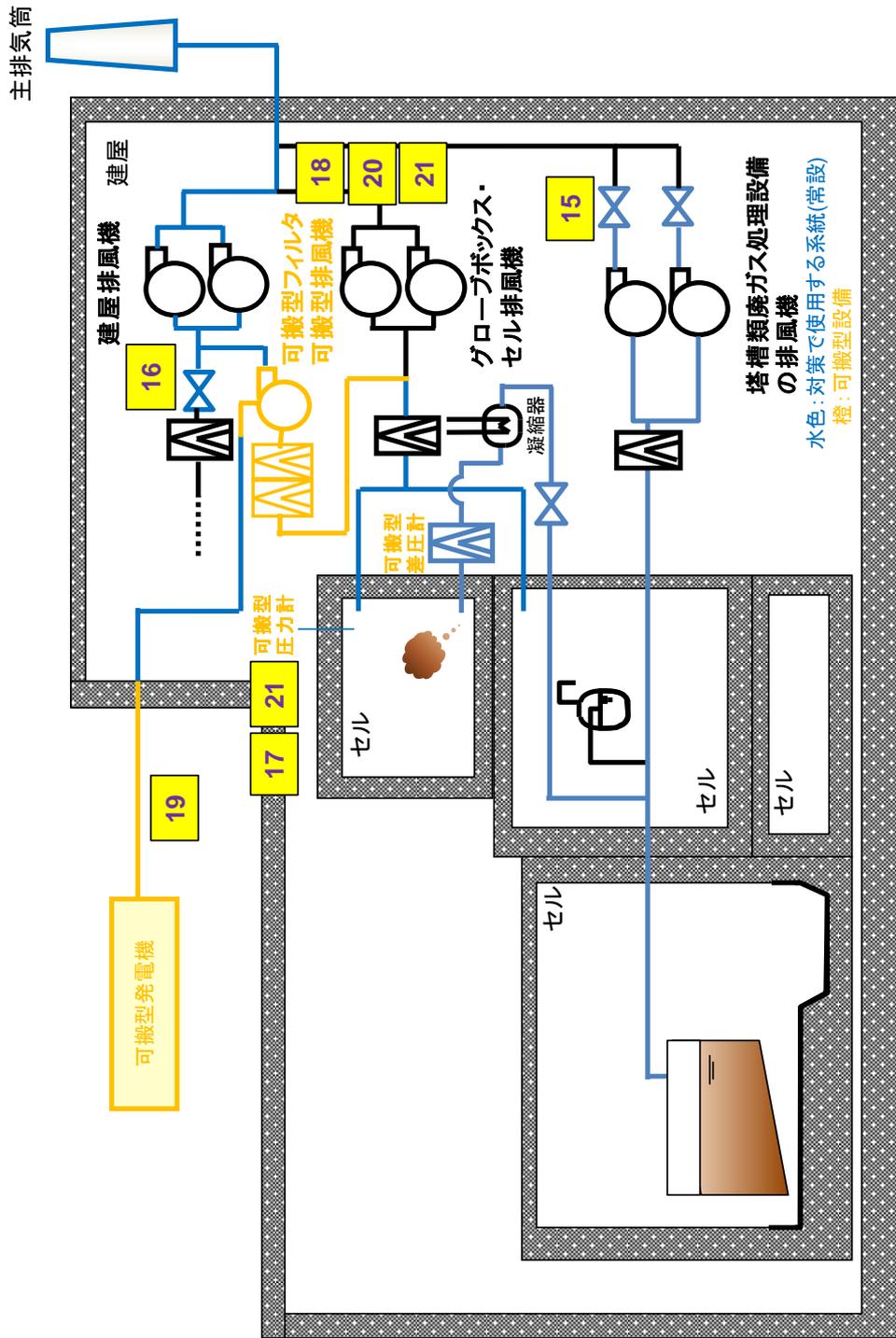
**【作業概要】**  
可搬型排風機により分離建屋換気設備のセル換気システムを排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続（給電）し、可搬型排風機の運転準備をする。  
発生防止対策または拡大防止対策実施後、セル内圧力計による指示値の上昇を確認したら可搬型排風機を起動する。

ケーブル

可搬型発電機

第 2. - 21 図 分離建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その 2）

【精製建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第 2. - 22 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

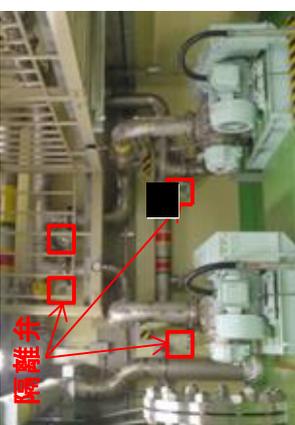
**17** セル内圧力計設置



【作業概要】  
塔槽類廃ガス処理設備の雰  
囲気を導出したセルの圧力を  
監視するため、セル内圧力計  
を設置する。

セル内圧力計

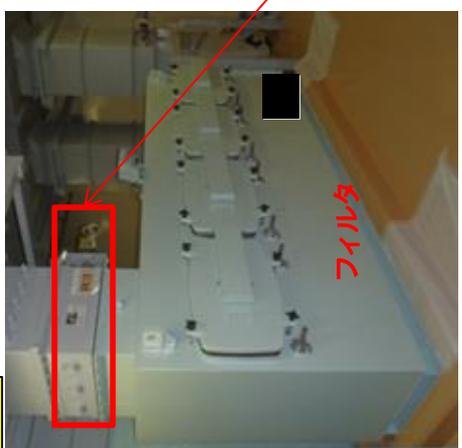
**15** 隔離弁の操作



【作業概要】  
精製建屋塔槽類廃ガス処理  
設備の隔離弁を閉止し、精  
製建屋塔槽類廃ガス処理設  
備からセルに導出するユニツ  
トの隔離弁を開放することで、  
精製建屋塔槽類廃ガス処理  
設備内の雰囲気を精製建屋  
換気設備のセルからの排気  
系へ導出する。

隔離弁

**16** ダンパ閉止

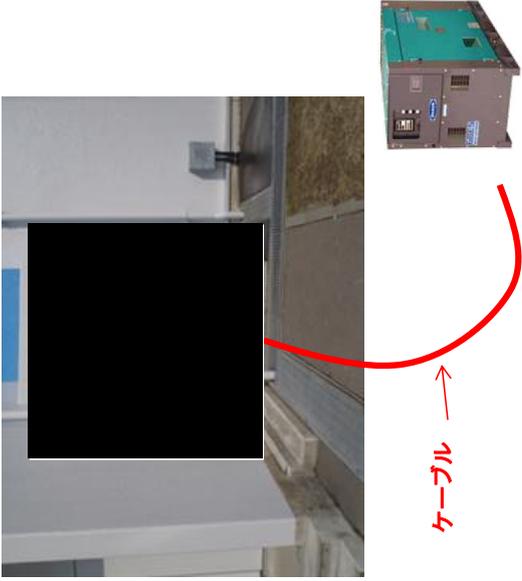


【作業概要】  
水素爆発時の雰囲気をセ  
ル換気系で閉じ込めるた  
めに、建屋換気系統及び  
セル換気系統のダンパを  
閉止する。

ダンパ

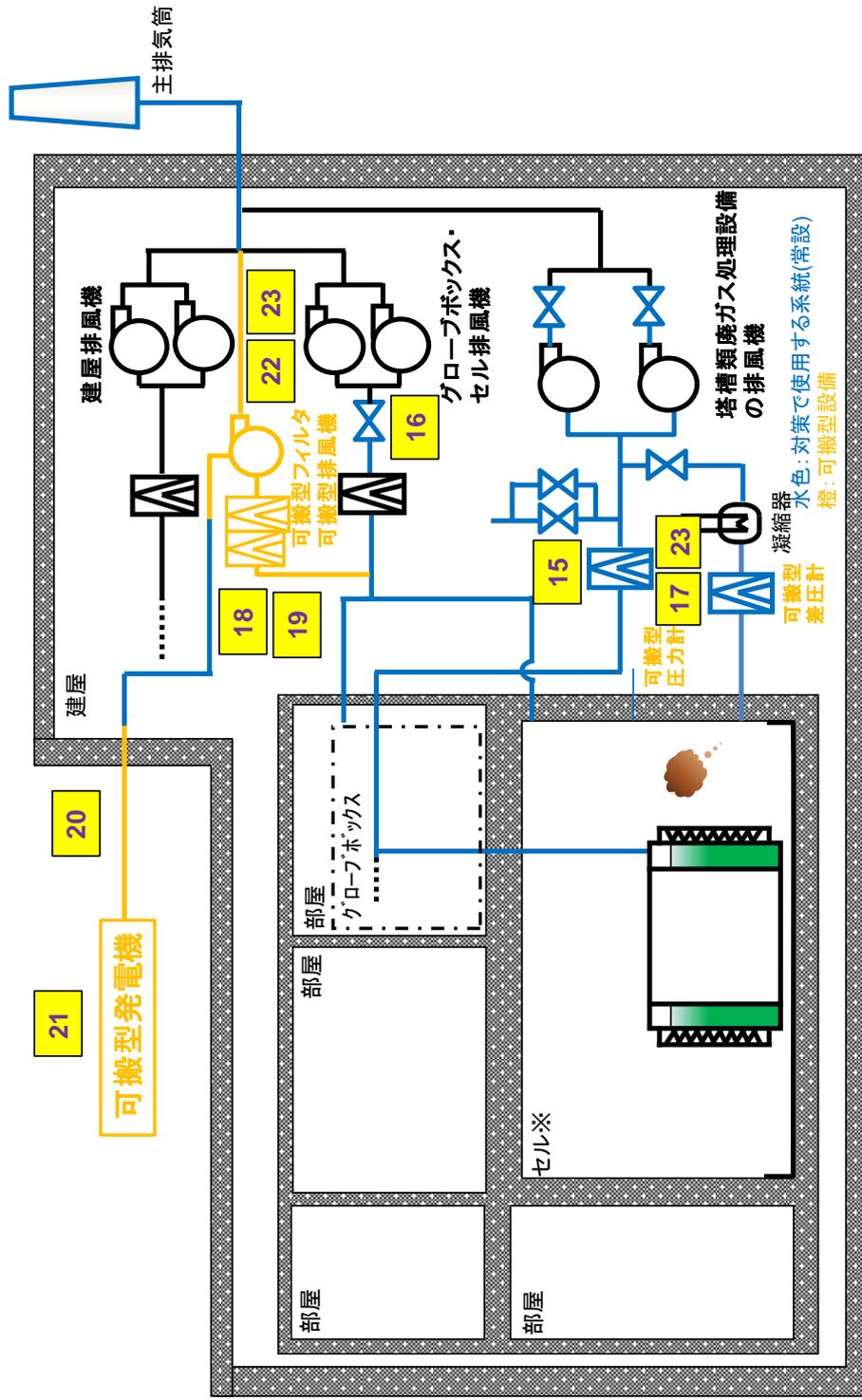
フィルタ

第 2. - 23 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

<p><b>18</b> <b>可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタの設置</b></p>	<p><b>【作業概要】</b>          保管エリアにある可搬型ダクト、可搬型排風機、可搬型フィルタを設置場所まで運搬し、セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続し、可搬型排風機に電源ケーブルを接続する。</p>
<p><b>20</b> <b>可搬型排風機起動準備</b></p>	<p><b>【作業概要】</b>          精製建屋換気設備のセル換気系統を排気するため、可搬型排風機を起動準備する。</p>
<p><b>19</b> <b>ケーブル敷設及び接続、可搬型発電機起動</b></p>	<p><b>【作業概要】</b>          可搬型排風機により精製建屋換気設備のセル換気系統を排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型発電機を起動する。</p> 
<p><b>21</b> <b>セル内圧力確認/可搬型排風機起動</b></p>	<p><b>【作業概要】</b>          発生防止対策、拡大防止対策終了後、セル内圧力計によるセルの圧力を確認実施後、精製建屋換気設備のセル換気系統を排気するため、可搬型排風機を起動する。</p> 

第 2. - 24 図 精製建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

【ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応）の概要】



第 2. - 25 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要図

**15 隔離弁の操作**



【作業概要】  
塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気建屋換気設備のセルからの排気系へ導出する。

**16 ダンパ閉止**



【作業概要】  
セル換気系統から建屋換気系統をバイパスした際に、水素爆発時の雰囲気セル換気系で閉じ込めるために、建屋換気系統のダンパを閉止する。

**17 セル内圧力計設置**

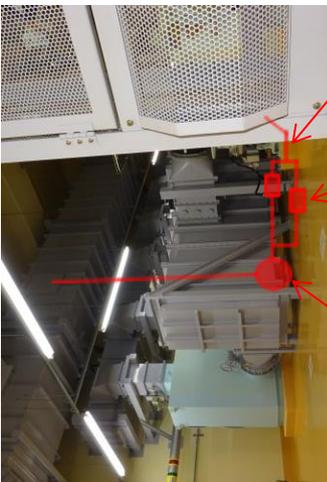
【作業概要】  
塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気建屋換気系を導出したセルの圧力を監視するため、可搬型圧力計を設置する。

第 2. - 26 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 1)

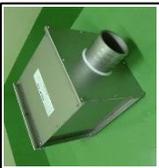
**17** 可搬型ダクト設置

**18** 可搬型排風機、可搬型フィルタ設置

**【作業概要】**  
セルに導出した塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続する。




**可搬型排風機**



**可搬型フィルタ**



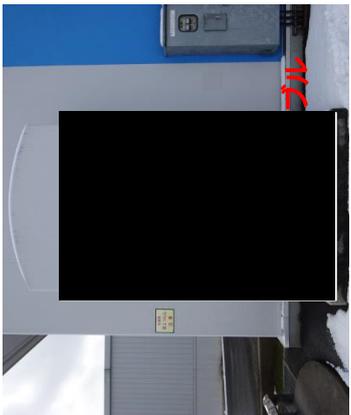
**可搬型ダクト**

**19** ケーブル敷設

**20** 可搬型発電機起動

**21** 可搬型排風機起動準備

**22** セル内圧力計確認/可搬型排風機起動

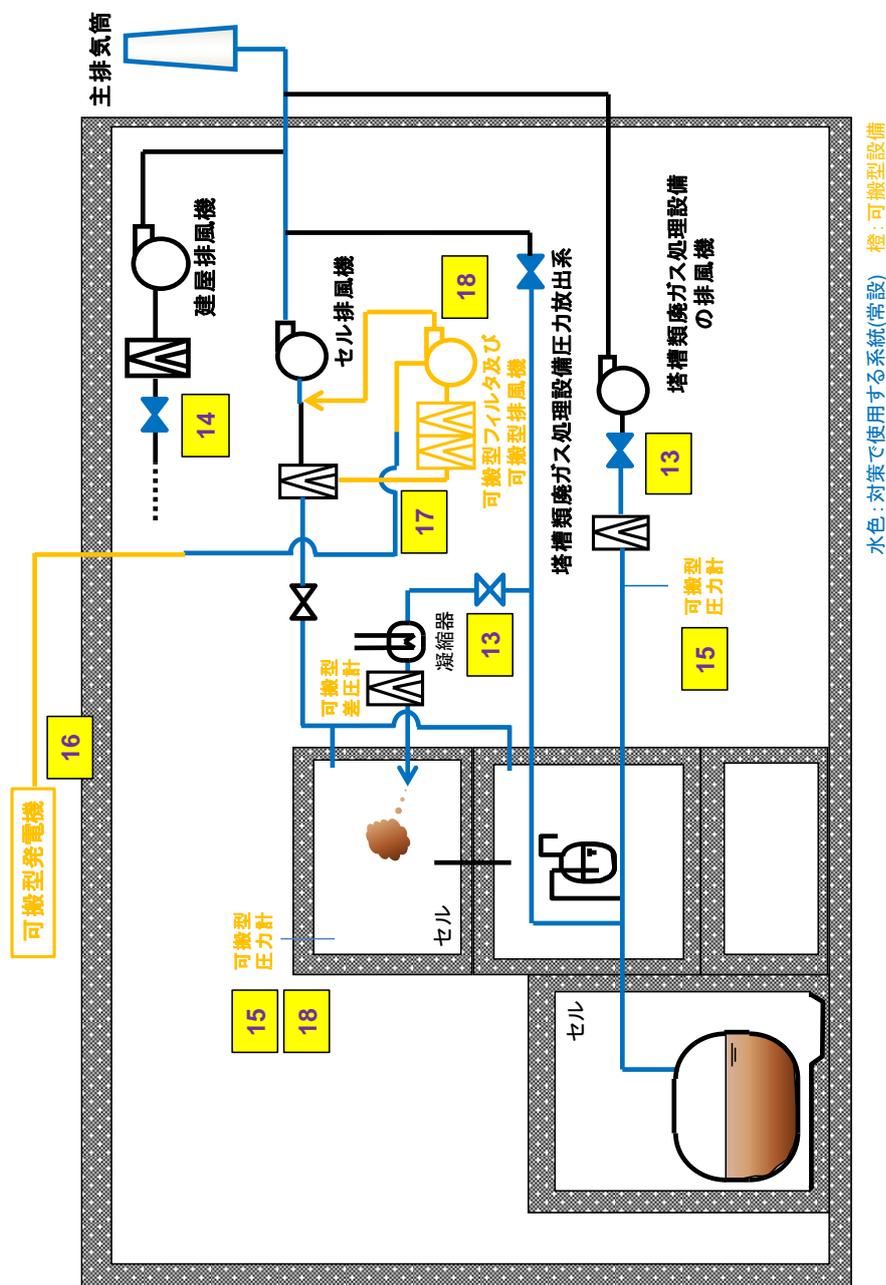


**可搬型発電機**

**【作業概要】**  
可搬型排風機により換気設備のセル換気系統を排気するため、可搬型発電機からの給電ケーブルを接続(給電)し、可搬型排風機の起動確認をする。  
発生防止対策または拡大防止対策実施後、セル内圧力計による指示値の上昇を確認したら可搬型排風機を起動する。

第 2. -27 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

【高レベル廃液ガラス固化建屋の水素爆発の拡大防止対策（セルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応）の概要】



第2. - 28 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気による対応概要図

**15** セル内及び廃ガス洗浄塔入口圧力計設置

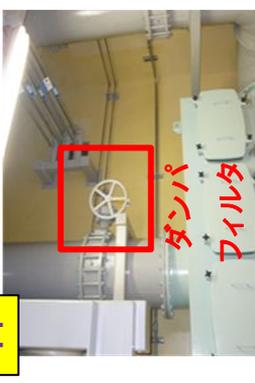
**【作業概要】**  
塔槽類廃ガス処理設備の雰囲気を導出したセルの圧力及びセル導出時の圧力を監視するため、圧力計を設置する。

**13** 隔離弁の操作



**【作業概要】**  
高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備の隔離弁を閉止し、高レベル廃液ガラス固化建屋塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットの隔離弁を開放することで、塔槽類廃ガス処理設備内の雰囲気をセルへ導出する。

**14** 排気経路構築（ダンパ閉止等）



**【作業概要】**  
廃ガス中に含まれる放射性物質を極力低減させて大気中へ放出するため、ダンパ閉止等により排気経路構築を行う。

第 2. - 29 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要（その 1）

**16** ケーブル敷設、可搬型発電機起動

【作業概要】  
可搬型排風機を起動するため、可搬型発電機からのケーブル敷設等を行う。



ケープブル

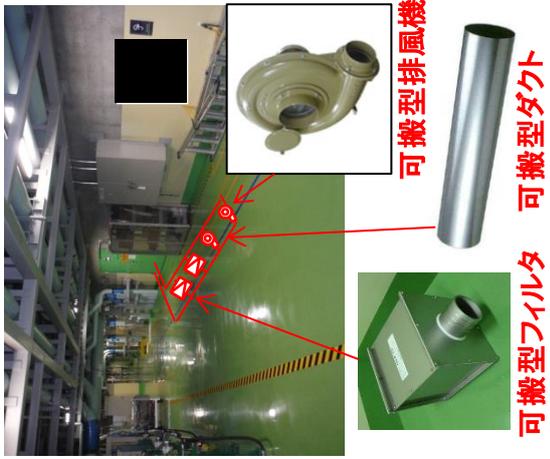
可搬型発電機

**17** 可搬型排風機、可搬型フィルタ、可搬型ダクト設置及び可搬型排風機起動準備

**18** セル内圧力計確認/可搬型排風機起動

【作業概要】  
可搬型排風機によりセルに導出された放射性情質等を排気するため、可搬型フィルタ、可搬型排風機及び可搬型ダクトを接続し、可搬型排風機の起動準備をする。

発生防止対策または拡大防止対策実施後、セル内圧力計による指示値の上昇を確認したら可搬型排風機を起動する。



可搬型排風機

可搬型フィルタ

可搬型ダクト

第 2. - 30 図 高レベル廃液ガラス固化建屋のセルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応概要 (その 2)

## 2. 1 水素爆発の拡大防止対策の信頼性

### 2.1.1 水素爆発の再発を防止するための空気の供給

水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する系統は、位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備し、多重性を確保しており、1系統あたり1口を合計2口の接続口があるため、多様な空間を確保している。また、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮する設計とする。

整備した水素爆発の再発を防止するための空気の供給系統が使用できない場合に備え、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対して工具を用いて接続口を作成する手順を整備する。

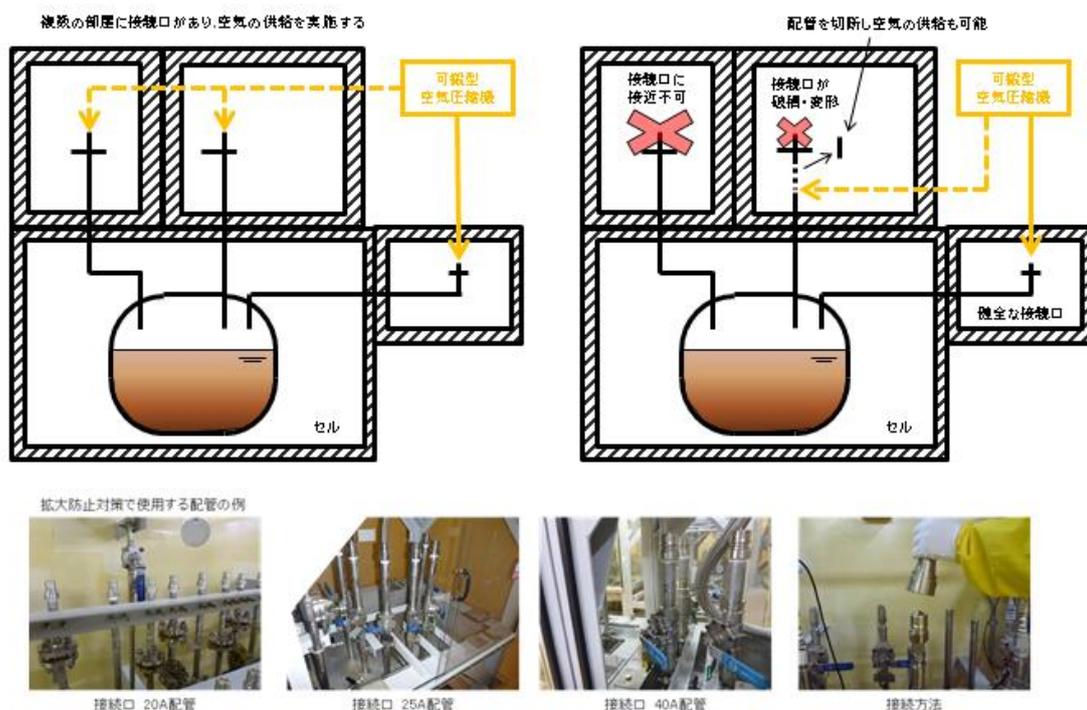
- ✓ 位置的分散及び独立性を考慮した系統を2系統整備 ⇒ 多重性確保
- ✓ 1系統あたり1口、合計2口の接続口を整備 ⇒ 空気の供給のための多様な空間を確保
- ✓ 整備した水素爆発の再発を防止するための空気の供給の系統が使用できない場合に備え、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用できるその他の配管を予め選定し、当該配管に対してパイプカッターを用いて接続口を作成する手順を整備する。 ⇒ 空気の供給のための多様な空間、手段を確保

#### ○接続口の信頼性

水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する配管は、以下の写真のようなものを複数の部屋に複数本用意している。これらの配管が使用できない状況として、周囲の構築物が倒壊し、接続口へ接近できないことを想

定されるが、複数の部屋に接続口があることから、水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する可能である。

仮に全ての部屋で倒壊があり、接続口が変形・破損している場合でもパイプカッターで切断し、新たに接続口を作成することができる。



第2. -31 図 水素爆発の再発を防止するための空気の供給の接続口概要図

### ○配管切断実証訓練

R-SUS304ULC 80A SCH20S（外径 89.1mm 厚さ 4.0mm）配管を切断するまでに要した時間は約 15 分程度である。水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する配管は 8A～40A 配管が多く、本実証訓練より作業量や作業時間は短縮できると考える。



配管: R-SUS304ULC 80A SCH20S  
(外径89.1mm 厚さ4.0mm)



ラチェット式パイプカッター



セッティング～切断中



切断面  
セッティングから切断に要した時間:約15分



小口径用ラチェット式パイプカッター  
スリムな形状のため狭隙部でも切断可能である。



配管: SUS304 25A SCH20S  
(外径34.0mm 厚さ3.0mm)  
小口径配管切断



取付治具



接続口取付け  
セッティング～接続口取り付けまでに  
要した時間:約30分

## 第 2. - 32 図 配管切断実証訓練

### 2. 1. 2 水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する設備の有効性について

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

#### a. 温度

##### 1) 常設重大事故等対処設備

可搬型重大事故等対処設備は、直接溶液と接することはなく、外部から供給される圧縮空気を通気するのみである。水素爆発の再発を防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 可搬型ホース等は直接溶液と接することではなく、可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を通気するのみである。
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の耐熱温度 60℃に対し、水素爆発を未然に防止するための空気の供給時の供給圧縮空気量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の温度が 55℃以下となる空気量で供給することから、想定される使用条件において有意な影響を与えることはない。

#### b. 圧力

可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧が圧力条件として最も高いが、水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備は最高使用圧力以下の供給圧で圧縮空気を供給する運用とすることから、設備の機能を損なうことはない。

- ✓ 常設重大事故等対処設備の最高使用圧力が 0.98MP a であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない
- ✓ 可搬型ホース（エアホース）の使用圧力が 1.6MP a 程度であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給圧を 0.7MP a 以下とすることから、有意な影響はない

#### c. 放射線

直接溶液と接する常設重大事故等対処設備における放射線影響は、平常運転時と同程度であり、直接放射線と接しない可搬型重大事故等対処設備における放射線影響は、セル外でを使用することからその影響は無視できることから、設備の機能を損なうことはない。

### 2.3.1 セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に使用する設備の設計

セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に使用する系統は、基準地震動を1.2倍にした地震動を考慮した際に機能維持する設計とすることで、系統自身の堅牢性を十分確保した設計としており、想定される使用環境において、期待する機能を発揮できる設計とする。

- ✓ 水素爆発が発生した場合に水素爆発が発生した設備に接続する塔槽類廃ガス処理設備の系統内が加圧状態に至る可能性がある場合には、塔槽類廃ガス処理設備に設置されている隔離弁を閉止し、流路を遮断する。
- ✓ 水素爆発が発生した場合に水素爆発が発生した設備に接続する塔槽類廃ガス処理設備の系統内が加圧状態に至った場合には、塔槽類廃ガス処理設備及びセルを接続するために新たに設置する常設重大事故等対処設備の塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットを開放する。これにより、放射性物質は当該ユニットを経由してセルに導出される。
- ✓ 仮に当該ユニットを経由して発生した放射性物質がセルに導出されない場合であっても、塔槽類廃ガス処理設備に設置された水封安全器からセルに導出される。(※ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋を除く)
- ✓ 以上より、水素爆発により気相中へ移行した放射性物質をセルに導出することができる。

### 2.3.2 セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応に用いる設備の有効性について

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を発揮できることを説明する。

#### a. 温度

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、水素爆発前に実施することから、その温度は通常時と同様程度であり、設備の機能を損なうことはない。

##### 1) 常設重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に水素爆発前に実施されることから、温度条件としては各溶液の通常時と同様程度であることから、常設重大事故等対処設備である塔槽類廃ガス処理設備の配管、セル導出ユニット及び換気系統のダクトが有意な影響を受けることはない。

##### 2) 可搬型重大事故等対処設備

- ✓ セルへの導出経路の構築及び代替セル排気系による対応は、基本的に水素爆発前に実施されることから、温度条件としては各溶液の通常時と同様程度である。
- ✓ 新たに整備する可搬型重大事故等対処設備は、想定される温度条件において使用可能な設備を整備することから影響はない。

## b. 圧力

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、水素爆発前に実施することから、塔槽類廃ガス処理設備内の圧力上昇は、塔槽類廃ガス処理設備に設置されている水封安全器又は塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットを経由したセルへの導出により制限され、最大でも 300mmAq 程度である。また、セルへの導出以降は、可搬型排風機による排気により有意な圧力上昇はないことから、設備の機能を損なうことはない。

## c. 放射線

水素爆発の発生を想定する貯槽等が内包する溶液の温度は、平常運転時と同程度であり、直接放射線と接しない可搬型重大事故等対処設備における放射線影響は、セル外でを使用することからその影響は無視できることから、設備の機能を損なうことはない。

### 3. 可搬型空気圧縮機の共用について

水素爆発の対処に使用する可搬型空気圧縮機は、大型及び小型を準備する。大型は1台当たり約  $440\text{m}^3/\text{h}$  の容量を有し、前処理建屋、分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の圧縮空気の供給を実施する場合には、1台を2建屋、他の1台を1建屋に割り当てることとし、圧縮空気の供給に2台を使用する。小型は1台当たり約  $220\text{m}^3/\text{h}$  の容量を有し、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気の供給に使用する。

第3. - 1表に示すとおり、各建屋で水素爆発の各対策に必要な圧縮空気の供給量を考慮したとしても可搬型空気圧縮機の容量（大型：約  $440\text{m}^3/\text{h}$ 、小型：約  $220\text{m}^3/\text{h}$ ）以下であるため、問題ない。また、故障等に備え外部保管エリアに十分な数のバックアップを保管している。

第3. - 1表 水素爆発への対処に使用する圧縮空気量

建屋	流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )				
	AA	AB	AC	CA	KA
圧縮空気供給量	2.8	8.8	3.8	0.91	78
大型 (AA+AB, KA) 小型 (AC+CA)	12	—	4.8		78
大型 (AA+KA, AB) 小型 (AC+CA)	81	8.8	4.8		—
大型 (AB+KA, AA) 小型 (AC+CA)	2.8	87	4.8		—

#### 4. 可搬型発電機の共用について

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷については、前処理建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

分離建屋可搬型発電機の電源負荷については、分離建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷については、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の約11 kVAであり、可搬型排風機1台運転中にもう1台の可搬型排風機の起動時を考慮すると約45 kVAの給電が必要である。

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷については、高レベル廃液ガラス固化建屋における水素爆発の拡大の防止のための措置に必要な負荷として、可搬型排風機の約5.2 kVAであり、可搬型排風機の起動時を考慮すると約39 kVAの給電が必要である。

各可搬型発電機（前処理建屋可搬型発電機、分離建屋可搬型発電機、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機、高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機）の供給容量は約80 kVAあり、必要負荷に対しての電源供給が可能である。

精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については、代替セル排気系による対応で使用する可搬型発電機を共用している。機器

の起動については、起動の順番を決め、同時起動しないようにしているが、仮に精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の可搬型排風機の同時起動時を考慮した場合、約 78 k V A であり、2 建屋合わせても可搬型発電機の容量 (80 k V A) 以下である。

補足説明資料 8-3 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び  
機器圧縮空気自動ユニットの動作原理について

1. 圧縮空気自動供給貯槽

分離建屋及び精製建屋には圧縮空気自動供給貯槽を設置し、水素掃気機能が喪失した場合に直ちに圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気自動供給貯槽の概要図を図 1 に示す。

圧縮空気自動供給貯槽には平常運転時に安全圧縮空気系からの約 0.7MPa の圧縮空気で蓄圧し、空気を蓄える。圧縮空気を供給する経路にはオリフィス又は減圧弁が設置され、安全圧縮空気系の圧力が低下した場合に、母管との差圧で圧縮空気が自動的に供給される。

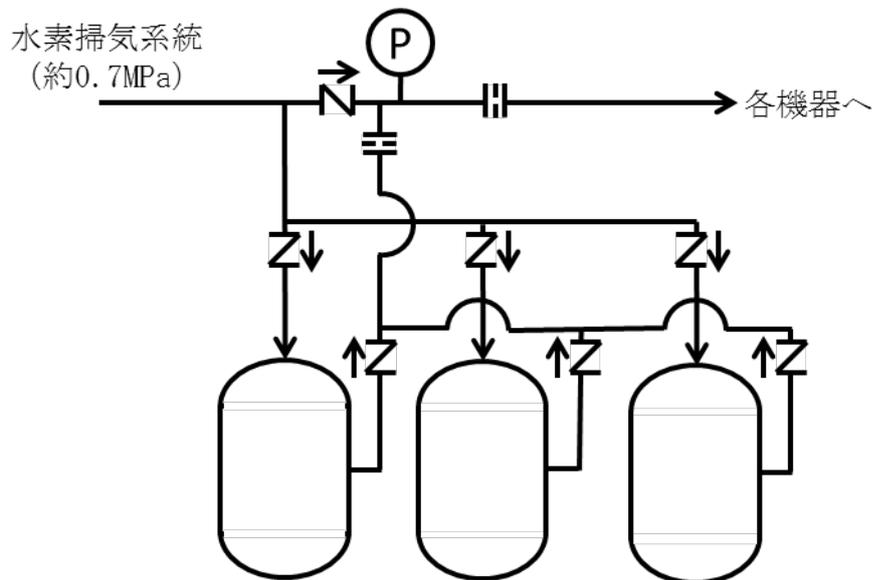


図 1. 圧縮空気自動供給貯槽の概要図

## 2. 圧縮空気自動供給ユニット

ウラン・プルトニウム混合建屋には圧縮空気自動供給ユニットを設置し、水素掃気機能が喪失した場合に圧縮空気が供給される設計とする。圧縮空気自動供給ユニットの概要図を図2に示す。

圧縮空気自動供給ユニット及び安全圧縮空気系の間には、安全圧縮空気系からの圧縮空気により閉となるON-OFF弁を設置する。安全圧縮空気系の圧力が低下すると、ON-OFF弁が開放し、自動で空気を供給する。

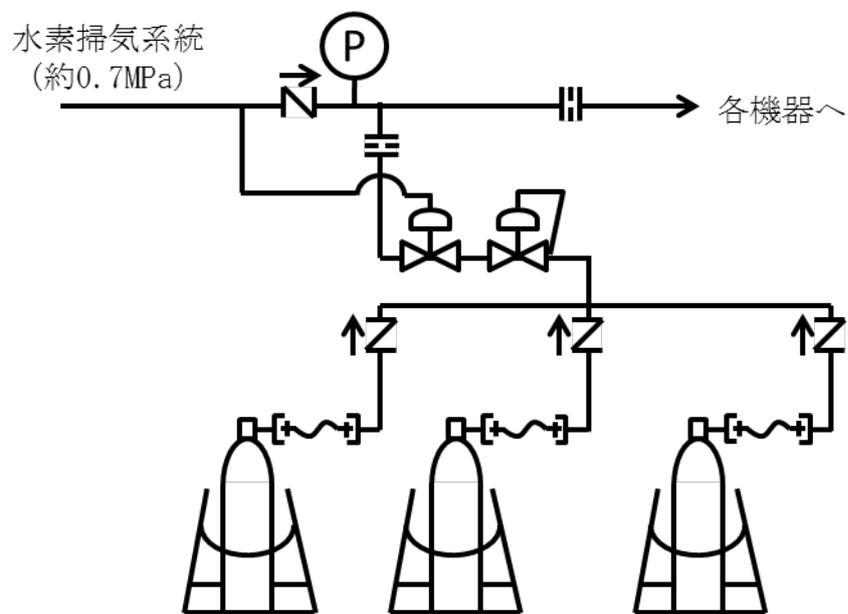


図2. 圧縮空気自動供給ユニットの概要図

### 3. 機器圧縮空気自動供給ユニット

機器圧縮空気自動供給ユニットは、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始前に未然防止濃度に至る可能性のある水素爆発を想定する機器の水素掃気配管に設置する。機器圧縮空気自動供給ユニットの概要図を図3に示す。

機器圧縮空気自動供給ユニット及び水素掃気配管の間には、水素掃気配管からの圧縮空気により閉となるON-OFF弁を設置する。水素掃気配管の圧力が低下すると、ON-OFF弁が開放し、自動で空気を供給する。

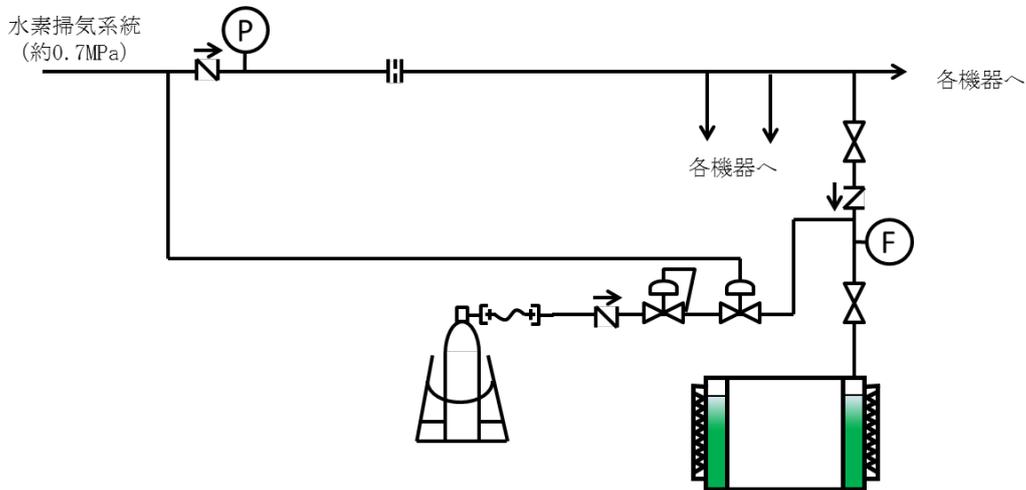


図3. 機器圧縮空気自動供給ユニットの概要図

4. 圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットの系統構成について

上記のとおり，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットは水素掃気配管へ接続する。以下に，これらの系統構成の妥当性を示す。

図4に，例として，分離建屋及び精製建屋における圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の一般的な系統構成を示す。

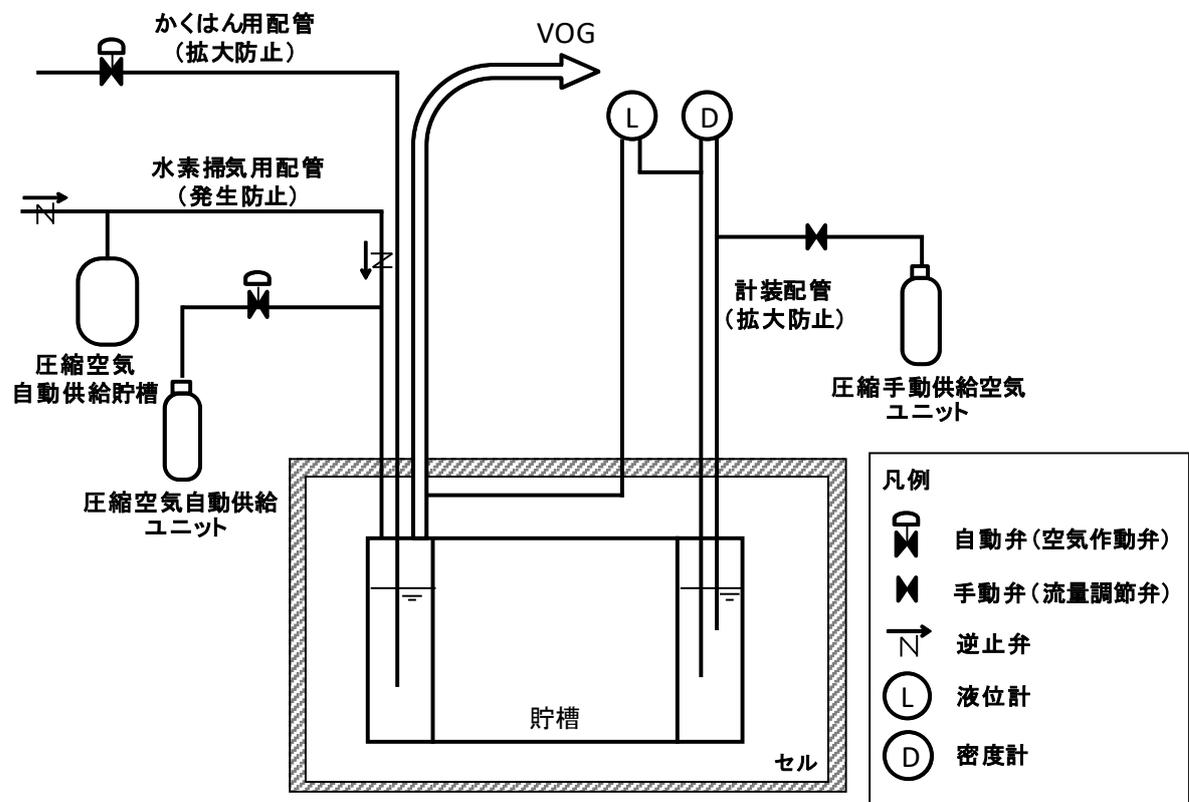


図4. 分離建屋及び精製建屋において圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の一般的な系統構成

図4に示すように，分離建屋及び精製建屋において，圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットが接続する機器の気相部へ直接圧縮空気を供給可能な配管は水素掃気配管のみであり，その他の配管は液浸配管である。

なお、液位計の気相部の計装配管は塔槽類排ガス処理設備の配管に接続しており、圧縮空気を機器内の気相部へ直接供給することができない。

機器内の液位は運転により変動するため、液浸配管から圧縮空気を供給する場合は、その水頭圧により圧縮空気の流量が変動し、必要な水素掃気流量を確保するための流量調整が必要となる。このため、水素掃気機能の喪失時において、圧縮空気供給を人の操作に頼ることなく、自動で速やかに供給する必要がある圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットについては、溶液の水頭圧の影響を受けない機器内の気相部へ供給することが適切である。

なお、補足説明資料 8-11 にて後述する圧縮空気手動供給ユニットについては、液浸配管に圧縮空気を供給するが、人の操作により流量調整を実施するため、必要な水素掃気流量を確保することができる。

## 5. 圧縮空気自動供給貯槽、圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量について

### 5. 1 圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、分離建屋及び精製建屋の圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器への圧縮空気を自動で供給する。

圧縮空気自動供給貯槽は、時間と共に貯槽内の圧力が低下することから、供給される圧縮空気の流量も時間と共に低下する。このため、圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気流量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに、機器内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる設計とする。圧縮空気の供給流量は、補足説明資料 8-6 に示す水素発生 G 値の不確かさを考慮し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始時点で、未然防止濃度以下に維持するための流量の 2 倍以上の流量を確保できる設計とする。

圧縮空気自動供給貯槽からの圧縮空気の供給継続時間の評価方法は以下のとおり。

圧縮空気自動供給貯槽から圧縮空気を供給する流路は、平常運転時に圧縮空気を供給する流路と大部分を共有している。このため、平常運転時の経路の抵抗を用いて水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量を供給するための圧縮空気自動供給貯槽の出口流量を求める。

水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量及び平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量の比率を下式により求める。

$$F_{ratio} = \frac{F_{8\ vol\ \%}}{F_{design}}$$

ここで、

$F_{ratio}$  : 水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量及び平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量の比率 (—)

$F_{8\ vol\ \%}$  : 水素爆発を想定する機器内の水素濃度を8 vol%以下に維持するために必要な圧縮空気流量 (m<sup>3</sup>/h [normal])

$F_{design}$  : 平常運転時の水素掃気用安全圧縮空気系からの圧縮空気流量 (m<sup>3</sup>/h [normal])

得られた比率に、平常運転時において水素爆発を想定する機器にそれぞれ供給されている圧縮空気の流量の建屋毎の和をかけることで、水素爆発を想

定する機器内の水素濃度を 8 v o 1 %以下に維持できる圧縮空気を供給するために必要な建屋入口での圧縮空気流量を求めることができる。

水素掃気機能が喪失した直後に、圧縮空気自動供給貯槽から供給される圧縮空気流量を初期圧縮空気流量とする。圧縮空気の供給に伴い圧縮空気自動供給貯槽の圧力が減少し、供給される空気流量も減少する。圧縮空気自動供給貯槽からの供給開始後 1 分毎の圧縮空気自動供給貯槽の圧力の減少は下式により求める。

$$\Delta P = P_0 \times \frac{F_{serve}}{60} \times \frac{1}{V} \times \frac{T + 273.15}{273.15}$$

ここで、

$\Delta P$  : 同一の空気流量で圧縮空気を 1 分間供給したときの圧力の減少量 (MP a)

$P_0$ : 初期圧力 (MP a), 0.1013 とした。

$F_{serve}$  : 圧縮空気自動供給から供給される各建屋入口での圧縮空気流量 ( $m^3/h$ )

$V$  : 圧縮空気自動供給貯槽の体積 ( $m^3$ )

$T$  : 圧縮空気自動供給貯槽内の空気温度 ( $^{\circ}C$ )

水素掃気配管は、オリフィスにより減圧し、減圧後の圧力で各機器に必要な圧縮空気が流れる設計としている。オリフィスにおける空気の乱流流れを考慮し、流量と圧力の関係式である以下の式から、圧力減少に伴う空気供給流量の減少を求める。

$$F'_{serve} = F_{serve} \times \left( \frac{P_{header} - \Delta P}{P_{header}} \right)^{1/2}$$

ここで、

$F'_{serve}$  : 圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建

屋入口での圧縮空気流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )

$P_{\text{header}}$  : 圧縮空気自動供給貯槽の圧力 (MPa)

圧縮空気自動供給貯槽から供給される減圧後の各建屋入口での圧縮空気流量が水素爆発を想定する機器内の水素濃度を 8 vol % 以下に維持できる圧縮空気を供給するために必要な建屋入口での圧縮空気流量を下回るまで圧力減少及び供給流量減少の評価を繰り返し、圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器に圧縮空気の供給が継続される時間を求める。

#### 5. 2 圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給貯槽から水素爆発を想定する機器への圧縮空気を自動で供給する。また、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する機器圧縮空気自動ユニットは、水素掃気配管の圧力が低下した場合に自動で圧縮空気を供給できる設計にすると共に、水素発生量の増加を考慮した場合に、十分な量の圧縮空気の供給継続ができるよう、手動で圧縮空気の供給を開始できる設計とする。

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットは、減圧弁により圧縮空気供給圧力を機械的に調整し、圧縮空気供給流量を一定に維持する設計とする。

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに、機器内の水素濃度を未然防止濃度未満に維持できる設計とする。圧縮空気の供給流量は、補足説明資料 8-6 に示す水素発生 G 値の不確かさを考慮し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始時点で、未然防止濃度以下に維持する

ための流量の2倍以上の流量を確保できる設計とする。また、溶液の沸騰又はかくはん効果による水素発生量の増加を想定した場合、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給開始までに未然防止濃度に至る可能性のある機器に対しては、未然防止濃度以下に維持するための流量の10倍以上の流量を確保できる設計とする。

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・硝酸プルトニウム貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.086\text{m}^3/\text{h}$
- ・混合槽A： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.066\text{m}^3/\text{h}$
- ・混合槽B： $0.033\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.066\text{m}^3/\text{h}$
- ・一時貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.086\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.31\text{m}^3/\text{h}$

<分離建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム溶液中間受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.12\text{m}^3/\text{h}$

<精製建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・プルトニウム溶液供給槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・油水分離槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・プルトニウム濃縮缶供給槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}(8\text{vol}\% \text{維持流量}) \times 2 = 0.116\text{m}^3/\text{h}$

- ・ プルトニウム溶液一時貯槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 2 = 0.116\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液受槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液一時貯槽： $0.065\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.65\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液計量槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ リサイクル槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液中間貯槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 希釈槽： $0.048\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 2 = 0.096\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 2 = 0.04\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第3一時貯留処理槽： $0.029\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 2 = 0.058\text{m}^3/\text{h}$

合計： $2.88\text{m}^3/\text{h}$

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気流量>

- ・ 硝酸プルトニウム貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 混合槽A： $0.033\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 混合槽B： $0.033\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 一時貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$

合計： $1.52\text{m}^3/\text{h}$

補足説明資料8-4 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 水素濃度計について

## 1. 水素濃度計の測定原理

水素掃気系統から圧縮空気が各機器に供給されていることは、各機器への水素掃気配管に設置する可搬型貯槽掃気圧縮空気流量計により確認する。また、セル導出ユニットに設置する可搬型セル導出ユニット流量計を用いて、供給した圧縮空気が水素爆発を想定する機器を經由して排出されることを確認する。さらに、代表機器の水素濃度を測定することで、水素濃度が上昇しないことを監視する。

機器内の水素濃度を測定するために用いる可搬型水素濃度計は、熱伝導式のものを用いる。熱伝導式の水素検出器は、第1図に示すとおり、白金線コイルにより加熱された検知素子にガスが接触すると、ガス固有の熱伝導率により熱放散の状態が変わり、検知素子の温度が変化する。この変化はガス濃度にほぼ比例することから、白金線の抵抗値の変化をブリッジ回路の偏差電圧として取り出し水素濃度を測定することができる。なお、機器内水素濃度の計測範囲0～25vol%において、計器仕様は最大±1.25vol%の誤差を生じる可能性があるが、この誤差があることを理解した上で、水素爆発を想定する機器内の水素濃度の推移、傾向（トレンド）を監視する。

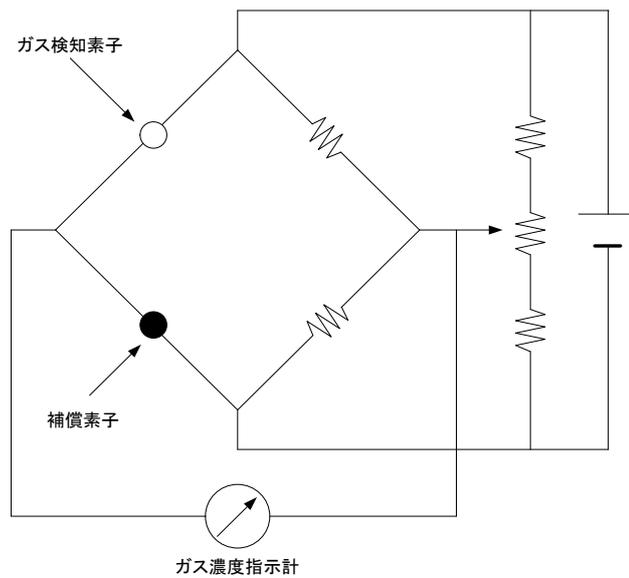


図 1 . 可搬型水素濃度計の測定原理の概要図

## 2. 可搬型水素濃度計の構成について

機器内の水素濃度の測定においては、以下の装置をユニット化した可搬型水素濃度計を用いて測定を行う。各装置及び配管は可能な限りステンレス鋼製とし、硝酸の影響を受け難いように設計する。

これにより使用する条件下において水素濃度測定への影響は十分小さい設計とする。

### (1) 冷却器

自然空冷式のコイル型冷却器である。冷却器はサンプリングガスを可搬型水素濃度計入口において予め冷却することにより、機器から吸入する可能性のある水蒸気及び硝酸蒸気を除去することで、水素濃度計本体の検出器の劣化を防止する。

### (2) 凝縮液回収容器

凝縮液回収容器は冷却器において発生した凝縮液を回収する容器である。凝縮液回収容器は凝縮液の液位をサイドグラスから目視できる設計とし、必要に応じて遮へい材を設置できる構成とする。凝縮水が蓄積した場合には、凝縮液を水素爆発を想定する機器内へ排出できる設計とする。

### (3) 吸着剤カラム

吸着剤カラムはソーダ石灰により硝酸蒸気を吸着する機能を有する。これにより、水素濃度計本体の劣化を防止する。

### (4) 真空ポンプ

真空ポンプは、水素濃度を測定する機器に設置される配管を介して、水素濃度の測定に必要なサンプリングガスを水素濃度計に導入する容量を有する。真空ポンプは防爆構造のポンプを採用し、必要に応じて

交換可能な設計とする。

(5) 水素濃度計

水素濃度計は、熱伝導式の汎用品を用いる。水素濃度計は防爆構造とし、ボルト操作等で容易に交換可能な設計とする。

(6) 電源装置及び指示計ユニット

電源装置は、バッテリー、DC/ACインバータ、充電器、AC/DCパワーサプライから構成され、外部電源からの給電無しで動作可能な設計とする。また、外部電源復旧後は、100Vの電源により充電及び動作可能な設計とする。指示計ユニットは水素濃度を容易に目視できるように設置する。

### 3. 可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟の可能性について

可搬型水素濃度計では、以下の理由から水素燃焼及び爆轟が生じないことを確認した。

機器内の水素濃度の測定は、水素爆発を想定する機器内に圧縮空気が供給されている状態に限定する。これにより、サンプリングガスは可燃限界濃度である4 vol %を超えないことから、可搬型水素濃度計内での水素燃焼及び爆轟は生じない。

#### 4. 可搬型水素濃度計からの水素漏えい防止及び汚染拡大対策

可搬型水素濃度計を用いた水素爆発を想定する機器内の水素濃度の計測は、計測後のガスを水素爆発を想定する機器内又は塔槽類廃ガス処理設備に戻す構成となっており、外部に対して閉じた系とし、系外への漏えいが発生しないよう、ステンレス鋼チューブと構成機器をカップラで接続する。

よって、可搬型水素濃度計からの水素漏えい及び汚染拡大の可能性は低い。

補足説明資料 8-5 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 水素掃気に必要な空気流量の計算方法について

## 1. はじめに

水素爆発を想定する機器について、機器内の気相部の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量の評価方法を概説する。

## 2. 評価の方法

機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量を以下のとおり評価する。

水素発生速度を下式より求める。以下の式は、再処理施設の設計及び工事の方法の認可申請書における火災及び爆発の防止設計の水素発生量の評価式と同等である。

水相のみの場合、

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times \left( Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq} \right)$$

ここで、

$F_{H_2}$  : 水素発生速度 (m<sup>3</sup>/h [normal])

$V_{aq}$  : 水相の液量 (m<sup>3</sup>)

$Q_{\alpha, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの  $\alpha$  崩壊熱量 (W/m<sup>3</sup>)

$Q_{\beta\gamma, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの  $\beta\gamma$  崩壊熱量 (W/m<sup>3</sup>)

$G_{\alpha, aq}$  : 水相での  $\alpha$  線の G 値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, aq}$  : 水相での  $\beta\gamma$  線の G 値 (Molecules/100eV)

V)

有機相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{org} \times \left( Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + Q_{\beta\gamma, org} \times G_{\beta\gamma, org} \right)$$

ここで,

$V_{org}$  : 有機相の液量 ( $m^3$ )

$Q_{\alpha, org}$  : 機器内の有機相の単位液量あたりの  $\alpha$  崩壊熱量 ( $W/m^3$ )

$Q_{\beta\gamma, org}$  : 機器内の有機相の単位液量あたりの  $\beta\gamma$  崩壊熱量 ( $W/m^3$ )

$G_{\alpha, org}$  : 有機相での  $\alpha$  線の G 値 (Molecules/100 eV)

$G_{\beta\gamma, org}$  : 有機相での  $\beta\gamma$  線の G 値 (Molecules/100 eV)

水相及び有機相が混在する場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times \left\{ V_{aq} \times \left( Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, aq} \right) + V_{org} \times \left( Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + \frac{V_{aq} \times Q_{\beta\gamma, aq} + V_{org} \times Q_{\beta\gamma, org}}{V_{aq} + V_{org}} \times G_{\beta\gamma, org} \right) \right\}$$

水素発生速度を用いて、以下の式より機器を可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量を求める (水素発生速度の算出に用いる

水素発生G値の詳細については、補足説明資料8－6を参照)。

$$F = \frac{F_{H2}}{0.04}$$

ここで、

F：可燃限界濃度未満に維持するために必要な空気流量

(m<sup>3</sup>/h [n o r m a l])

補足説明資料 8－6 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 設計条件としての水素発生G値について

### 1. はじめに

評価に設計条件として用いた水素発生G値について、設定根拠を整理する。

### 2. 評価に用いる水素発生G値

水素発生G値は、水、硝酸、有機溶媒等の溶液の種類により異なる。溶液毎の水素発生G値は、主に照射される放射線のエネルギーの違い、溶質、溶液濃度、かくはん状態の有無によって変化する。

重大事故の水素爆発を想定する機器において取り扱う溶液と、水素発生G値を設定するにあたり留意すべき事項を第1表にまとめた。水素発生G値の設定方針を2.1以降に示す。

第1表 水素発生G値に影響する項目

溶媒種類	主な溶質	放射線種類	濃度	その他
硝酸溶液	使用済燃料	$\alpha$ 線	1.5 から約 7mol/L	・かくはん、沸騰による気泡の発生
		$\beta$ 線, $\gamma$ 線		
	U, P u	$\alpha$ 線		
	核分裂生成物	$\alpha$ 線		・かくはん、沸騰による気泡の発生 ・溶質の影響
$\beta$ 線, $\gamma$ 線				
ドデカン	P u, T B P	$\alpha$ 線	—	・かくはん、沸騰による気泡の発生
		$\beta$ 線, $\gamma$ 線 ※	—	

※抽出等により核分裂生成物を含む硝酸溶液と接触する場合

#### 2.1. 硝酸溶液

##### 2.1.1. $\alpha$ 線

水相に  $\alpha$  線が照射されたの水素発生G値(以下「 $G_{\alpha}$ 」という。)は、

Sheppard の文献[1]に従う。

Sheppard の文献では、測定結果が第2表の通り整理されていることから、文献に記載されている $G_{\alpha}$ と硝酸濃度の関係に基づき内挿して $G_{\alpha}$ を求める。

第2表  $G_{\alpha}$ の硝酸濃度依存性

硝酸濃度 (mol/L)	$G_{\alpha}$ (/100eV)
1	0.28
2.4	0.13
4.2	0.059
6.6	0.057
8	0.024

## 2. 1. 2. $\beta\gamma$ 線

水相に存在する $\beta\gamma$ 線によるG値(以下「 $G_{\beta\gamma}$ 」)は Mahalman の文献[2]に従う。測定結果が第3表の通り整理されていることから、文献に記載されている $G_{\beta\gamma}$ と硝酸濃度の関係に基づき内挿して $G_{\beta\gamma}$ を求める。

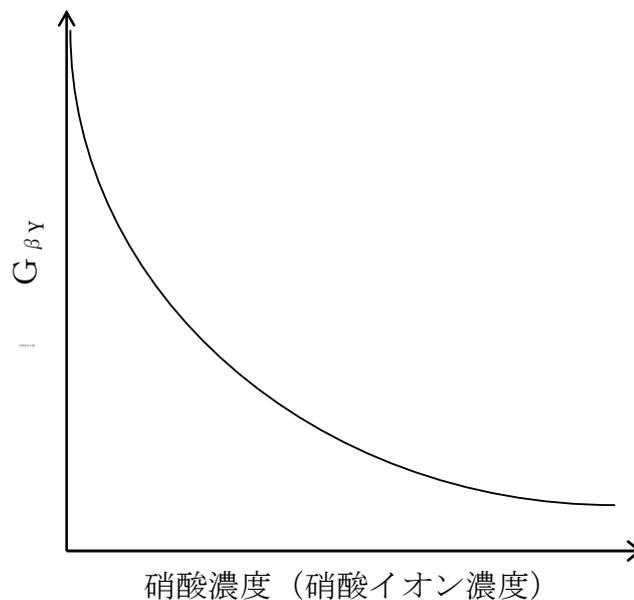
第3表  $G_{\beta\gamma}$ の硝酸濃度依存性

硝酸濃度 (mol/L)	$G_{\beta\gamma}$ (/100eV)
0.0012	0.43
0.0032	0.41
0.0079	0.37
0.031	0.34
0.15	0.25
0.31	0.19
0.51	0.15
0.8	0.11
1	0.091
2	0.053
3	0.042
4	0.035
6	0.02
8	0.018

また、Mahalman は $G_{\beta\gamma}$ の硝酸ナトリウム濃度依存性についても整理している（第4表参照）。 $G_{\beta\gamma}$ は第1図のように硝酸イオン濃度が高くなるほど指数関数的に低下する傾向を示すが、 $G_{\beta\gamma}$ の設定に当たっては平常運転時の遊離硝酸イオン濃度をもとに設定し、塩に含まれる硝酸イオンは考慮しない。

第4表  $G_{\beta\gamma}$ の硝酸ナトリウム濃度依存性

NaNO <sub>3</sub> 濃度 (mol/L)	$G_{\beta\gamma}$ (/100eV)
0.0012	0.42
0.0032	0.39
0.0079	0.39
0.027	0.32
0.15	0.24
0.31	0.19
0.51	0.15
0.7	0.12
1	0.096
2	0.059
3	0.045
4	0.038
6	0.029
7	0.025



第1図 硝酸濃度と水素発生 $G_{\beta\gamma}$ の関係の概要図

## 2. 1. 3. 温度依存性

### (1) $\alpha$ 線

水素発生量の温度依存性については、文献において報告がある。

Kuno らは、硝酸プルトニウム溶液からの  $\alpha$ 線による見かけの水素発生G値を調査しており、25°Cと70°Cにおいて見かけの水素発生G値に温度依存性がないとしている（表5参照）[3]。水素の測定にあたっては、容器の外部に50Hzのバイブレータを取り付けて容器を振動させて水素を気相中へ追い出した上で測定を行っており、4回の繰り返し測定による見かけの水素発生G値の平均値と平均偏差を算出している。

第5表 水素発生に与える溶液温度の影響※1（参考文献[3]を基に作成）

G (H <sub>2</sub> ) at 25°C	G (H <sub>2</sub> ) at 70°C※2	G (H <sub>2</sub> ) at 70°C※3
0.36±0.01	0.36±0.01	0.35±0.01

- ※1 Pu濃度 10.0 g/L, 硝酸濃度 0.6 M  
Pu(VI)濃度は70°Cにおいて全Pu濃度の45%  
G (H<sub>2</sub>)は4回の繰り返し測定における平均値±平均偏差
- ※2 溶液の温度を70°Cに維持
- ※3 溶液の温度を70°Cから25°Cに冷却

Sheppard も、硝酸プルトニウム溶液からの  $\alpha$ 線による見かけの水素発生G値を調査しており、10.5°C、25°C及び34°Cにおいて温度依存性がないことを報告している。水素の測定にあたっては、溶液のかくはんによる水素の追い出し操作は行っていないが、数十日の時間をかけて気相中へ移行した水素を測定しているものと推察される（第6表参照）[1]。

第6表 水素発生に与える溶液温度の影響（参考文献[1]を基に作成）

温度 (°C)	G (H <sub>2</sub> ), 硝酸濃度 4 M
10.5°C	0.054
25.0°C	0.059
34.0°C	0.058

一方、中吉らは、硝酸溶液への $\gamma$ 線照射による見かけの水素発生G値について、温度の上昇に伴い増加するという報告をしている（第2図参照）[4]。ただし、この見かけの水素発生G値については、溶液を静置した状態で気相部に自然放出される水素に関して整理した値である。また、中吉らは、 $\gamma$ 線照射後に静置し、その後溶液をかくはんすることにより気相中へ移行する水素の量が増加することを報告している（第3図参照）[4]。

以上を踏まえると、放射線分解により発生する水素の温度依存性は極めて小さく、気相中へ移行する水素量から算出される見かけの水素発生G値は、溶液のかくはん状態に影響を受けるところが大きいと考えられる。

このため、水素発生量が増加する可能性のある溶液の状態としては、溶液のかくはん効果が顕著に現れる沸騰後と考えるが、安全側に、文献において見かけの水素発生G値が変わらないことが報告されている70°Cを超えた場合に、水素発生量の増加を考慮する。

## (2) $\beta$ $\gamma$ 線

温度依存性について、 $\beta$ 線又は $\gamma$ 線の照射により確認された報告は、先述の中吉らの論文であるが、上述の考察のとおり溶液中に放射線分解により発生した水素が残存している可能性がある。このほかに、硝酸溶液に対して温度依存性を調査した報告はないと考えられる。このため、 $\beta$   $\gamma$ 線照射時の温度依存性について以下のとおり考察する。

$\alpha$ 線と $\beta$   $\gamma$ 線の違いは溶液に付与するエネルギーであり、エネルギーの違いによりP r i m a r y生成物の組成が変化する。この反応過程は $10^{-6}$ 秒オーダーである。このように極めて瞬間的な反応であるため、温度上昇による溶液の対流現象が放射線分解生成物の組成に与える影響は小さい

と考えられる。以上のことから、 $\beta\gamma$ 線についても、 $\alpha$ 線照射の場合の温度依存性と同じ取り扱いができると考える。

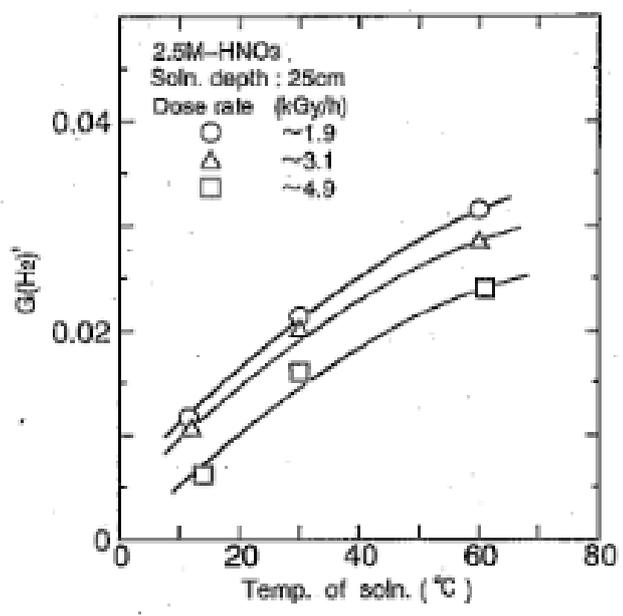


Fig. 7. Plots of  $G(H_2)'$  against temperature of solution

第2図 水素発生に与える溶液温度の影響[4]

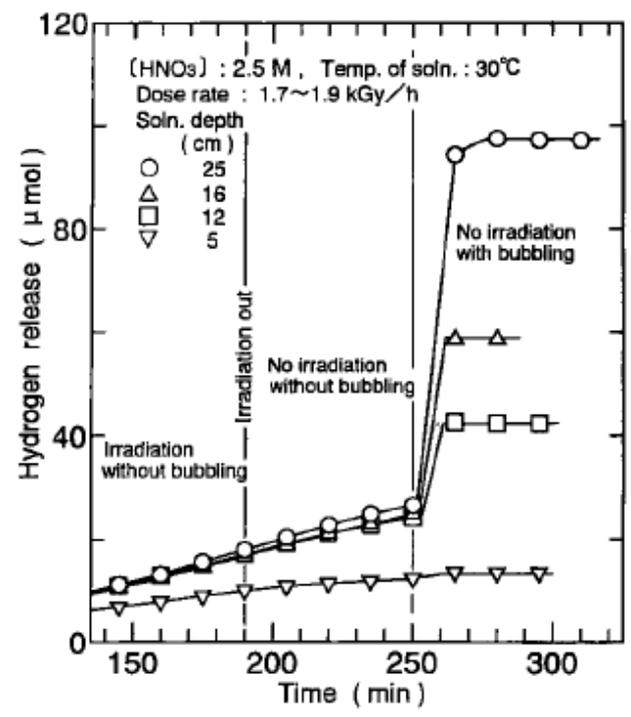


Fig. 3 Change in hydrogen release with time

第3図 水素放出に与えるかくはんの影響[4]

## 2. 1. 4. 溶液のかくはん及び沸騰時の水素発生G値

溶液のかくはん及び沸騰状態の水素発生G値への影響を考慮するため、2. 1. 3 (1) に記載のとおり、液浸配管を用いて機器に圧縮空気を供給する場合又は文献において見かけの水素発生G値が変わらないことが報告されている70°Cを超えた場合に、非沸騰時のG値と比べて仮に5倍になるとして評価する。5倍とした根拠は第7表に示す試験結果である。試験の概要を付録に記載する。

根拠とした試験は $\gamma$ 線を照射した結果である。沸騰時に見かけ上の水素発生G値が上昇するメカニズムは、沸騰により発生する気泡に生成した水素が移行し、気相へそのまま追い出されるからであること、先述のとおり線種の違いによる反応プロセスは $10^{-6}$ 秒と極めて速いことから、 $\alpha$ 線照射時におけるかくはん時及び沸騰時の水素発生G値への影響も同様と推察される。

このため、 $G_{\alpha}$ についても、かくはん時及び沸騰時の影響を考慮する場合は非沸騰時の $G_{\alpha}$ 値と比べて仮に5倍になるとして評価する。

第7表  $\gamma$ 線照射試験における見かけの水素発生G値

試験溶液		②模擬高レベル廃液			③硝酸		
濃度	$\text{NO}_3^-$ [mol/L]	3.4			2.1	7.4	
状態		静置	攪拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
G値		0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026
静置に対する増加割合		1	1.94	4.2	1	3.42	-

## 2. 1. 5. 溶質の影響

高レベル濃縮廃液貯槽、高レベル濃縮廃液一時貯槽、高レベル廃液混合槽、供給液槽及び供給槽の溶液の水素発生G値については、東海再処理工場の高レベル廃液から発生する水素の測定実績[5], [6]を踏まえ、当該貯

槽の硝酸濃度と同じ硝酸溶液の水素発生G値の 1/20 としている。これは、溶質として金属イオンが含まれていることに由来すると考えられているが、沸騰時に本低減効果を考慮できるか否かについては、実液で確認された試験はない。このため、沸騰時には水素発生G値を 1/20 とせず、水素発生G値に 2. 1. 4において設定した5倍を乗じて評価を行うこととする。

## 2. 2. 有機溶媒

混合比率約 30%の T B P / n - ドデカンの水素発生G値は、Rig[7]及び Holland[8]の試験結果に基づき 3 と設定している。それぞれの試験の概要は以下のとおり。

Rig の試験では有機溶媒と硝酸を共存させて  $\beta$  線及び  $\gamma$  線照射し、有機溶媒単体の場合と比較して硝酸が共存した場合に水素発生G値が半分程度に低下することを報告している。

Holland の試験では、30% T B P / n - ドデカンに  $\gamma$  線照射を行い、水素発生G値として 4 を得ている。

有機溶媒の放射線分解による水素発生の主要なメカニズムは、発生した水素ラジカルが有機溶媒の水素原子と結合するものであり、水素ラジカル同士の反応ではない。線種によるエネルギーの違いによる水素ラジカルの分布の違いは支配的にはならないことから、 $\alpha$  線、 $\beta$   $\gamma$  線ともに同じ水素発生G値を用いる。

## 2. 3. まとめ

上記の2. 1及び2. 2に基づき、評価に用いた水素発生G値を第8表に示す。

第8表 評価に用いる水素発生G値

	硝酸濃度 (mol/L)	G値			
		液浸配管を用いた圧縮空気の供給なし及び70°C以下		液浸配管を用いた圧縮空気の供給又は70°C超過 <sup>※1</sup>	
		$\alpha$	$\beta \gamma$	$\alpha$	$\beta \gamma$
		(Molecules/100eV)		(Molecules/100eV)	
硝酸溶液 (硝酸プルトニウム溶液)	1.5	0.23 <sup>[1]</sup>	— <sup>※2</sup>	1.2	— <sup>※2</sup>
	1.58	0.20 <sup>[1]</sup>	— <sup>※2</sup>	1.0	— <sup>※2</sup>
	1.75	0.19 <sup>[1]</sup>	— <sup>※2</sup>	0.95	— <sup>※2</sup>
	4.3	0.059 <sup>[1]</sup>	— <sup>※2</sup>	0.30	— <sup>※2</sup>
	7.0	0.048 <sup>[1]</sup>	— <sup>※2</sup>	0.24	— <sup>※2</sup>
硝酸溶液 (高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液)	1.0	0.014 <sup>[1]</sup>	0.0050 <sup>[2,5]</sup>	0.070 (1.4 <sup>※3</sup> )	0.025 (0.5 <sup>※3</sup> )
	2.0	0.0085 <sup>[1]</sup>	0.0030 <sup>[2,5]</sup>	0.043 (0.85 <sup>※3</sup> )	0.015 (0.3 <sup>※3</sup> )
硝酸溶液(その他)	1.5	0.23 <sup>[1]</sup>	0.065 <sup>[2]</sup>	1.2	0.33
	2.0	0.17 <sup>[1]</sup>	0.053 <sup>[2]</sup>	0.85	0.27
	2.6	0.12 <sup>[1]</sup>	0.045 <sup>[2]</sup>	0.60	0.23
	2.8	0.11 <sup>[1]</sup>	0.044 <sup>[2]</sup>	0.55	0.22
	3.0	0.11 <sup>[1]</sup>	0.042 <sup>[2]</sup>	0.55	0.21
有機溶媒(30%TBP+n-ドデカン)	—	3.0 <sup>[7,8]</sup>	— <sup>※2</sup>	15	— <sup>※2</sup>

※1 70°C超過のG値は70°C以下の5倍としている。

※2 プルトニウムが主であるため、 $\beta \gamma$ によるG値を用いていない。

※3 沸点超過後は、高レベル廃液の場合は1/20を考慮せずに、70°C以下のG値を5倍した値。

### 3. 参考文献

- [1] J. C. Sheppard, ALPHA RADIOLYSIS OF PLUTONIUM (IV)- NITRIC ACID SOLUTIONS, BNWL-751A, (1968).
- [2] H. A. Mahlman, THE OH YIELD IN THE  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$  RADIOLYSIS OF  $\text{HNO}_3$ , Journal of Chemical Physics, vol. 35, No. 3 (Sept, 1961).
- [3] Y. Kuno, T. Hina, J. Masui, "Radiolitically generated hydrogen and oxygen from plutonium nitrate solution," J. Nucl. Sci. Technol., 30, 919 (1993).
- [4] 中吉ら, 高レベル廃液からの放射線分解発生水素量の評価, (II) 静置状態の硝酸水溶液から放出される水素量の液深依存性, 日本原子力学会誌, Vol. 37, No. 12, (1995)
- [5] H. KINUHATA et al. THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : HYDROGEN CONCENTRATION IN THE VENTILATED TANK AIR. Nuclear Technology. 2015-02, vol. 189, no. 2.
- [6] HIROSHI KINUHATA et al. STUDY ON THE BEHAVIOR OF RADIOLYTICALLY PRODUCED HYDROGEN IN A HIGH-LEVEL LIQUID WASTE TANK OF A REPROCESSING PLANT : COMPARISON BETWEEN ACTUAL AND SIMULATED SOLUTIONS. Nuclear Technology. 2015-11, vol. 192, no. 2.
- [7] T. Rigg et al., RADIATION EFFECT IN SOLVENT EXTRACTIONS PROCESS, Prog. Nucl. Energ. Series III, Process Chem. Vol. 2, p320 (1958)
- [8] J. P. Holland et al., THE RADIOLYSIS OF DODECANE-TRIBUTYLPHOSPHATE SOLUTIONS, Nuclear Instruments and Method 153, p589 (1978)

溶液温度が 70°C を超過した場合の水素発生 G 値を 5 倍とした根拠について

溶液の攪拌及び沸騰状態の G 値への影響を調査するため、純水、硝酸溶液及び模擬高レベル廃液を用いて、 $\gamma$  線照射試験を行った。

### 1. 攪拌状態における水素発生 G 値測定試験

図 1 に示す試験装置を用いて、高レベル模擬廃液、純水をエアスターラーで攪拌しつつ、 $\gamma$  線照射を行い、気相部に発生した水素量から見かけの水素発生 G 値を評価した。

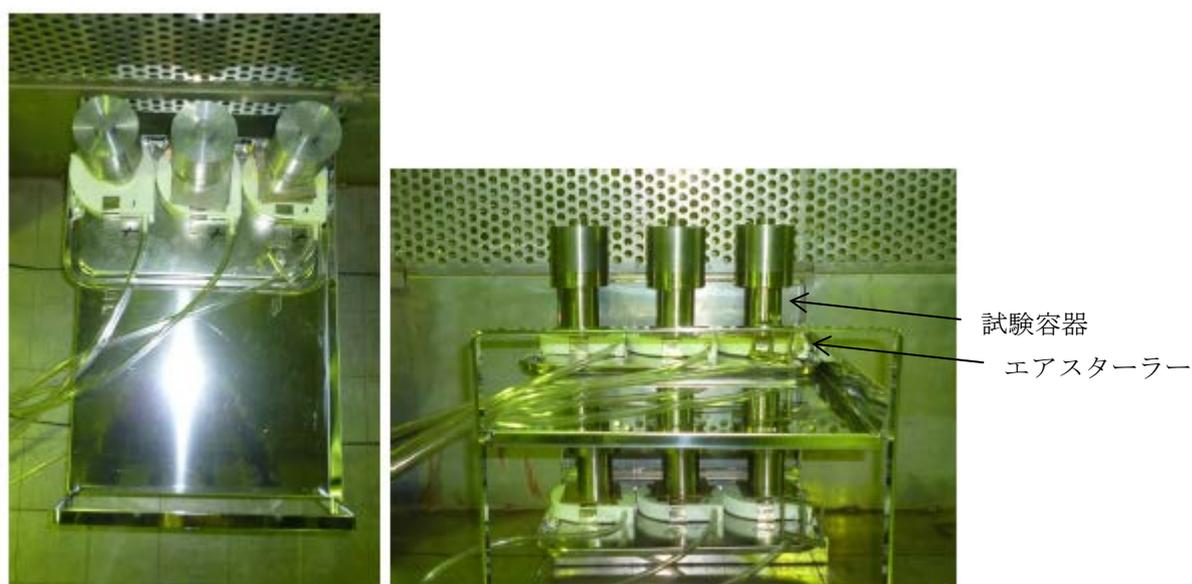


図 1. 攪拌状態における水素発生 G 値測定試験装置

### 2. 沸騰状態における見かけの水素発生 G 値測定試験

図 2 に示す試験装置を用いて、純水、高レベル模擬廃液、2 mol/L 硝酸、7 mol/L 硝酸を加熱し、沸騰状態の溶液に対して  $\gamma$  線照射を実施した。

同様の溶液について、静置状態で照射試験を行い、非沸騰時と沸騰時で見かけの水素発生G値を比較した。

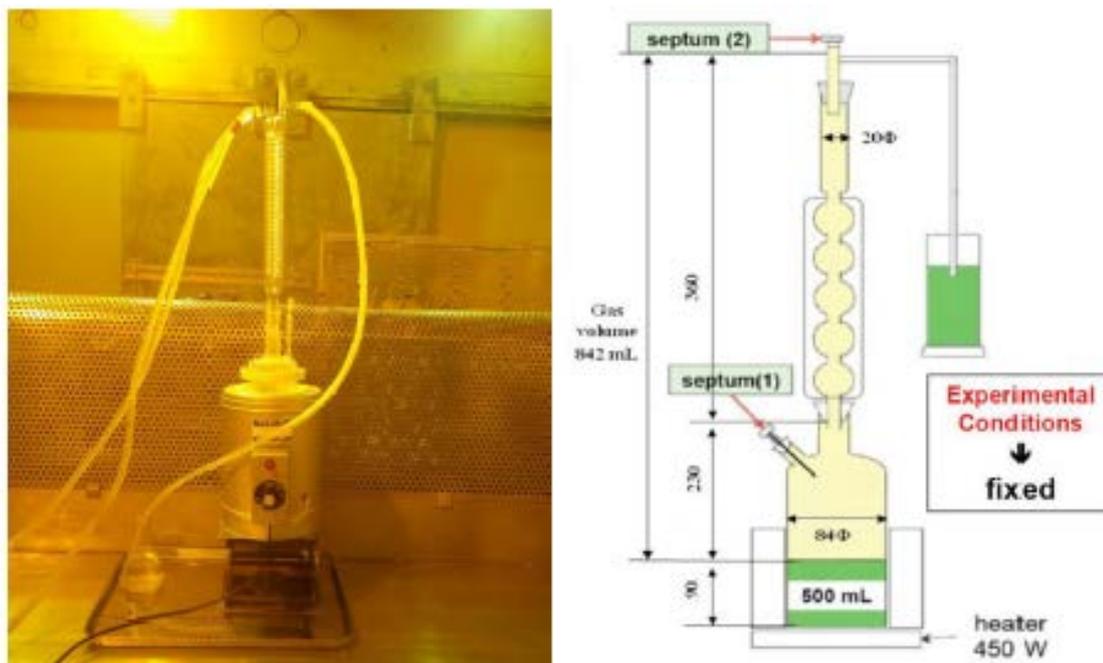


図 2. 沸騰状態における水素発生G値測定試験装置

### 3. 試験結果

試験結果の一覧を表 1 に示す。

水の場合で静置状態と沸騰状態の比は 2 倍以下となる。一方、模擬高レベル廃液の場合、静置状態と沸騰状態の比は 4.2 倍となる。また、硝酸溶液の場合、3.5 倍となっている。

表 1:  $\gamma$  線照射試験における見かけの水素発生G値

試験溶液		①純水			②模擬高レベル廃液			③硝酸		
濃度	$\text{NO}_3^-$ [mol/L]	—			3.4			2.1	7.4	
状態		静置	攪拌	沸騰	静置	攪拌	沸騰	静置	沸騰	沸騰
G 値		0.078	0.14	0.1	0.0015	0.0029	0.0063	0.024	0.082	0.026

評価に用いている水素発生G値は、非沸騰の値として、純水で 0.45、高レベル廃液で 0.006、2 mol/L の硝酸の場合で 0.053、7 mol/L の硝酸の場合

で 0.019 を用いている。評価に用いている水素発生G値を2倍することで、沸騰時のG値を包含できる。しかし、上述の静置状態と沸騰状態の比を勘案して、沸騰時のG値は静置状態の5倍として設定する。

補足説明資料 8-7 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

圧縮空気の排気経路以外からの放出に伴う被ばく線量

## 1. はじめに

全交流動力電源が喪失し、同時に安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失した場合は、安全圧縮空気系の空気貯槽（水素掃気用）から圧縮空気が自動的に供給される。圧縮空気の供給によって機器内の液面から気相中に移行した放射性物質は各建屋の塔槽類廃ガス処理設備からセル又は部屋に放出される。このため、前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋においては圧縮空気の供給を停止するとともに、各建屋では放出経路を塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニットに切り替えることで、放射性エアロゾルを高性能粒子フィルタにより除去することにより、空気の放出に伴う大気中への放射性物質の放出量を最低限に留める。

分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においては、圧縮空気自動供給貯槽及び圧縮空気自動供給ユニットにより空気の供給が継続するため、セルに導出するユニットの高性能粒子フィルタを介してセルに導出された空気の排気経路以外の経路からの放出は、可搬型排風機が起動するまでの間、継続することになる。

上述の状態について、一般公衆への被ばく線量を評価する。

## 2. 事象の推移及び放出経路の同定

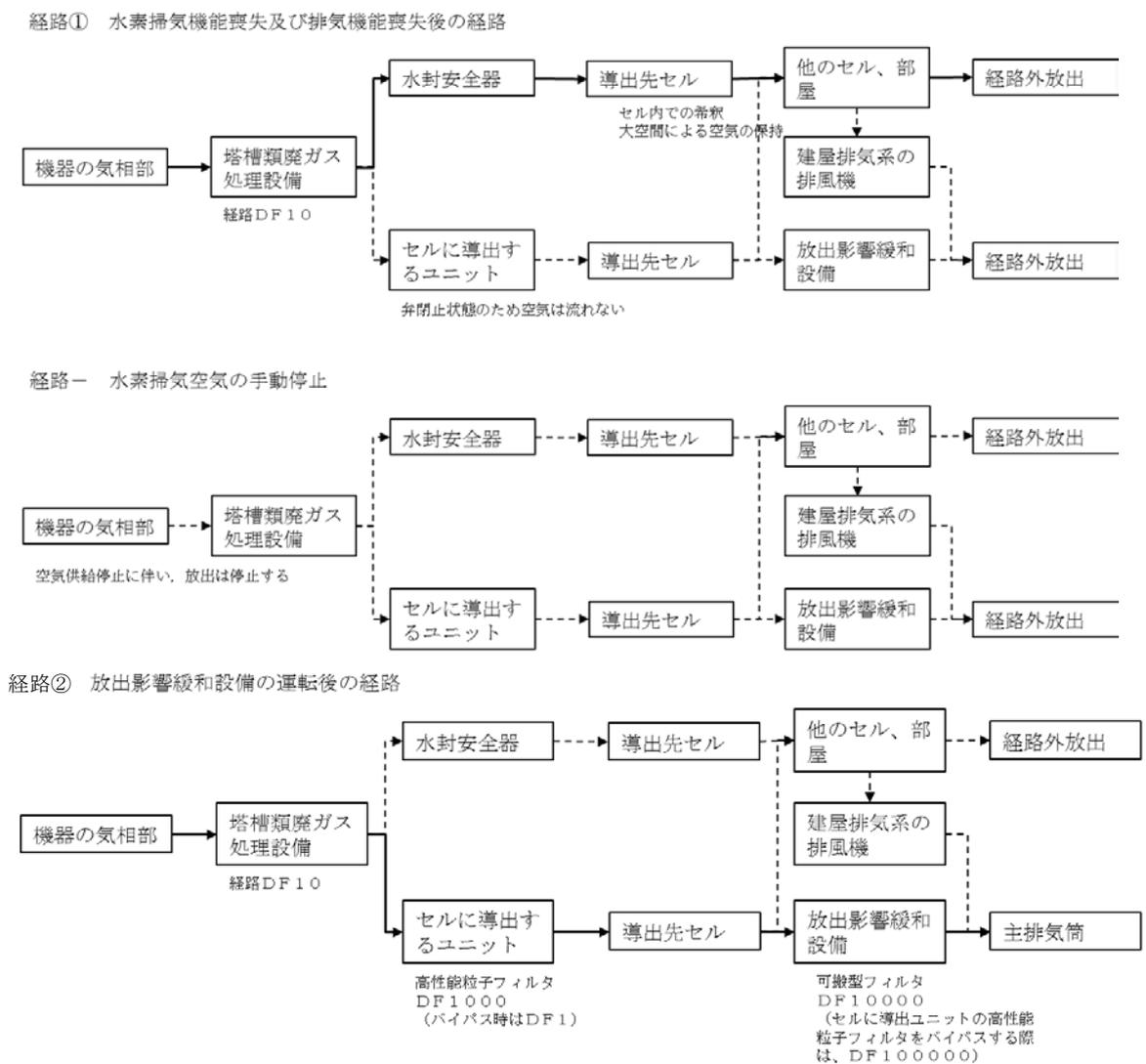
各建屋について、圧縮空気の放出の推移を整理する。

## 2.1 前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋

前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋に設置される機器は、機器

内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでに1日以上の時間余裕を有するという特徴がある。このため、放射性物質を含む圧縮空気の放出を防止するために、圧縮空気を停止し、圧縮空気の放出を停止した上で重大事故への対処が可能である。

したがって、放射性物質の放出による被ばく線量の対象となる経路は、第1図に示す経路①（以下、経路①-AA, KA）のみとなる。評価期間は、弁の手动閉止が可能な事故後45分となる。



第1図 前処理建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋の放出経路

現実的には、45 分の間に供給される圧縮空気量は 250m<sup>3</sup> 程度（概略ではあるが、空気貯槽容量 35m<sup>3</sup> に圧力比 0.7MPa/0.1MPa を乗じると 245m<sup>3</sup> となる）であり、建屋の体積は十萬 m<sup>3</sup> オーダーであることを考慮すると、ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。

可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路②-AA, KA）

## 2.2 分離建屋及び精製建屋

分離建屋及び精製建屋に設置される機器は、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短いため、圧縮空気自動供給貯槽を水素掃気系統に設けることにより、水素掃気機能喪失後でも自動的に圧縮空気が供給される設計とすることで時間余裕を延長しているという特徴がある。

このため、水素掃気機能喪失後に圧縮空気を停止すると、機器内における水素爆発が発生する可能性があるため、圧縮空気の供給を継続することから、2.1 と同じ経路①（経路①-AB, AC）が想定される。

その後、圧縮空気に同伴する放射性物質量を低減するために、高性能粒子フィルタを設けたセルに導出するユニットに放出経路を切り替える。セルに導出するユニットを介してセルへ放出された放射性物質は、可搬型排風機が起動する前は排気経路以外の経路から放出する。（経路②-AB, AC）

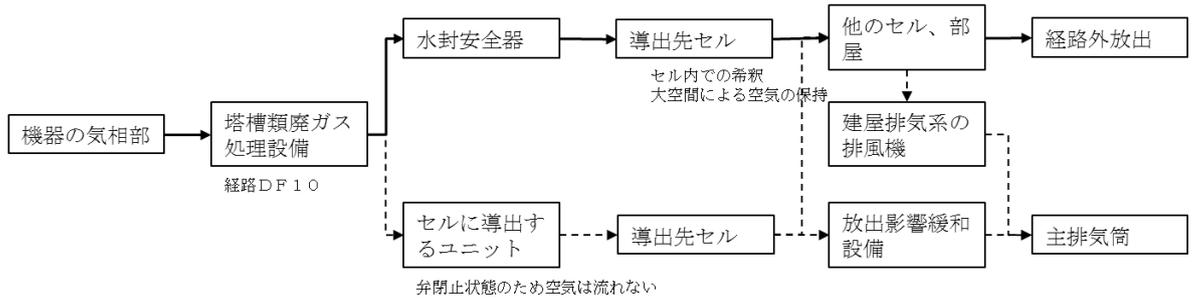
可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路③-AB, AC）

以上の放出経路をまとめて第 2 図に示す。

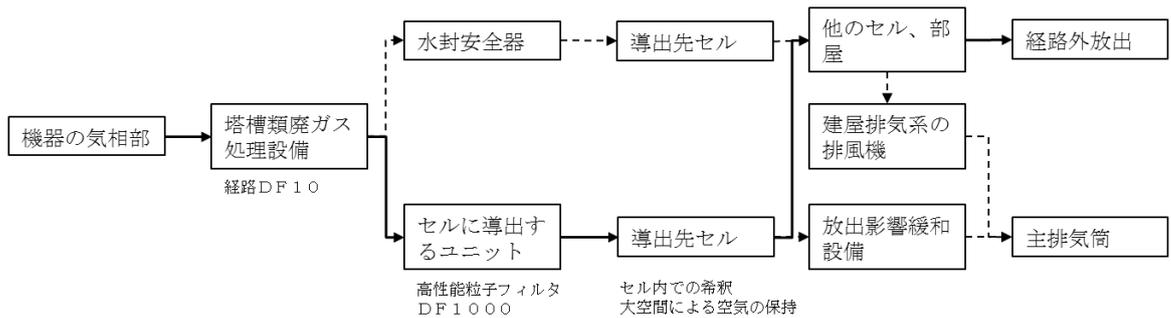
現実的には、圧縮空気自動供給貯槽の圧縮空気量は分離建屋で 120m<sup>3</sup> 程度（概略ではあるが、圧縮空気自動供給貯槽の容量 16m<sup>3</sup> に圧力比

0.7MPa/0.1MPa を乗じると 112m<sup>3</sup> となる), 精製建屋で 140m<sup>3</sup> 程度であり, 建屋の体積は十万 m<sup>3</sup> オーダーであることを考慮すると, ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。この場合, 建屋内の空気は代替換気設備の代替セル排気系の可搬型排風機が起動した後に緩やかに排風機側に引き込まれ, 可搬型フィルタを介して主排気筒放出するものと想定される。

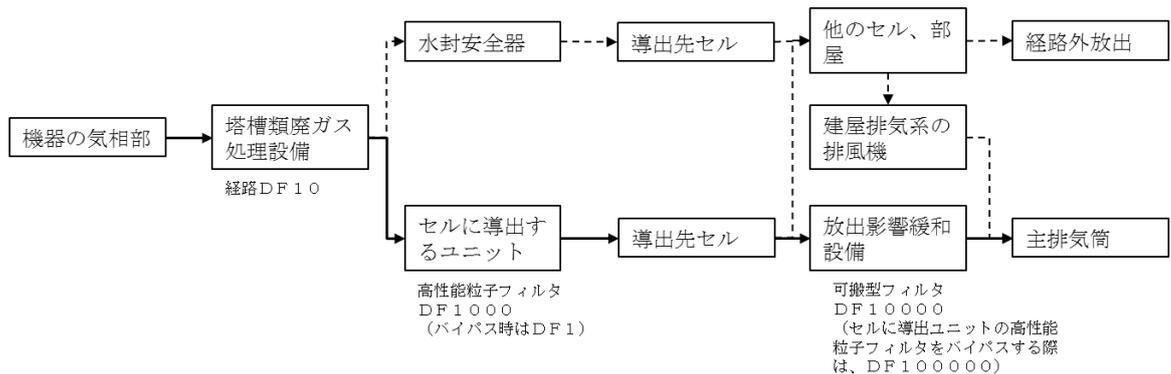
経路① 水素掃気機能喪失及び排気機能喪失後の経路



経路② セルに導出するユニット解放後の経路



経路③ 放出影響緩和設備の運転後の経路



第2図 分離建屋及び精製建屋の放出経路

### 2.3 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置される機器は、分離建屋及び精製建屋に設置される機器と同様、機器内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの時間余裕が短いため、圧縮空気自動供給ユニットを水素掃気系統上に設けることにより、水素掃気機能喪失後でも自動的に圧縮空気が供給される設計とすることで時間余裕を1日以上に延長しているという特徴がある。また、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋には水封安全器が無い、かつ、塔槽類廃ガス処理設備の排風機がルーツフロアではなく排風機の停止時に構造的に閉塞しないという特徴を有する。このため、主な放出経路は、塔槽類廃ガス処理設備の排風機前に存在する排風機の流量を調整するためのインリーク経路から部屋への放出である。インリーク経路は電源喪失時にフェイルオープンとなるため、大部分の空気はインリーク経路から放出されると考えられる。

また、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においても、水素掃気機能喪失後に圧縮空気を停止すると、機器内における水素爆発が発生する可能性があるため、圧縮空気の供給を継続することから、圧縮空気は塔槽類廃ガス処理設備から部屋へ放出され排気経路以外の経路から放出する（経路①-CA）。

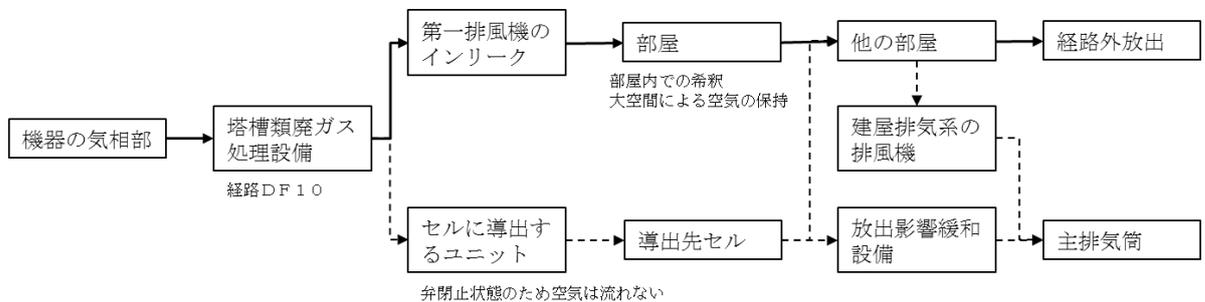
その後、圧縮空気に同伴する放射性物質量を低減するために、高性能粒子フィルタを設けたセルに導出するユニットに放出経路を切り替える。セルに導出するユニットを介してセルへ放出された放射性物質は、可搬型排風機が起動する前は排気経路以外の経路から放出する（経路②-CA）。

可搬型排風機が起動すると、代替換気設備の代替セル排気系の可搬型フィルタを介して主排気筒から放出される。（経路③-CA）

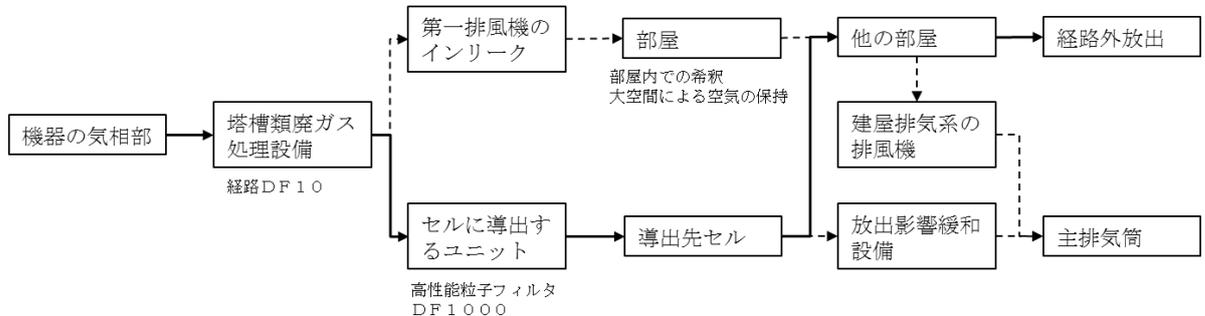
以上の放出経路をまとめて第3図に示す。

現実的には、圧縮空気ユニットの圧縮空気量は  $20\text{m}^3$  程度（概略ではあるが、ポンペ3本分の容量  $0.14\text{m}^3$  に圧力比  $14\text{MPa}/0.1\text{MPa}$  を乗じると  $19.6\text{m}^3$  となる）であり、建屋の体積は十万  $\text{m}^3$  オーダーであることを考慮すると、ほとんどの空気は建屋内に留まると想定される。この場合、建屋内の空気は代替換気設備の代替セル排気系の可搬型排風機が起動した後に緩やかに排風機側に引き込まれ、可搬型フィルタを介して主排気筒放出するものと想定される。

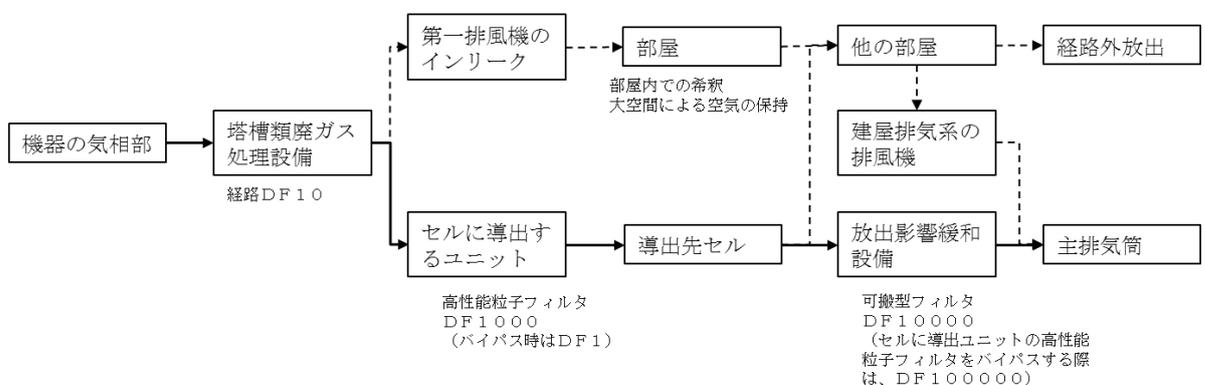
経路① 水素掃気機能喪失及び排気機能喪失後の経路



経路② セルに導出するユニット解放後の経路



経路③ 放出影響緩和設備の運転後の経路



第3図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の放出経路

### 3. 評価方法

#### 3.1 基本方針

各経路について敷地境界における最大個人線量を評価する。

これらの被ばく線量値を比較し、被ばく線量評価結果が大きな経路を、圧縮空気供給時の各建屋の代表線量とする。

#### 3.2 具体的評価手法

事故により生じたエネルギーによって放射性物質が気相へ移行する割合や、設備により除染される割合及び人間が呼吸しうる粒径の割合などをファクターとして考慮することによって放射性物質の放出量を簡易的に評価する手法、5因子<sup>(1)</sup>法を参考として放射性物質放出量を評価する。以下に計算式を示す。

$$ST_i = MAR_i \times DR \times ARF_i \div DFi \quad (1)$$

$$MAR_i = C_i \times M$$

ここで、

$ST_i$  :核種グループ i の放射性物質放出量(Bq)

$MAR_i$  :対象機器等における核種グループ i の放射性物質質量 (Bq)

$DR$  :MARのうち、各事象で影響を受ける割合(-)

$ARF_i$  :核種グループ i の放射性物質の気相への移行割合(-)

$DF_i$  :核種グループ i の放出経路における除染係数(-)

$C_i$  : 溶液組成の核種グループ i の濃度(Bq/m<sup>3</sup>)

$M$  : 溶液量(m<sup>3</sup>)

核種グループは、事故時に支配的になる核種として、Zr/Nb, Ru/Rh, Cs/Ba, Ce/Pr, Sr/Y, その他FP, Pu( $\alpha$ ), Am/Cm( $\alpha$ ), U( $\alpha$ )及びNp( $\alpha$ )を設定した。

放射性物質吸入による敷地境界外の実効線量DI(Sv)は、放射性物質放出量に相対濃度、呼吸率及び実効線量換算係数を乗じて求める。以下に計算式を示す。

$$D_i = \sum_i H_i \cdot B \cdot \chi / Q \cdot ST_i \quad (2)$$

ここで、

H:実効線量換算係数(Sv/Bq)

B:呼吸率(m<sup>3</sup>/s)

$\chi / Q$ :相対濃度(s/m<sup>3</sup>)

#### 4. 評価条件

##### 4.1. MARの設定

評価対象機器に内包する溶液中の放射性物質の濃度は、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度 45,000MWd / t・UPR, 照射前燃料濃縮度 4.5wt%, 比出力 38MW / t・UPR, 冷却期間 15年を基に算出した平常運転時の最大値とする。MARは、上記の放射性物質の濃度に基づき機器ごとに設定する。

##### 4.2 DRの設定

DRは事故時に発生するストレスにより放射性物質の放出に寄与する割合であり、気相部の水素爆発では溶液表面部分のみの影響であると想定される。このため、DRは1を下回ると考えられるが、厳しい結果を与える設定とし

てDR=1(機器内または対象となる場所に存在する放射性物質の全数が事象に寄与)と設定する。

#### 4.3 ARFの設定

圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する場合の放射性物質の割合は圧縮空気1m<sup>3</sup>当たり10mg(1×10<sup>-5</sup>kg/m<sup>3</sup>)とし、ARFは本値に応じて機器ごとに設定する。

$$ARF_i = \frac{1 \times 10^{-5} \times Q_i \times T}{V_i \rho_i} \quad (3)$$

ここで、

Q<sub>i</sub>:機器iに供給される圧縮空気流量(m<sup>3</sup>/h)

T:評価時間(h)

V<sub>i</sub>:機器i内の溶液量(m<sup>3</sup>)

ρ<sub>i</sub>:機器i内の溶液の密度(kg/m<sup>3</sup>)

ARFの算出に用いたパラメータを表1に示す。

#### 4.4 DFの設定

##### 4.4.1 排気経路以外の経路からの放出の場合

排気経路以外の経路からの放出の場合は、気相部に移行した放射性物質は水封安全器を介してセルに放出された後、複数のセル又は部屋を介して屋外に到達する。排気経路以外の経路からの放出は、放出経路が構築されるまでの時間に限定されることから、放射性物質が屋外に到達するまでの最短経路上のセル又は部屋の体積による希釈を考慮するとともに、セル又は部屋間の

壁のDF10を考慮して、放出パスの総合的な除染係数（DF<sub>g</sub>とする）を計算する。DF<sub>g</sub>は以下の式より計算する。計算に用いたパラメータを表2に示す。

$$DF_{g,j} = \prod_i \left( V_{cell,i} \cdot \frac{1}{V_{leak,j}} \cdot DF_{i \rightarrow i+1} \right) \quad (4)$$

ここで、

DF<sub>g, j</sub> : 機器 j の総合的な除染係数

V<sub>leak, j</sub> (m<sup>3</sup>) : 機器 j から爆発により膨張し、放出する気体の体積。爆燃を想定している。

V<sub>cell, i</sub> (m<sup>3</sup>) : 通過セル i の体積

V<sub>gas, j</sub> (m<sup>3</sup>) : 機器 j の気相部体積

DF<sub>i→i+1</sub> : 通過セル i から次の通過セル i+1 間の除染係数。壁一枚につき10とする<sup>(2)</sup>。

#### 4.4.2 主排気筒放出の場合

圧縮空気を供給することにより平常時の流量を超えることは無いため、高性能粒子フィルタの劣化は考慮しない。以下の通り除染係数を設定し、放出経路上に存在する機器を組み合わせる経路ごとに除染係数を定める。

セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタ : 10<sup>3</sup>

可搬型フィルタ（セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタをバイパスしている場合） : 10<sup>5</sup>

可搬型フィルタ（セルへ導出するユニットの高性能粒子フィルタをバイパスしていない場合）： $10^4$

塔槽類廃ガス処理設備の配管：10

高性能粒子フィルタへ至る前の配管の曲り及び機器による除染を考慮して、除染係数 10 を期待する。これは、水素爆発時であっても配管の曲り 1 つで除染係数 10 程度の効果があることが報告されていることに基<sup>(3)</sup>づく。

表1. A R Fの算出に用いたパラメータ

建屋 ※	機器	掃気流量 (m <sup>3</sup> /h)	液量 (m <sup>3</sup> )	密度 (k g /m <sup>3</sup> )	A R F (/h)
AA	ハル洗浄槽	2	0.2	1000	1.0E-07
AA	水バッファ槽	0.5	5	1000	1.0E-09
AA	中継槽	0.5	7	1410	5.1E-10
AA	リサイクル槽	0.5	2	1410	1.8E-09
AA	不溶解残渣回収槽	5	5	976	1.1E-08
AA	計量前中間貯槽	1.1	25	1410	3.2E-10
AA	計量・調整槽	0.9	25	1410	2.6E-10
AA	計量後中間貯槽	0.9	25	1410	2.6E-10
AA	計量補助槽	0.5	7	1410	5.1E-10
AA	中間ポット	0.5	■	1400	2.8E-08
AB	抽出塔	0.8	■	824	1.5E-08
AB	第1洗浄塔	0.5	■	824	8.8E-09
AB	第2洗浄塔	0.5	■	824	4.4E-09
AB	T B P洗浄塔	0.9	■	824	2.0E-08
AB	プルトニウム分配塔	0.5	■	760	5.2E-09
AB	ウラン洗浄塔	0.5	■	824	5.0E-08
AB	プルトニウム洗浄器	0.5	■	824	3.5E-09
AB	プルトニウム溶液受槽	0.5	3	1010	2.4E-09
AB	プルトニウム溶液中間貯槽	0.5	3	1100	2.2E-09
AB	第1一時貯留処理槽	1	■	824	1.5E-08
AB	第2一時貯留処理槽	0.5	3	760	3.1E-09
AB	第3一時貯留処理槽	0.6	20	1073	2.4E-10
AB	第4一時貯留処理槽	0.5	20	1073	2.4E-10
AB	第5一時貯留処理槽	0.5	3	1100	2.2E-09
AB	第6一時貯留処理槽	1.6	■	824	8.90E-08
AB	第7一時貯留処理槽	0.5	■	1073	2.4E-09
AB	第8一時貯留処理槽	0.5	■	824	5.4E-09
AB	第9一時貯留処理槽	0.65	10	1100	4.6E-10
AB	第10一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.1E-09
AB	第1洗浄器	0.5	■	824	1.1E-09
AB	高レベル廃液供給槽	0.5	20	1050	2.4E-10
AB	高レベル廃液濃縮缶	6.5	22	1460	1.8E-09
AB	溶解液中間貯槽	0.9	25	1410	2.3E-10
AB	溶解液供給槽	0.5	6	1410	6.0E-10
AB	抽出廃液受槽	0.5	15	1073	3.2E-10
AB	抽出廃液中間貯槽	0.5	20	1073	2.4E-10
AB	抽出廃液供給槽	1.2	60	1073	1.8E-10
AC	プルトニウム溶液供給槽	0.5	■	1100	1.2E-09
AC	抽出塔	0.5	■	824	3.6E-08
AC	核分裂生成物洗浄塔	0.5	■	824	4.7E-08
AC	逆抽出塔	0.5	■	824	5.1E-08
AC	ウラン洗浄塔	0.5	■	824	1.9E-07
AC	補助油水分離槽	0.5	■	1150	5.6E-08
AC	T B P洗浄器	0.5	■	1150	8.7E-08
AC	プルトニウム溶液受槽	0.5	■	1080	5.2E-09
AC	油水分離槽	0.5	■	1080	5.2E-09

補-8-7-12

■については商業機密の観点から公開できません。

建屋 ※	機器	掃気流量 (m <sup>3</sup> /h)	液量 (m <sup>3</sup> )	密度 (k g /m <sup>3</sup> )	A R F (/h)
AC	プルトニウム濃縮缶供給槽	0.8	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム溶液一時貯槽	0.8	■	1080	2.2E-09
AC	プルトニウム濃縮缶	0.5	■	1700	1.5E-08
AC	プルトニウム濃縮液受槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1	1.5	1620	4.2E-09
AC	プルトニウム濃縮液計量槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	リサイクル槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	希釈槽	1.6	■	1620	4.1E-09
AC	プルトニウム濃縮液中間貯槽	0.7	■	1620	4.5E-09
AC	第1一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.4E-08
AC	第2一時貯留処理槽	0.5	■	824	1.3E-08
AC	第3一時貯留処理槽	0.5	■	1080	1.6E-09
AC	第4一時貯留処理槽	0.5	■	1200	2.4E-09
AC	第7一時貯留処理槽	0.8	■	1080	4.6E-10
CA	硝酸プルトニウム貯槽	1	1	1580	6.4E-09
CA	混合槽	1	1	1570	6.4E-09
CA	一時貯槽	1	1	1580	6.4E-09
KA	高レベル濃縮廃液貯槽	32	120	1300	2.1E-09
KA	高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.3	25	1300	2.3E-09
KA	高レベル廃液混合槽	10	20	1300	3.9E-09
KA	供給液槽	3	5	1300	4.7E-09
KA	供給槽	1	2	1300	3.9E-09
KA	不溶解残渣廃液一時貯槽	4.5	5	976	9.3E-09
KA	不溶解残渣廃液貯槽	27	70	976	4.0E-09
KA	高レベル廃液共用貯槽	32	120	1300	2.1E-09

※A A : 前処理建屋, A B : 分離建屋, A C : 精製建屋, C A : ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋, K A : 高レベル廃液ガラス固化建屋

■については商業機密の観点から公開できません。

表 2. DF<sub>g</sub> の算出に用いたパラメータ

(水封安全器経由の場合)

建屋 ※ 1	塔槽類 廃ガス 処理設 備 経 路 DF (-)	セル・室による希積							建屋/ セル壁 DF (-)	DF <sub>g</sub> (-)
		V <sub>leak</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell11</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell12</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell13</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell14</sub> (m <sup>3</sup> )	<u>V<sub>cell15</sub></u> (m <sup>3</sup> )	DF (-)		
AA	10	17	1239	1071	1981	—	—	5×10 <sup>5</sup>	100	5×10 <sup>8</sup>
AB	10	<u>78</u>	161	110	4277	—	—	<u>20</u>	100	2×10 <sup>5</sup>
AC	10	37	129	119	6097	—	—	<u>70</u>	100	7×10 <sup>5</sup>
CA※ 2	10	<u>26</u>	1183	1127	—	—	—	<u>200</u>	10	2×10 <sup>5</sup>
KA	10	152	254	1801	902	2746	<u>487</u>	<u>700</u>	<u>100000</u>	7×10 <sup>8</sup>

(セル導出ユニット経由の場合)

建屋 ※ 1	塔槽類 廃ガス 処理設 備 経 路 DF (-)	セル導 出ユニ ット (-)	セル・室による希積					DF (-)	建屋/ セル壁 DF (-)	DF <sub>g</sub> (-)
			V <sub>leak</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell11</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell12</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell13</sub> (m <sup>3</sup> )	V <sub>cell14</sub> (m <sup>3</sup> )			
AB	10	1000	<u>73</u>	2832	4547	—	—	<u>2000</u>	10	<u>2×10<sup>8</sup></u>
AC	10	1000	<u>62</u>	6486	6097	—	—	10000	10	1×10 <sup>9</sup>
CA	10	1000	<u>18</u>	115	1183	—	—	<u>400</u>	10	<u>4×10<sup>7</sup></u>

※ 1 AA:前処理建屋、AB:分離建屋、AC:精製建屋、CA:ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋、KA:高レベル廃液ガラス固化建屋

※ 2 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋においては、塔槽類廃ガス処理設備のインリーク経由

#### 4.6 実効線量換算係数

実効線量換算係数は ICRP Pub 72<sup>(4)</sup> から核種毎の係数を調査し設定した。実効線量換算係数を表 3 に示す。

表 3 実効線量換算係数

核種グループ	呼吸摂取実効線量換算係数 (Sv/Bq)
Zr/Nb	$1.7 \times 10^{-8}$
Ru/Rh	$3.3 \times 10^{-8}$
Cs/Ba	$2.4 \times 10^{-9}$
Ce/Pr	$2.6 \times 10^{-8}$
Sr/Y	$8.1 \times 10^{-8}$
その他 FP	$2.9 \times 10^{-8}$
Pu	$3.5 \times 10^{-6}$
Am/Cm	$3.6 \times 10^{-5}$
U	$5.1 \times 10^{-6}$
Np	$4.2 \times 10^{-7}$

#### 4.7 相対濃度及び呼吸率

相対濃度は「再処理施設の設計基準事象選定<sup>(5)</sup>」に記載の値を用いた(表 4 参照)。呼吸率は再処理事業指定申請書に記載の  $3.33 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$  とした。

表 4 相対濃度一覧

放出点	$\chi/Q (\text{s}/\text{m}^3)$
主排気筒	$1.2 \times 10^{-6}$
前処理建屋	$9.5 \times 10^{-5}$
分離建屋	$9.3 \times 10^{-5}$
精製建屋	$7.7 \times 10^{-5}$
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	$7.8 \times 10^{-5}$
高レベル廃液ガラス固化建屋	$1.1 \times 10^{-4}$

### 5. 評価結果

評価結果を表 5 に示す。各建屋で支配的となる放出経路は初期の排気経路以外の経路からの放出であるが、平常時の年間の被ばく線量  $22 \mu\text{Sv}$  を下回ることを確認した。

表5 被ばく線量評価結果

建屋	経路名	除染係数	放出量 (TBq)	被ばく線量 (mSv)
AA, KA	経路①-AA, KA	表2の水封安全器経由の場合の値	AA: $6 \times 10^{-13}$ KA: $4 \times 10^{-11}$	AA: $3 \times 10^{-11}$ KA: $2 \times 10^{-9}$
AA, KA	経路②-AA, KA	$1 \times 10^8$	AA: $\frac{1 \times 10^{-10}}{3} \times 3$ KA: $\frac{9 \times 10^{-9}}{3} \times 3$	AA: $\frac{7 \times 10^{-11}}{3} \times 3$ KA: $\frac{5 \times 10^{-9}}{3} \times 3$
AB, AC	経路①-AB, AC	表2の水封安全器経由の場合の値	AB: $\frac{4 \times 10^{-8}}{3}$ AC: $4 \times 10^{-8}$	AB: $\frac{2 \times 10^{-6}}{3}$ AC: $2 \times 10^{-6}$
AB, AC	経路②-AB, AC	表2のセル導出ユニット経由の場合の値	AB: $3 \times 10^{-11}$ AC: $5 \times 10^{-11}$	AB: $1 \times 10^{-9}$ AC: $3 \times 10^{-9}$
AB, AC	経路③-AB, AC	$1 \times 10^8$	AB: $\frac{5 \times 10^{-10}}{3} \times 3$ AC: $\frac{3 \times 10^{-9}}{3} \times 3$	AB: $\frac{3 \times 10^{-10}}{3} \times 3$ AC: $\frac{3 \times 10^{-9}}{3} \times 3$
CA	経路①-CA	表2水封安全器経由の場合の値	$\frac{5 \times 10^{-8}}{3}$	$\frac{3 \times 10^{-6}}{3}$
CA	経路②-CA	表2のセル導出ユニット経由の場合の値	$6 \times 10^{-10}$	$3 \times 10^{-8}$
CA	経路③-CA	$1 \times 10^8$	$\frac{2 \times 10^{-9}}{3} \times 3$	$\frac{5 \times 10^{-9}}{3} \times 3$

※1：最初の1時間は平常時流量、その後、3時間10分経過までは8 vol% 維持流量で評価した。

※2：セル導出ユニットのフィルタを経由していることを想定。

※3：1日当たりの値

## 6. 参考文献

- (1) Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998.
- (2) Elizabeth M. Flew, B.A.J. Lister, “Assessment of the potential release of radioactivity from installations at AERE,” *HARWELL. Implications for Emergency Planning*, IAEA-SM-119/7, p653, 1969.
- (3) 小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.  
<https://confit.atlas.jp/guide/event/aesj2016s/proceedings/list>, (参照 2016-10-23).
- (4) ICRP publication 72: Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients, ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1) (1995)
- (5) 再処理施設の設計基準事象の選定(J/M-1004 改 7)、日本原燃(株)、三菱重工業(株)(平成 3 年 4 月)

補足説明資料8－8（28条）

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

可搬型空気圧縮機による圧縮空気の供給による  
水素濃度の推移について

1. はじめに

安全圧縮空気系の水素掃気機能が喪失すると、水素爆発を想定する機器の水素濃度が上昇し始める。水素濃度の上昇速度は、機器に貯蔵する溶液性状、崩壊熱量及び機器の空間容積に依存する。水素爆発未然防止濃度（8 v o 1 %）到達までの時間余裕が短い機器に対して、圧縮空気自動供給貯槽、圧縮空気自動供給ユニット、機器圧縮空気自動供給ユニット及び圧縮空気手動供給ユニットにより、圧縮空気を供給している間に可搬型空気圧縮機から圧縮空気を供給する。

本対策を実施した場合の、機器内の水素濃度の推移について以下に示す。

2. 評価方法

(1) 条件

評価条件の一覧を第 1 表に示す。

①対象機器

水素爆発を想定する機器すべてについて水素濃度の推移を評価する。

②初期水素濃度

補足説明資料 8 - 5 に示す計算方法で評価した水素発生速度及び水素掃気用安全圧縮空気流量及び水素発生速度から評価した値を用いる。

③空気の供給流量

i) 発生防止対策実施時の評価

発生防止対策実施時の評価においては、圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニット、機器圧縮空気自動供給ユニット、可搬型空気圧縮機からの空気の供給を考慮する。

圧縮空気自動供給貯槽からの空気の供給流量は、補足説明資料 8-3 の 5.1 に示す評価方法と同様に、圧力の減少に伴う流量の変化を逐次計算することにより決定する。また、空気の供給タイミングは  $t = 0$  とする。

圧縮空気自動供給ユニットからの空気の供給流量は補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量とする。また、空気の供給タイミングは  $t = 0$  とする。

圧縮空気自動供給貯槽又は圧縮空気自動供給ユニットから、機器圧縮空気自動供給ユニットへの切替えタイミングはタイムチャートに基づく時間とし、切換え後は機器圧縮空気自動供給ユニットから補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量の空気が供給されるとする。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給のタイミングは、タイムチャートに基づく時間とし、通常運転時の流量の空気が供給されるとする。

## ii) 拡大防止対策実施時の評価

拡大防止対策実施時の評価においては、圧縮空気手動供給ユニット、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給を考慮する。

手動圧縮空気ユニットからの空気の供給タイミングはタイムチャートに基づく時間とし、手動圧縮空気ユニットから補足説明資料 8-3 の 5.2 に示す流量が供給されるとする。

可搬型空気圧縮機からの空気の供給のタイミングは、タイムチャートに基づく時間とし、通常運転時の流量の空気が供給されるとする。

## ④空間容量

未然防止濃度に到達するまでの時間を評価する際に用いた空間容量を用いる。

⑤水素発生速度

初期の水素発生速度は、補足説明資料 8-5 と同様に評価した値を用いる。液温が 70℃に到達した場合又は液浸配管から空気を供給する場合には、初期の水素発生速度に対し水素発生速度を 5 倍とする。高レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液を取り扱う貯槽については、沸点 (102℃) 到達以降は初期の水素発生速度に対し水素発生速度を 100 倍とする。

(2) 評価方法

水素濃度の推移は以下の方法で評価する。

△t 分後における機器内の水素量  $m_{H_2 t_0 + \Delta t}$  を評価する。

$$\underline{Q_{H_2 t_0 + \Delta t} = Q_{H_2 t_0} + Q_{H_2 in} - Q_{H_2 out}}$$

ここで、

$$\underline{Q_{H_2 t_0} : \text{初期水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= \text{初期水素濃度} \times \text{空間容量}}$$

$$\underline{Q_{H_2 in} : \Delta t \text{ 分間に発生した水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= F_{H_2} / 60 \times \Delta t \text{ (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{F_{H_2} : \text{水素発生量速度 (m}^3\text{/h)}}$$

$$\underline{Q_{H_2 out} : \Delta t \text{ 分間で機器から出る水素量 (m}^3\text{)}}$$

$$\underline{= C_0 \times (F_{H_2} + F_{air}) / 60 \times \Delta t}$$

$$\underline{C_0 : \text{初期水素濃度 (-)}}$$

$$\underline{F_{air} : \text{空気の供給流量 (m}^3\text{/h)}}$$

( $\Delta t$  分間において、発生した水素及び供給した空気により、機器外に水素が押し出されると想定)

同様に、さらに $\Delta t$  分後の機器内の水素量 $Q_{H_2 t 0 + \Delta t + \Delta t}$ を評価し、必要な回数を繰り返すことにより、機器内の水素濃度の推移を評価する。

第1表 主な評価条件

建屋	機器名称	機器気相部 体積 (m <sup>3</sup> )	水素発生 速度 F <sub>H<sub>2</sub></sub> (初期値) (m <sup>3</sup> /h)	発生速度 F <sub>H<sub>2</sub></sub> (70℃に到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) (m <sup>3</sup> /h)	空気供給流量 F <sub>air</sub> (可搬型空気圧縮 機) (m <sup>3</sup> /h)	空気供給流量 F <sub>air</sub> (機器圧縮空気自動 供給ユニット, 手動 圧縮空気ユニット) (m <sup>3</sup> /h)
前処理 建屋	中継槽 A	2.7	2.2E-03	1.1E-02	0.50	—
	中継槽 B	2.7	2.2E-03	1.1E-02	0.50	—
	計量前中間貯槽 A	7.8	7.6E-03	3.8E-02	1.1	—
	計量前中間貯槽 B	7.8	7.6E-03	3.8E-02	1.1	—
	計量・調整槽	7.8	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	計量後中間貯槽	7.8	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	計量補助槽	1.6	1.6E-03	8.0E-03	0.50	—
	プルトニウム溶液受槽	0.15	1.2E-03	5.8E-03	0.50	0.040
	プルトニウム溶液中間貯槽	0.15	1.2E-03	5.8E-03	0.50	0.040
	第2一時貯留処理槽	0.15	1.6E-03	7.8E-03	0.50	0.040
分離建屋	第3一時貯留処理槽	11	3.8E-03	1.9E-02	0.60	—
	第4一時貯留処理槽	11	3.2E-03	1.6E-02	0.50	—
	高レベル廃液濃縮缶 A	31	4.6E-02	2.3E-01	6.5	—
	溶解液中間貯槽	11	5.7E-03	2.9E-02	0.90	—
	溶解液供給槽	2.3	1.4E-03	6.9E-03	0.50	—
	抽出廃液受槽	4.4	2.0E-03	9.7E-03	0.50	—
	抽出廃液中間貯槽	4.1	2.6E-03	1.3E-02	0.50	—
	抽出廃液供給槽 A	18	8.1E-03	4.1E-02	1.2	—
	抽出廃液供給槽 B	18	8.1E-03	4.1E-02	1.2	—

(つづき)

建屋	機器名称	機器気相部 体積 (m <sup>3</sup> )	水素発生 速度F <sub>H2</sub> (初期値) (m <sup>3</sup> /h)	発生速度F <sub>H2</sub> (70°Cに到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) (m <sup>3</sup> /h)	空気供給流量F <sub>alt</sub> (可搬型空気圧縮 機) (m <sup>3</sup> /h)	空気供給流量F <sub>alt</sub> (機器圧縮空気自動供 給ユニット, 手動圧縮 空気ユニット) (m <sup>3</sup> /h)
精製建屋	ブルトニウム溶液供給槽	0.26	1.5E-03	7.4E-03	0.50	0.040
	ブルトニウム溶液受槽	0.088	1.4E-03	7.0E-03	0.50	0.040
	油水分離槽	0.11	1.4E-03	7.0E-03	0.50	0.040
	ブルトニウム濃縮缶供給槽	0.18	4.7E-03	2.3E-02	0.80	0.12
	ブルトニウム溶液一時貯槽	0.19	4.7E-03	2.4E-02	0.80	0.12
	ブルトニウム濃縮缶	0.24	7.1E-04	3.6E-03	0.50	—
	ブルトニウム濃縮液受槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	ブルトニウム濃縮液一時貯槽	0.10	5.2E-03	2.6E-02	0.80	0.65
	ブルトニウム濃縮液計量槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	リサイクル槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	希釈槽	0.11	3.9E-03	1.9E-02	1.6	0.096
	ブルトニウム濃縮液中間貯槽	0.13	3.4E-03	1.7E-02	0.70	0.42
	第2一時貯留処理槽	0.12	1.3E-03	6.2E-03	0.50	0.040
	第3一時貯留処理槽	0.18	2.4E-03	1.2E-02	0.50	0.058
	第7一時貯留処理槽	2.8	6.5E-03	3.2E-02	0.80	—
ウラン・ ブルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸ブルトニウム貯槽	0.33	3.5E-03	1.8E-02	1	0.43
	混合槽 A	0.33	2.7E-03	1.3E-02	1	0.33
	混合槽 B	0.33	2.7E-03	1.3E-02	1	0.33
	一時貯槽	0.33	3.5E-03	1.8E-02	1	0.43

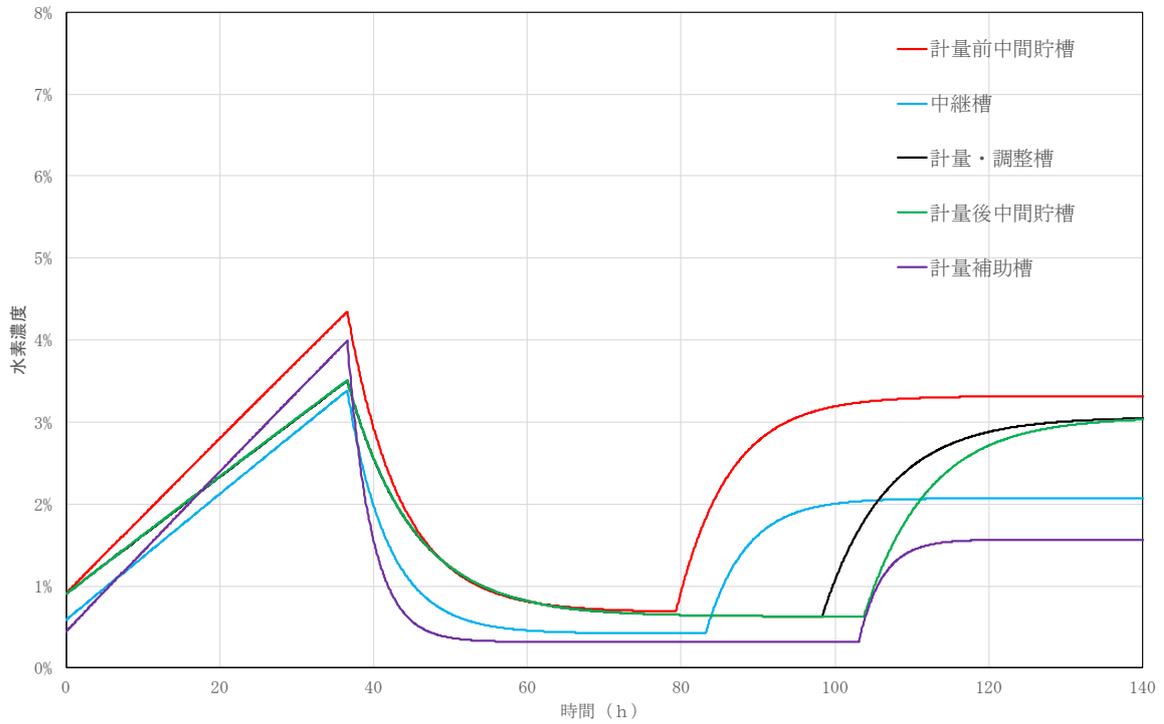
補 8-8-6

(つづき)

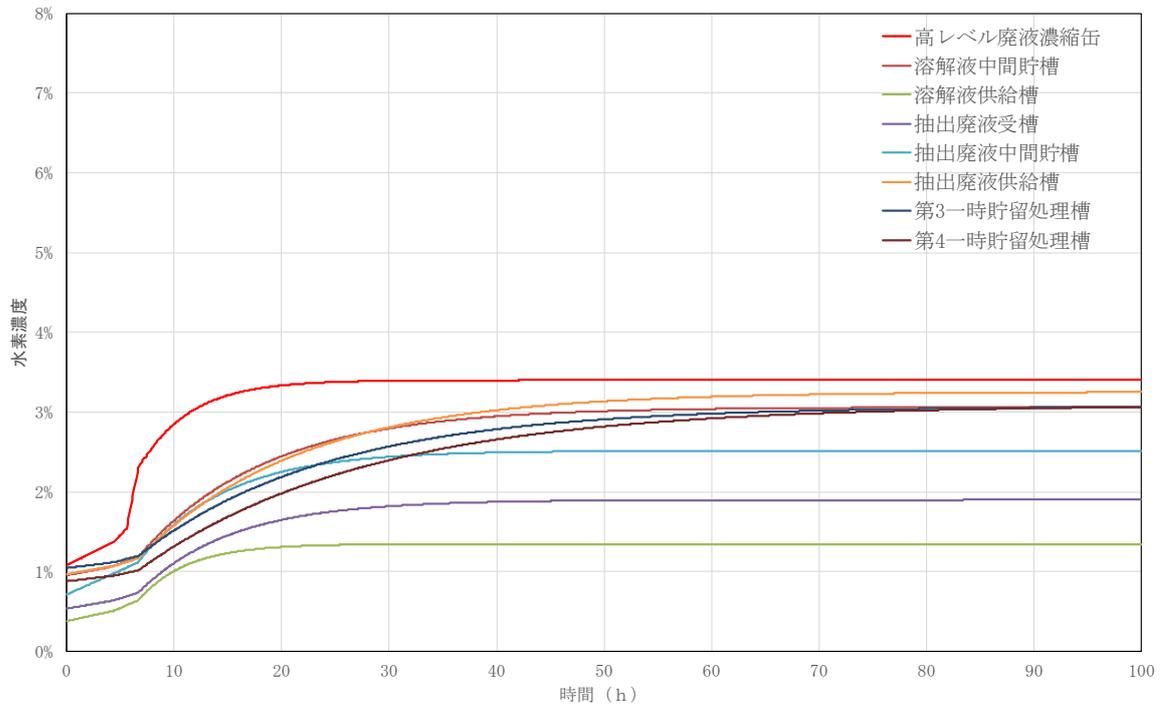
建屋	機器名称	機器気相部 体積 ( $m^3$ )	水素発生 速度 $F_{H_2}$ (初期値) ( $m^3/h$ )	沸騰時水素 発生速度 $F_{H_2}$ ( $70^\circ C$ に到達後又は 液浸配管からの空気 の供給時) ( $m^3/h$ )	発生速度 $F_{H_2}$ (沸点 ( $102^\circ C$ ) 到 達以降) ( $m^3/h$ )	空気供給流量 $F_{air}$ (可搬型空気圧縮 機) ( $m^3/h$ )	空気供給流量 $F_{air}$ (機器圧縮空 気自動供給ユ ニット, 手動 圧縮空気ユニ ット) ( $m^3/h$ )
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	第1高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.2E-02	6.1E-02	1.2E+00	32	—
	第2高レベル濃縮廃液貯槽	12	1.2E-02	6.1E-02	1.2E+00	32	—
	第1高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.5E-02	2.9E-01	7.3	—
	第2高レベル濃縮廃液一時貯槽	7.6	2.9E-03	1.5E-02	2.9E-01	7.3	—
	高レベル廃液混合槽 A	7.9	3.8E-03	1.9E-02	3.8E-01	10	—
	高レベル廃液混合槽 B	7.9	3.8E-03	1.9E-02	3.8E-01	10	—
	供給液槽 A	3.3	9.4E-04	4.7E-03	9.4E-02	3	—
	供給液槽 B	3.3	9.4E-04	4.7E-03	9.4E-02	3	—
	供給槽 A	1.1	3.8E-04	3.8E-04	3.8E-02	1	—
	供給槽 B	1.1	3.8E-04	1.9E-03	3.8E-02	1	—

### 3. 評価結果

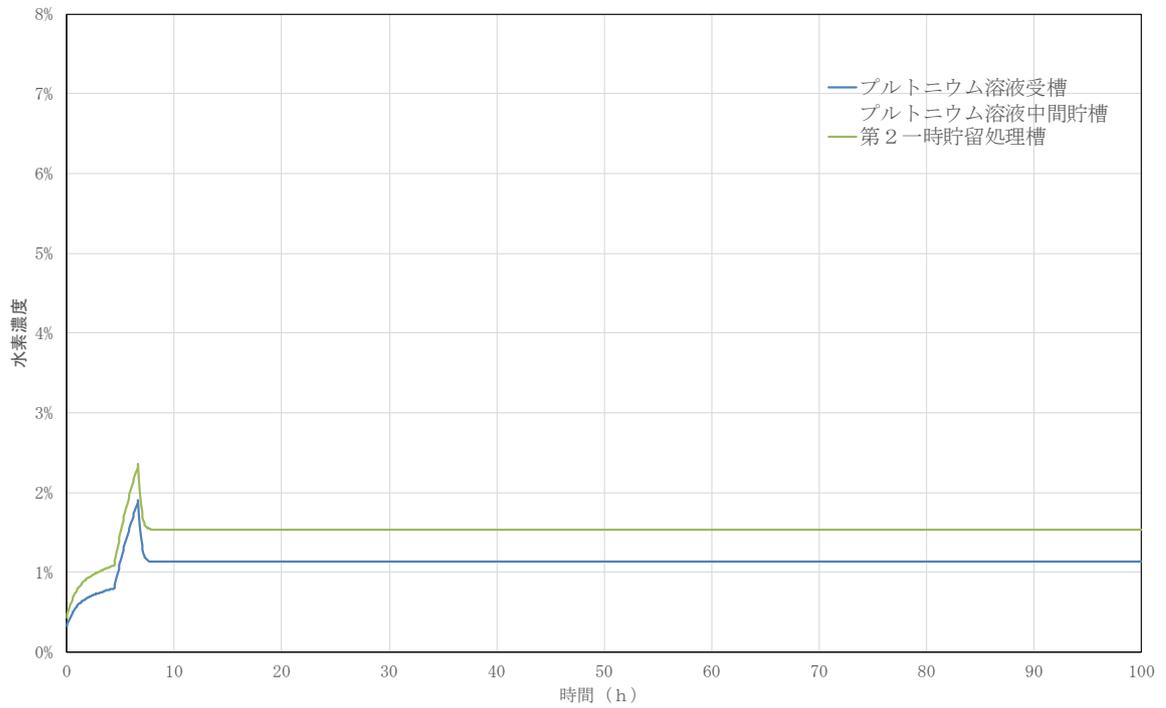
機器内水素濃度の推移について評価結果を図1から図14に示す。



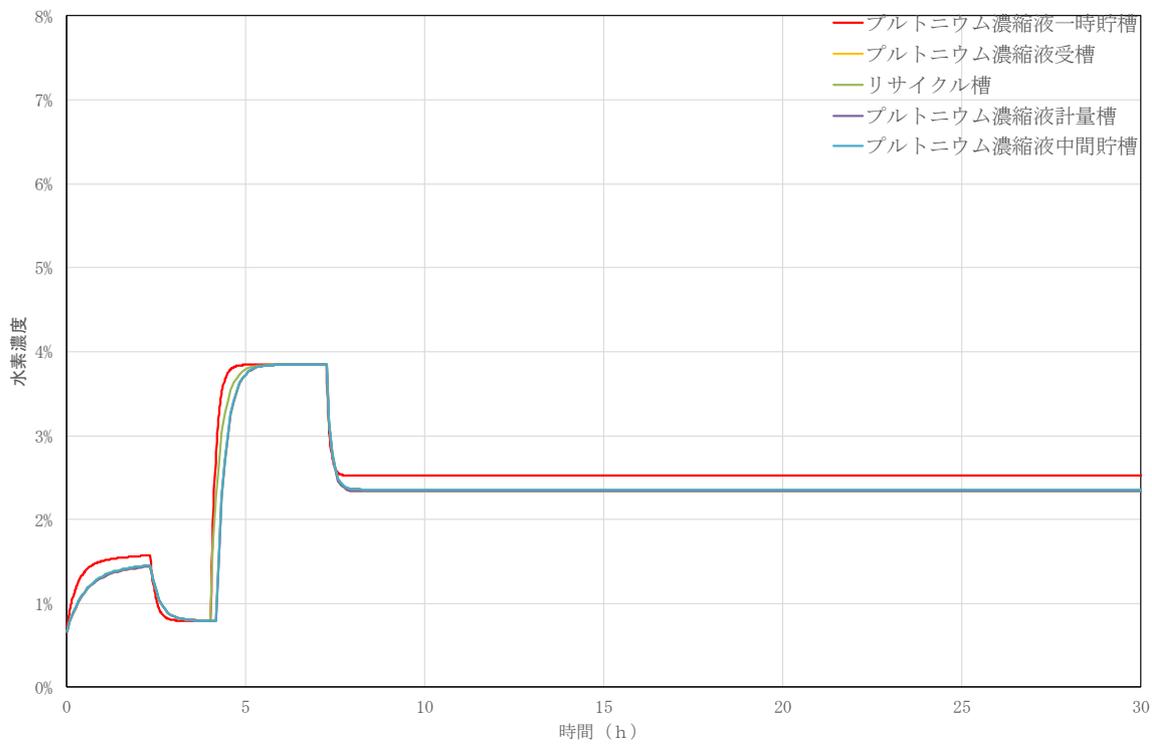
第1図 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）



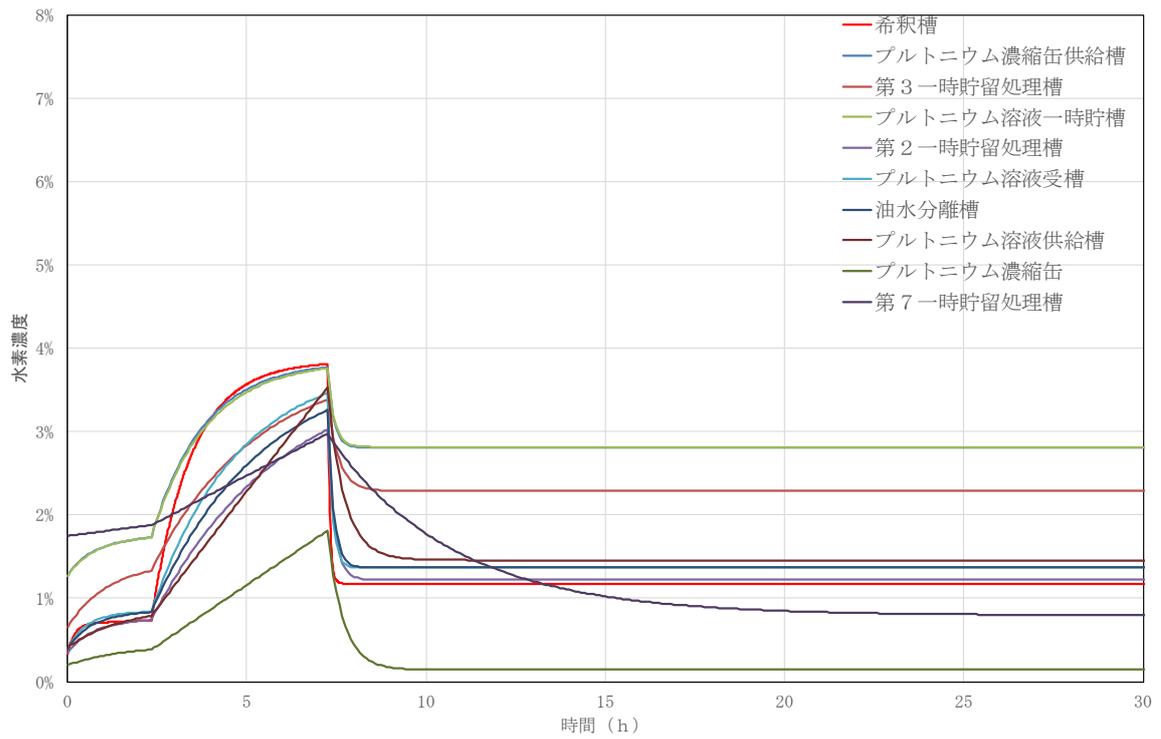
第2図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（1 / 2）



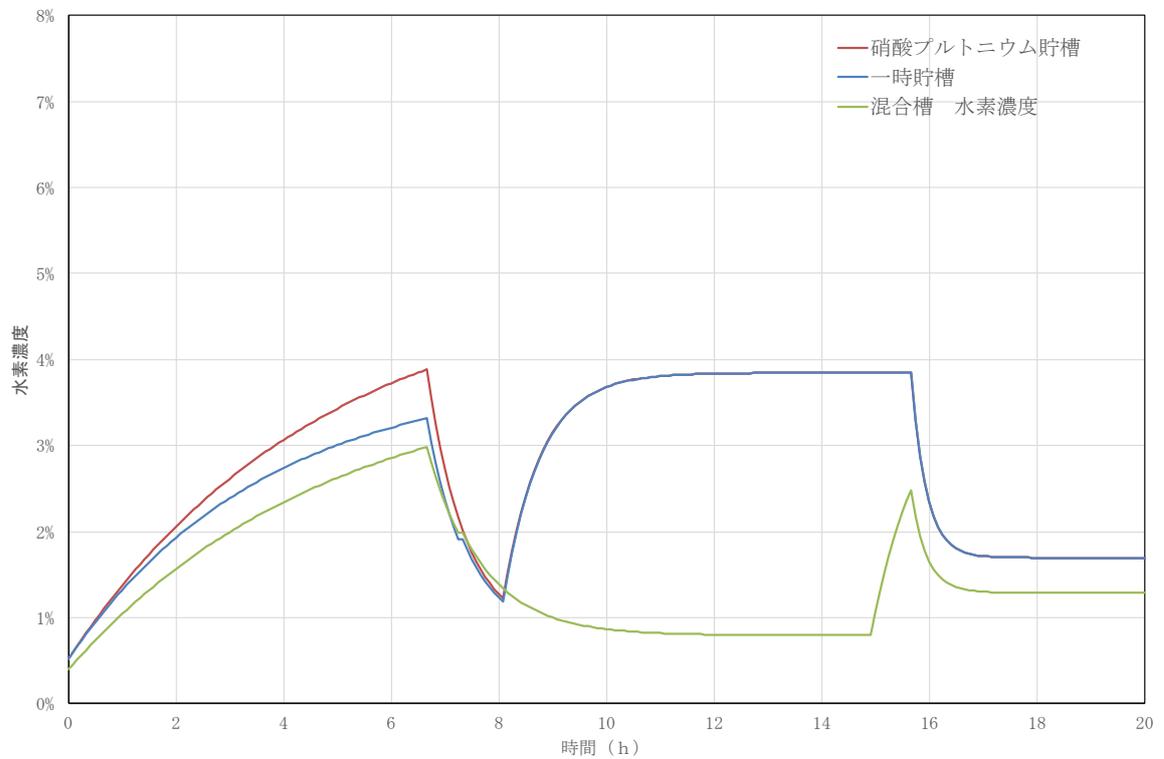
第3図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（2 / 2）



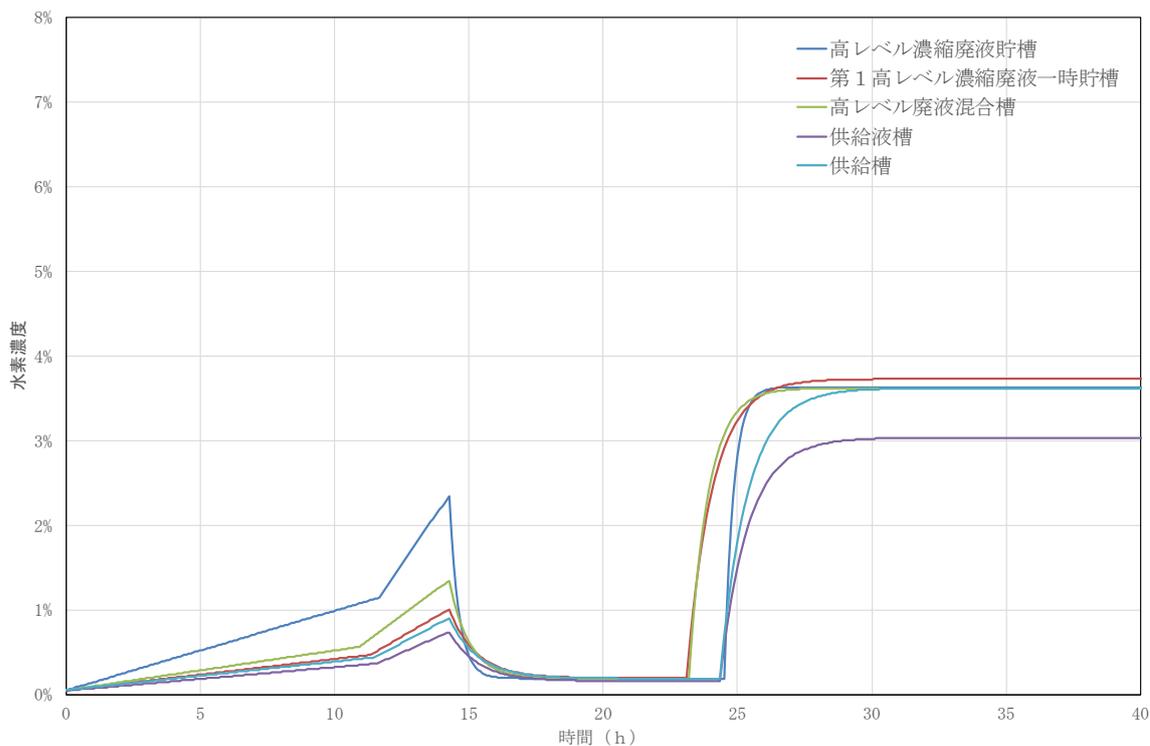
第4図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（1 / 2）



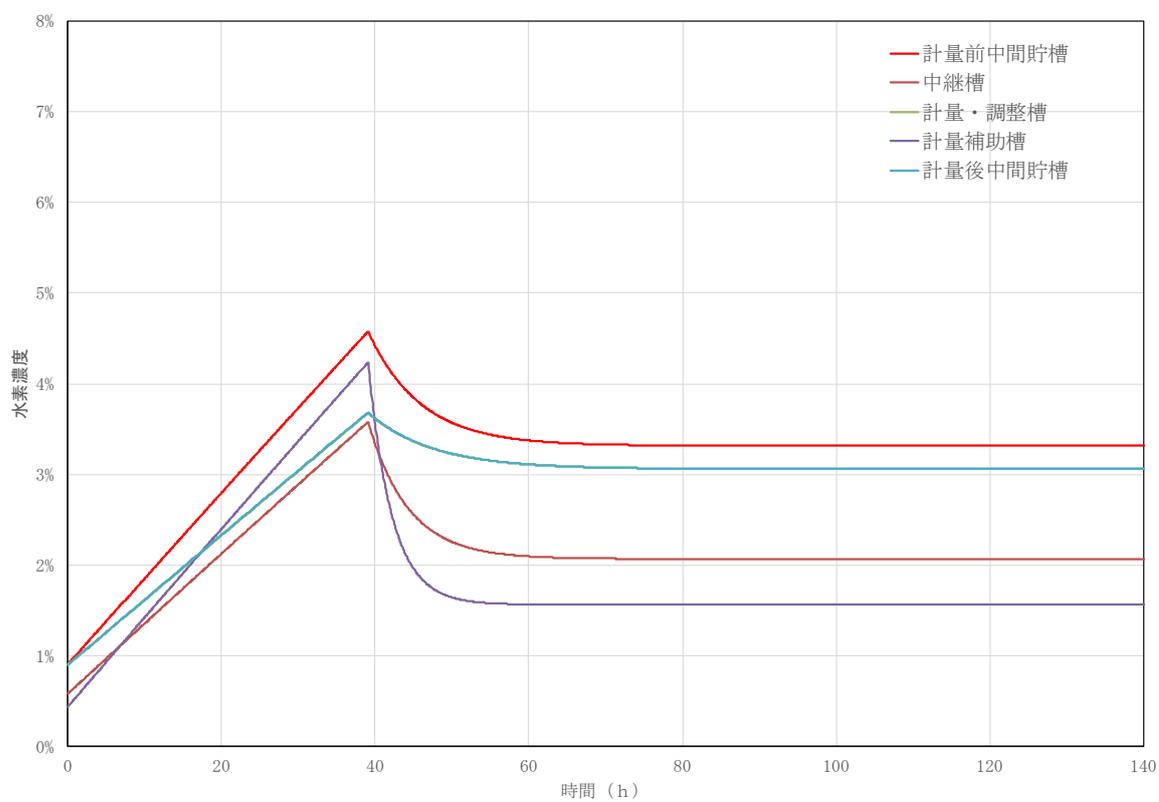
第5図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）（2 / 2）



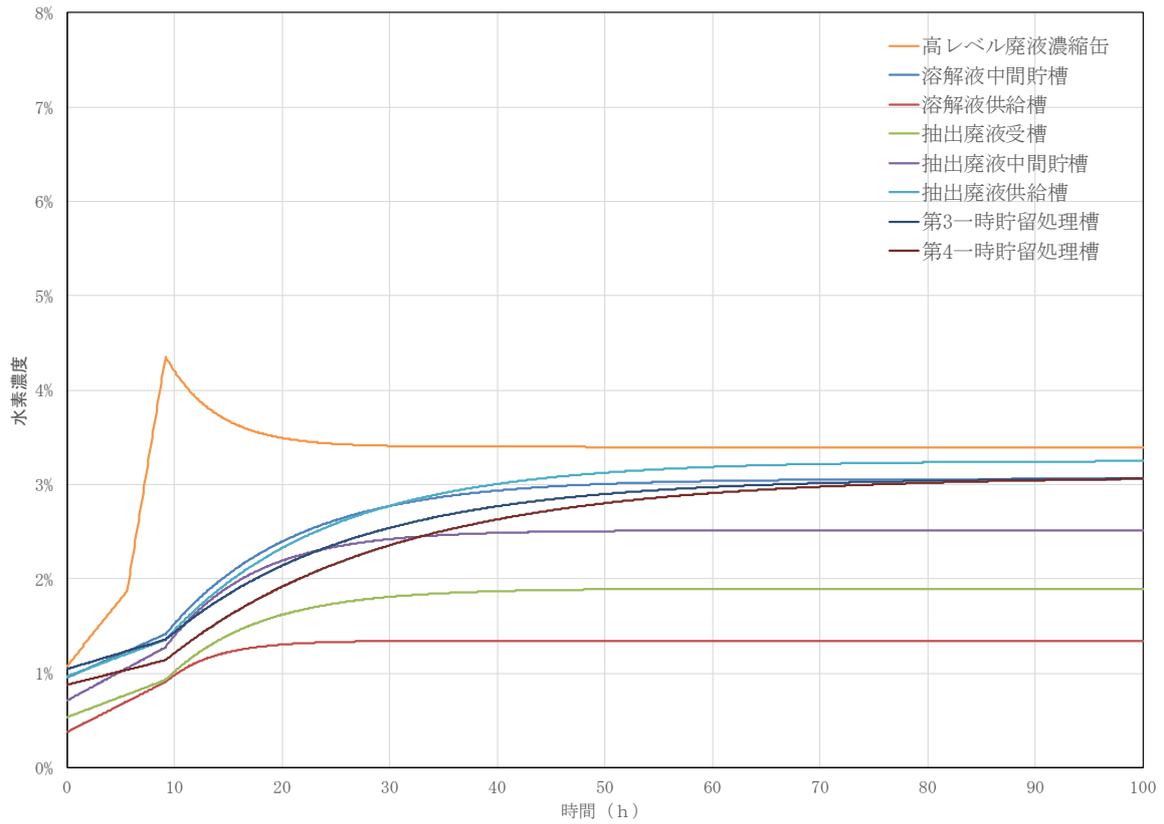
第6図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移（発生防止対策）



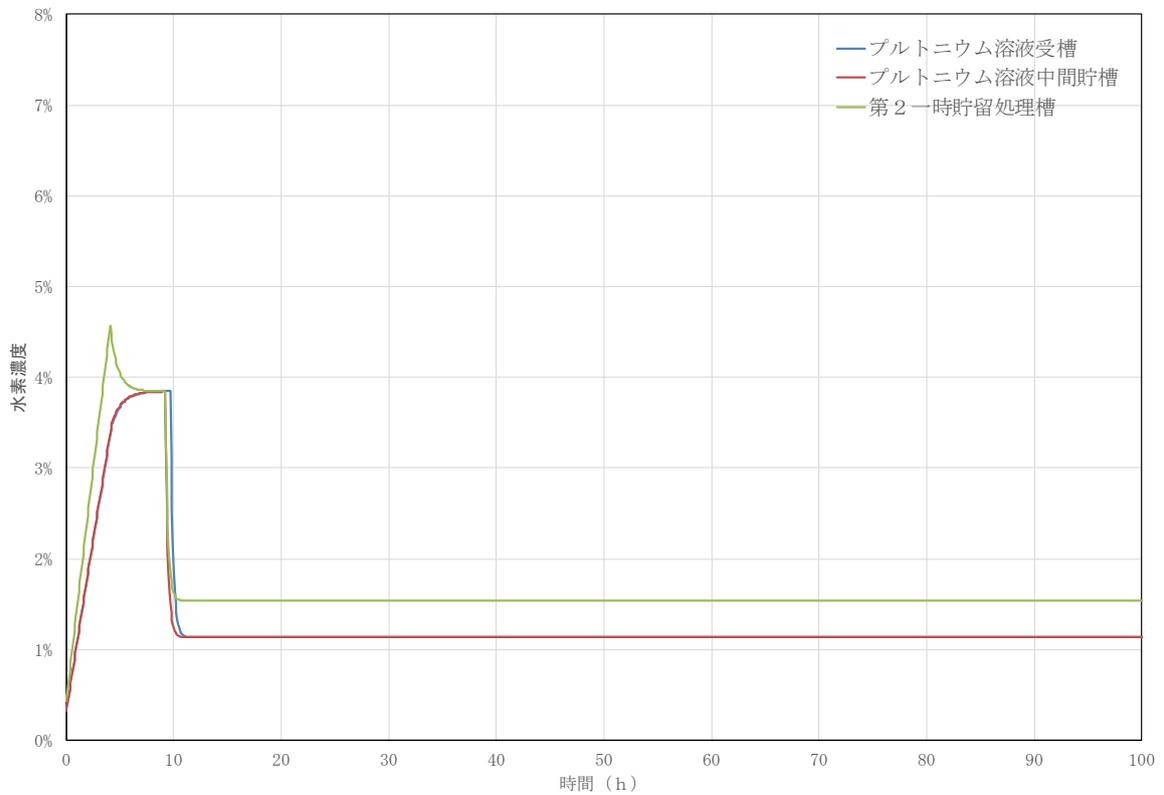
第7図 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移  
(発生防止対策)



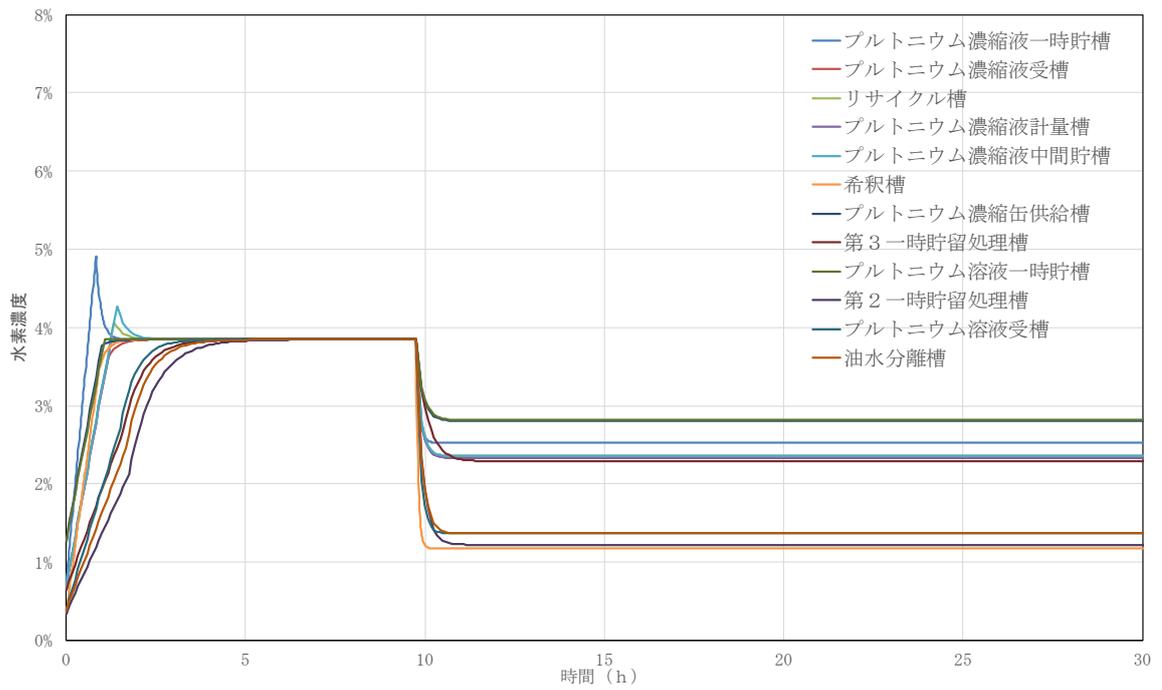
第8図 前処理建屋の機器に関する水素濃度推移 (拡大防止対策)



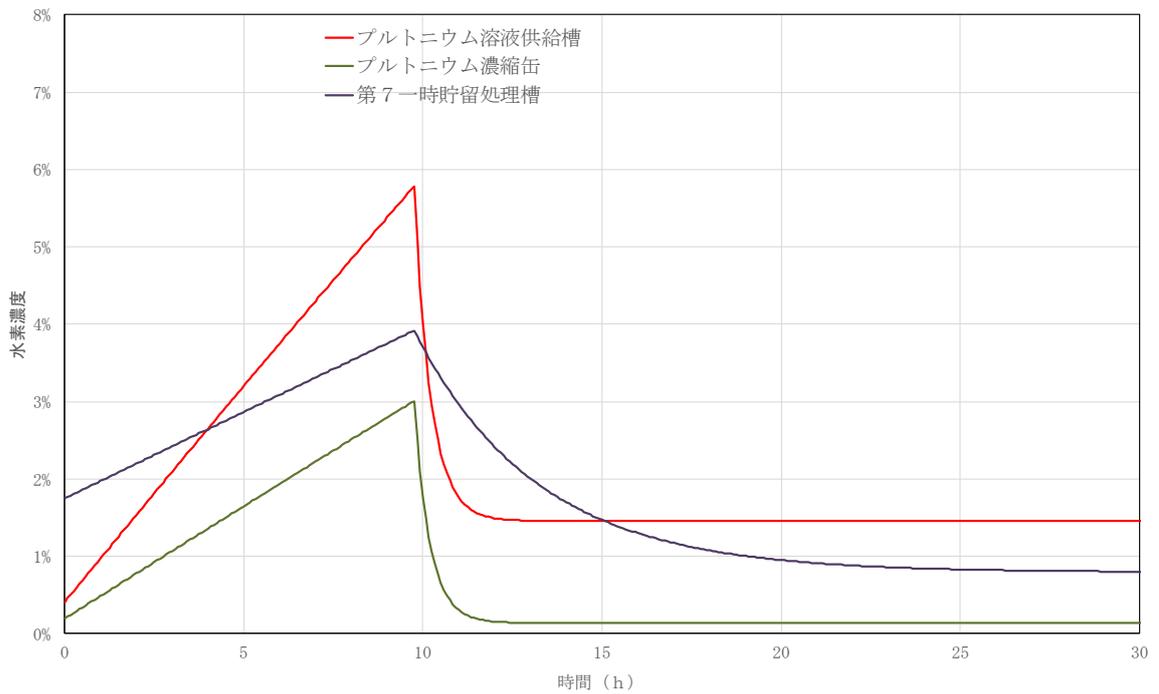
第9図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（1 / 2）



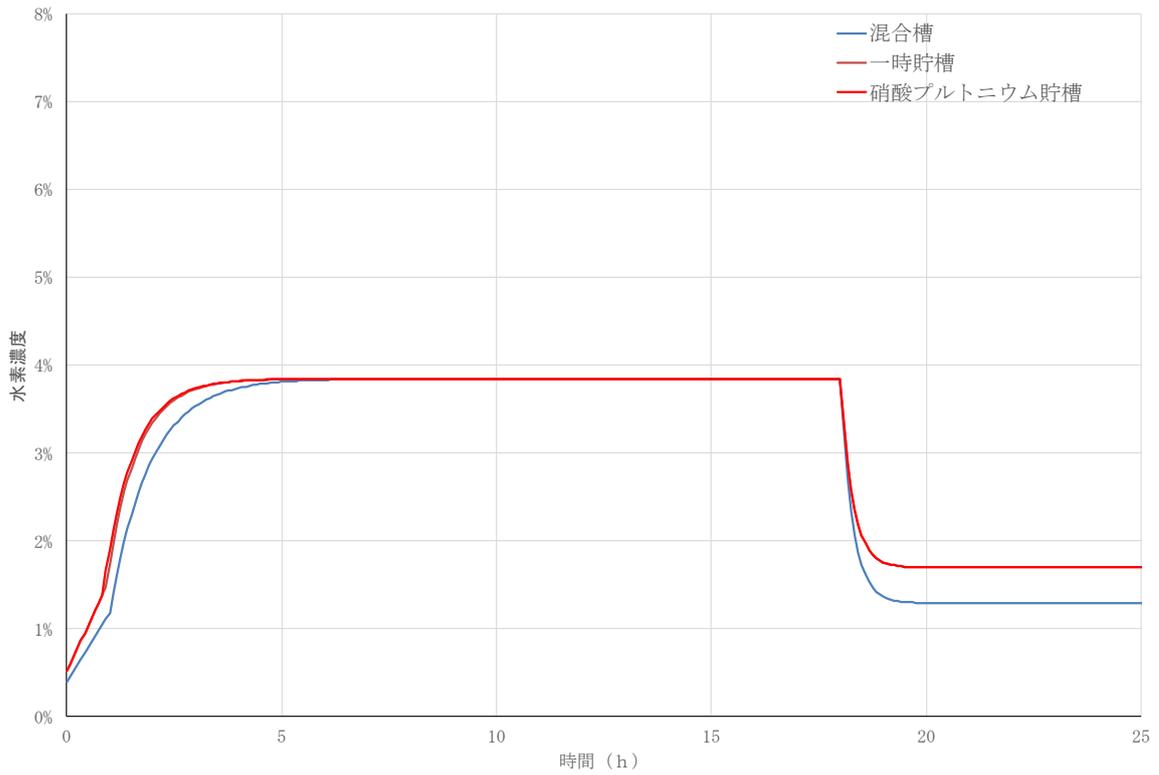
第10図 分離建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（2 / 2）



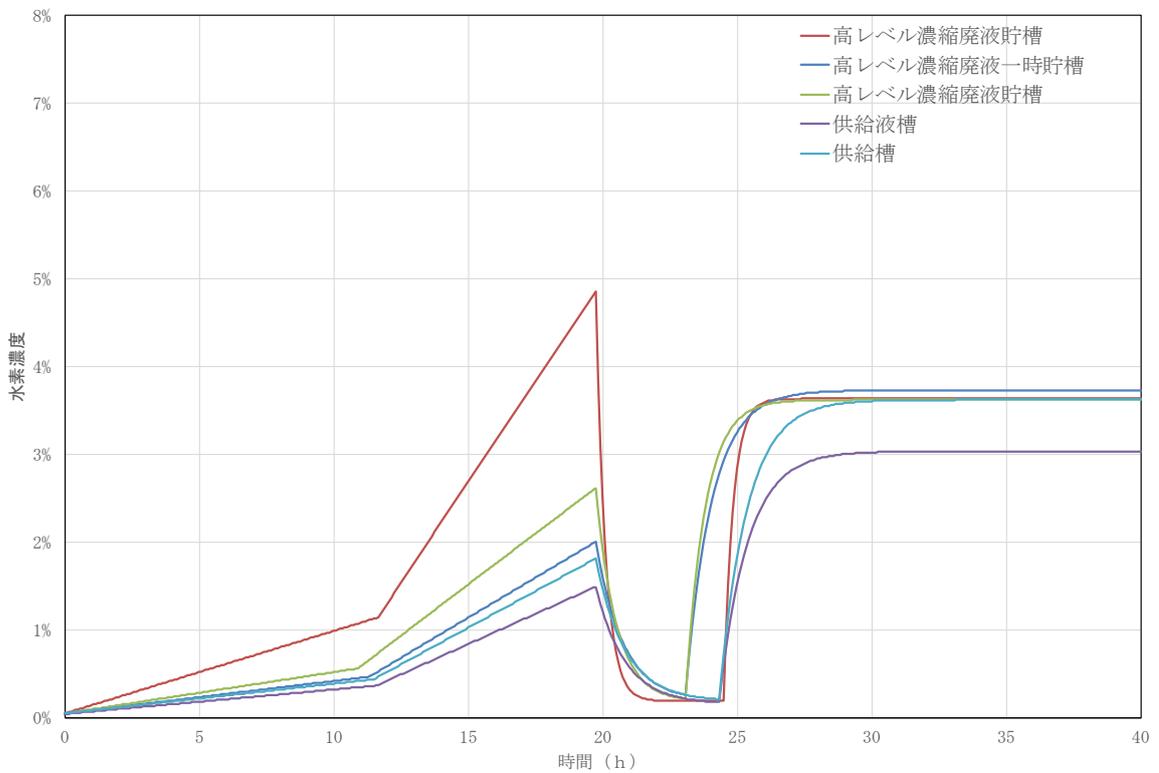
第 11 図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（1 / 2）



第 12 図 精製建屋の機器に関する水素濃度推移（拡大防止対策）（2 / 2）



第 13 図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器に関する水素濃度推移  
(拡大防止対策)



第 14 図 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器に関する水素濃度推移  
(拡大防止対策)

補足説明資料8-9 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間の  
計算方法の有する安全余裕について

1. はじめに

圧縮空気貯槽や圧縮空気貯槽からの圧縮空気の供給がない場合の機器内水素濃度が未然防止濃度（8 v o 1 %）に到達するまでの許容空白時間は、機器の溶液量，溶液の崩壊熱密度及び水素のG値から決まる水素発生速度，水素発生速度と水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量から決まる初期水素濃度並びに機器の空間容量から評価している。

2. 未然防止濃度に到達するまでの時間余裕の評価

水素掃気機能が喪失したのち，貯槽等内の水素濃度の推移を以下の方法で評価することにより，未然防止濃度に到達するまでの時間余裕を評価する。

また，評価条件を表 1 に示す。

$\Delta t$  分後における機器内の水素量  $Q_{H_2 t_0 + \Delta t}$  は

$$\underline{Q_{H_2 t_0} + Q_{H_2 in} - Q_{H_2 out}}$$

ここで，

$Q_{H_2 t_0}$  : 初期水素量 (m<sup>3</sup>)

詳細は※ 1 参照

$Q_{H_2 in}$  :  $\Delta t$  分間に発生した水素量 (m<sup>3</sup>)

$$\underline{= F_{H_2} / 60 \times \Delta t \text{ (m}^3\text{)}}$$

$F_{H_2}$  : 水素発生量速度 (m<sup>3</sup>/h)

水素掃気機能喪失が単独で発生した場合に  
ついては， $F_{H_2}$  は一定とする。

初期の水素発生速度の詳細は※2参照  
冷却機能喪失との重畳を想定する際には、  
70℃到達後はF<sub>H2</sub>を5倍にする。更に、高  
レベル廃液ガラス固化建屋の高レベル廃液を  
取り扱う貯槽については、沸点（102℃）到  
達以降はF<sub>H2</sub>を100倍にする。

$$\underline{Q_{H2out} : \Delta t \text{ 分間で機器から出る水素量 (m}^3\text{)}} \\ = C_0 \times F_{H2} / 60 \times \Delta t$$

C<sub>0</sub> : 初期水素濃度 (-)

詳細は※1

(Δt分間において、発生した水素により、機器外に  
水素が押し出されると想定)

同様に、さらにΔt分後の機器内の水素量Q<sub>H2t0+Δt+Δt</sub>を評価し、  
必要な回数を繰り返すことにより、機器内の水素量の変化を評価する。

※1 初期水素濃度C<sub>0</sub>及び初期水素量Q<sub>H2t0</sub>

初期の水素発生速度を用いて、気相部の初期水素濃度を下式より求める。

$$C_0 = \frac{F_{H_2}}{F_{H_2} + F_{air}} \times 100$$

ここで、

F<sub>air</sub> : 水素掃気用安全圧縮空気流量 (m<sup>3</sup>/h [normal])

また、初期水素量は初期水素濃度を用いて、下式より求める。

$$\underline{Q_{H2t0} = V \times C_0}$$

V : 気相部の空間容量 (m<sup>3</sup>)

## ※2 水素発生速度

水素発生速度は下式より求める。

水相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times (Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq})$$

ここで,

$F_{H_2}$  : 水素発生速度 ( $m^3/h$  [normal])

$V_{aq}$  : 水相の液量 ( $m^3$ )

$Q_{\alpha, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの $\alpha$ 崩壊熱量 ( $W/m^3$ )

$Q_{\beta\gamma, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量  
( $W/m^3$ )

$G_{\alpha, aq}$  : 水相での $\alpha$ 線のG値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, aq}$  : 水相での $\beta\gamma$ 線のG値 (Molecules/100eV)

有機相のみの場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{org} \times (Q_{\alpha, org} \times G_{\alpha, org} + Q_{\beta\gamma, org} \times G_{\beta\gamma, org})$$

ここで,

$V_{org}$  : 有機相の液量 ( $m^3$ )

$Q_{\alpha, org}$  : 機器内の有機相の単位液量あたりの $\alpha$ 崩壊熱量  
( $W/m^3$ )

$Q_{\beta\gamma, org}$  : 機器内の有機相の単位液量あたりの $\beta\gamma$ 崩壊熱量 ( $W/m^3$ )

$G_{\alpha, org}$  : 有機相での $\alpha$ 線のG値 (Molecules/100eV)

$G_{\beta\gamma, org}$  : 有機相での $\beta\gamma$ 線のG値  
(Molecules/100eV)

水相及び有機相が混在する場合,

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times \{V_{aq} \times (Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} +$$

$$\frac{V_{\text{aq}} \times Q_{\beta\gamma, \text{aq}} + V_{\text{org}} \times Q_{\beta\gamma, \text{org}}}{V_{\text{aq}} + V_{\text{org}}} \times G_{\beta\gamma, \text{aq}}) +$$

$$V_{\text{org}} \times (Q_{\alpha, \text{org}} \times G_{\alpha, \text{org}} +$$

$$\frac{V_{\text{aq}} \times Q_{\beta\gamma, \text{aq}} + V_{\text{org}} \times Q_{\beta\gamma, \text{org}}}{V_{\text{aq}} + V_{\text{org}}} \times G_{\beta\gamma, \text{org}})) \}$$

表 1 放射線分解により発生する水素による爆発の未然防止濃度到達時間の評価条件

建屋	機器名	水相					有機相					水素掃気用安全 圧縮空気流量 ( $m^3/h$ [normal])	評価用 空間 容量 ( $m^3$ )	
		液量 ( $m^3$ )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G 値		液量 ( $m^3$ )	崩壊熱密度		G 値			
				$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )	$\alpha$ (Molecules /100 eV)	$\beta\gamma$ (Molecules /100 eV)		$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )	$\alpha$ (Molecules /100 eV)			$\beta\gamma$ (Molecules /100 eV)
前処 理建 屋	ハル洗浄槽	0.020	0.0	$1.2 \times 10^{-1}$	$1.1 \times 10^2$	1.4	0.45	—	—	—	—	0.12	0.038	
	水バンプア槽	5.0	0.0	6.2	$1.4 \times 10^1$	1.4	0.45	—	—	—	—	0.36	0.69	
	中間ポット	■	3.0	$1.7 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.37	0.060	
	中継槽	7.0	3.0	$1.7 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.36	2.7	
	リサイクル槽	2.0	3.0	$1.7 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.36	0.47	
	不溶解残渣回収槽	5.0	0.17	$1.7 \times 10^{-2}$	3.3	0.86	0.24	—	—	—	—	3.6	2.4	
	計量前中間貯槽	25	3.0	$1.7 \times 10^2$	$4.4 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.83	7.8	
	計量・調整槽	25	3.0	$1.2 \times 10^2$	$3.5 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量後中間貯槽	25	3.0	$1.2 \times 10^2$	$3.5 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.63	7.8	
	計量補助槽	7.0	3.0	$1.2 \times 10^2$	$3.5 \times 10^2$	0.11	0.042	—	—	—	—	0.36	1.6	

補 8-9-5

■については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相						有機相						水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間 容量 (m <sup>3</sup> )
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		G値		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熱密度		G値				
				α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	β γ (Molecules /100eV)		α (W/m <sup>3</sup> )	β γ (W/m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	β γ (Molecules /100eV)			
	抽出塔	■	3.0	7.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.50	0.22
	第1洗浄塔	■	3.0	2.9×10 <sup>1</sup>	8.6×10 <sup>1</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.22
	第2洗浄塔	■	4.2	1.1×10 <sup>1</sup>	1.1	0.059	0.034	■	3.1×10 <sup>1</sup>	3.5×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.22
	TBP洗浄塔	■	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	■	—	2.2	—	—	7.0	0.68	0.058
	溶解液中間貯槽	25	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	—	0.59	1.1
	溶解液供給槽	6.0	3.0	1.2×10 <sup>2</sup>	3.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	—	0.36	2.3
	抽出廃液受槽	15	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	—	0.36	4.4
	抽出廃液中間貯槽	20	2.8	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	—	0.36	4.1
	抽出廃液供給槽	60	2.6	4.1×10 <sup>1</sup>	2.5×10 <sup>2</sup>	0.12	0.045	—	—	—	—	—	—	0.83	18
	プルトニウム分配塔	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	3.5×10 <sup>1</sup>	1.7×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.29
	ウラン洗浄塔	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	8.1×10 <sup>1</sup>	1.4×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.049
	プルトニウム洗浄器	■	0.5	3.8	4.6×10 <sup>-1</sup>	0.63	0.16	■	3.5	1.6×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	1.1
	プルトニウム溶液受槽	3.0	1.7	2.4×10 <sup>2</sup>	—	0.19	—	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15
	プルトニウム溶液中間貯槽	3.0	1.7	2.4×10 <sup>2</sup>	—	0.19	—	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15
	第1一時貯留処理槽	■	3.0	7.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	■	3.8×10 <sup>1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.50	0.15
	第2一時貯留処理槽	3.0	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	—	—	—	—	—	—	0.36	0.15
	第3一時貯留処理槽	20	3.0	8.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	—	0.36	1.1
	第4一時貯留処理槽	20	2.8	4.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.044	—	—	—	—	—	—	0.36	1.1
	第5一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	3.0	4.3×10 <sup>-1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.15
	第6一時貯留処理槽	■	2.8	2.0×10 <sup>2</sup>	1.3×10 <sup>3</sup>	0.11	0.044	■	2.6	7.1×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	1.1	1.0
	第7一時貯留処理槽	■	3.0	8.9×10 <sup>1</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	0.11	0.042	—	—	—	—	—	—	0.36	0.020
	第8一時貯留処理槽	■	1.5	2.9×10 <sup>2</sup>	5.2×10 <sup>-1</sup>	0.22	0.065	■	3.5×10 <sup>1</sup>	1.7×10 <sup>-1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	0.070
	第9一時貯留処理槽	—	—	—	—	—	—	10	4.3×10 <sup>-1</sup>	1.8×10 <sup>1</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	3.6
	第10一時貯留処理槽	■	0.15	1.2×10 <sup>-2</sup>	3.8×10 <sup>-1</sup>	0.89	0.30	■	1.4×10 <sup>-2</sup>	3.5×10 <sup>-2</sup>	3.0	3.0	3.0	0.36	3.6
	第1洗浄器	■	0.15	—	5.3×10 <sup>-1</sup>	—	0.30	■	—	2.9×10 <sup>-2</sup>	—	—	3.0	0.36	1.9
	高レベル廃液供給槽	20	2.6	1.7×10 <sup>1</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	0.12	0.046	—	—	—	—	—	—	3.8	4.5
	高レベル廃液濃縮缶	22	2.0	5.0×10 <sup>2</sup>	3.2×10 <sup>3</sup>	0.17	0.053	—	—	—	—	—	—	4.2	3.1

補 8-9-6

■ については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相				有機相				水素掃気用安全 圧縮空気流量 (m <sup>3</sup> /h [normal])	評価用 空間 容量 (m <sup>3</sup> )		
		液量 (m <sup>3</sup> )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol /L)	崩壊熟密度 (W/m <sup>3</sup> )		G値 (Molecules /100eV)		液量 (m <sup>3</sup> )	崩壊熟密度 (W/m <sup>3</sup> )			G値 (Molecules /100eV)	
				α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/ m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	βγ	α (W/m <sup>3</sup> )	βγ (W/ m <sup>3</sup> )	α (Molecules /100eV)	βγ		
	ブルトニウム溶液供給槽	■	1.7	2.4×10 <sup>2</sup>	-	0.19	-	-	-	-	-	0.36	0.26
	抽出塔	■	4.3	1.8×10 <sup>2</sup>	-	0.060	-	3.9×10 <sup>2</sup>	-	3.0	-	0.36	0.019
	核分裂生成物洗浄塔	■	1.0	9.0×10 <sup>1</sup>	-	0.43	-	3.9×10 <sup>2</sup>	-	3.0	-	0.36	0.019
	逆抽出塔	■	0.27	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.77	-	4.2×10 <sup>2</sup>	-	3.0	-	0.36	0.019
	ウラン洗浄塔	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.46	-	4.4×10 <sup>2</sup>	-	3.0	-	0.36	0.0016
	補助油水分離槽	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.46	-	-	-	-	-	0.040	0.0076
	TBP洗浄器	■	0.91	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.46	-	3.5	-	7.0	-	0.36	0.059
	ブルトニウム溶液受液槽	■	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.20	-	-	-	-	-	0.36	0.088
	油水分離槽	■	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.20	-	-	-	-	-	0.36	0.11
	ブルトニウム濃縮缶供給槽	3.0	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.20	-	-	-	-	-	0.36	0.18
	ブルトニウム溶液一時貯槽	3.0	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.20	-	-	-	-	-	0.36	0.19
	ブルトニウム濃縮缶	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.36	0.24
	ブルトニウム濃縮液受槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.50	0.13
	ブルトニウム濃縮液一時貯槽	1.5	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.72	0.10
	ブルトニウム濃縮液計量槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.50	0.13
	リサイクル槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.50	0.13
	希釈槽	2.5	1.5	9.3×10 <sup>2</sup>	-	0.20	-	-	-	-	-	1.1	0.11
	ブルトニウム濃縮液中間貯槽	■	7.0	8.6×10 <sup>3</sup>	-	0.048	-	-	-	-	-	0.50	0.13
	第1一時貯留処理槽	■	1.5	4.3×10 <sup>1</sup>	-	0.23	-	2.5×10 <sup>2</sup>	-	3.0	-	0.36	0.12
	第2一時貯留処理槽	■	1.5	4.1×10 <sup>2</sup>	-	0.23	-	3.7×10 <sup>1</sup>	-	3.0	-	0.36	0.12
	第3一時貯留処理槽	3.0	1.5	4.1×10 <sup>2</sup>	-	0.23	-	-	-	-	-	0.36	0.18
	第4一時貯留処理槽	-	-	-	-	-	-	3.7	-	3.0	-	0.36	0.13
	第7一時貯留処理槽	■	1.5	3.3×10 <sup>2</sup>	-	0.23	-	-	-	-	-	0.36	2.8

補 8-9-7

■ については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

建屋	機器名	水相				有機相				水素掃気用安全 圧縮空気流量 ( $m^3/h$ [normal])	評価用 空間容 量 ( $m^3$ )
		液量 ( $m^3$ )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> 濃度 (mol/L)	崩壊熱密度		液量 ( $m^3$ )	崩壊熱密度		G値 (Molecules/ 100eV)		
				$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )		$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )			
ウラン・ プルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	1.0	7.0	$8.6 \times 10^3$	-	0.048	-	-	-	0.66	0.33
	混合槽	1.0	4.3	$5.3 \times 10^3$	-	0.059	-	-	-	0.66	0.33
	一時貯槽	1.0	7.0	$8.6 \times 10^3$	-	0.048	-	-	-	0.66	0.33
高レベル 廃液ガラ ス固化建 屋	高レベル濃縮廃液貯槽	120	2.0	$4.4 \times 10^2$	$2.8 \times 10^3$	0.0085	0.0030	-	-	25	12
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	25	2.0	$5.0 \times 10^2$	$3.2 \times 10^3$	0.0085	0.0030	-	-	5.7	7.6
	高レベル廃液混合槽	20	0.17	$5.0 \times 10^2$	$3.2 \times 10^3$	0.014	0.0050	-	-	7.7	7.9
	供給液槽	5.0	0.090	$5.0 \times 10^2$	$3.2 \times 10^3$	0.014	0.0050	-	-	2.1	3.3
	供給槽	2.0	2.0	$5.0 \times 10^2$	$3.2 \times 10^3$	0.014	0.0050	-	-	0.73	1.1
不溶解残渣 不溶解残渣 高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	不溶解残渣廃液一時貯槽	5.0	0.090	$1.7 \times 10^{-2}$	3.3	0.86	0.24	-	-	3.5	3.8
	不溶解残渣廃液貯槽	70	1.0	$7.5 \times 10^{-3}$	1.5	0.97	0.30	-	-	21	20
	高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	120	1.0	$4.4 \times 10^2$	$2.8 \times 10^3$	0.0085	0.0030	-	-	25	7.3
高レベル廃液共用貯槽 (不溶解残渣廃液貯蔵時)	70	1.0	$7.5 \times 10^{-3}$	1.5	0.97	0.30	-	-	25	57	

補 8-9-8

### 3. 各種パラメータの安全余裕について

#### (1) 溶液量及び空間容量

未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間の評価に用いた機器の溶液量は平常運転時の最大の溶液量としている。平常運転時は最大の溶液量とは限らず、平常運転時に対し水素発生量を大きくし、空間容量を小さくするため、通常の運転時と比べ未然防止濃度に到達するまでの許容空白時間を短くする想定である。(ただし、平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器については、液量設定による安全余裕がとれない場合がある。)

参考に機器の液量が最大の溶液量に対し 80%にした場合の未然防止濃度に到達する時間余裕の評価例を表 2 に示す。

表 2 未然防止濃度到達時間の比較 (溶液量 100%と 80%)

建屋	機器	冷却喪失重量 8 vol 到達時間 (h)	
		液量 100%	液量 80%
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	7.4	9.4
	混合槽	10	15
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル濃縮廃液貯槽	24	26
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	24	27
	高レベル廃液混合槽	24	25
	供給液槽	26	28
	供給槽	26	—*

※ 供給槽は平常運転時において最大の溶液量で取り扱う機器であるため、80%での時間余裕は評価しない。

#### (2) 水素掃気用安全圧縮空気流量

許容空白時間の評価に用いた水素掃気機能喪失前の水素掃気用安全圧縮空気流量は、警報設定値を元に設定しており、平常運転時の水素掃気流量より小さい値である。水素掃気用安全圧縮空気流量が小さいほど初期水素濃度が大きくなるため、許容空白時間を短くする想定である。

ただし、表 3 に示すとおり、警報設定値を元に設定した流量に基づく未

未然防止濃度に到達する時間と平常運転時の流量に基づく未然防止濃度に到達する時間に有意な差はない。

表 3 未然防止濃度到達時間の比較（水素掃気用安全圧縮空気流量を警報設定値に基づく流量とした場合と平常運転時の流量とした場合の比較）

建屋	機器	時間余裕	
		警報設定値に基づく流量の場合	平常運転時の流量の場合
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	7 時間 20 分	7 時間 30 分
	混合槽	10 時間	10 時間
高レベル廃液ガラス固化建屋	高レベル濃縮廃液貯槽	24 時間	24 時間
	高レベル濃縮廃液一時貯槽	24 時間	24 時間
	高レベル廃液混合槽	24 時間	24 時間
	供給液槽	26 時間	26 時間
	供給槽	26 時間	26 時間

(3) 冷却機能喪失との重畳の有無

未然防止濃度到達に関する許容空白時間は冷却機能喪失を想定して設定している。これは水素発生量が大きくなるため、許容空白時間を短くする想定である。

水素掃気機能の喪失が単独で発生した場合との比較を表 4 に示す。また、可搬型空気圧縮機稼働開始時間、圧縮空気手動供給ユニットからの空気供給時間、可搬型空気圧縮機稼働時の水素濃度及び圧縮空気手動供給ユニット稼働時の水素濃度も併せて示す。

表 4 未然防止濃度到達時間の比較（水素掃気機能喪失単独と冷却機能喪失との重畳）

建屋	機器名称	水素単独 8vol%到達時 間	冷却喪失重 畳 8vol%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の水素濃 度(拡大防止 実施時)	ボンベ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の水素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vol%]	[-]	[h]	[vol%]
前 処 理 建 屋	中継槽 A	99	86	41.1	3.6			
	中継槽 B	99	86	41.1	3.6			
	計量前中間貯槽 A	76	76	41.1	4.6			
	計量前中間貯槽 B	76	76	41.1	4.6			
	計量・調整槽	101	99	41.1	3.7			
	計量後中間貯槽	101	99	41.1	3.7			
	計量補助槽	79	79	41.1	4.3			
	プルトニウム溶液受槽	10	10	11.2	3.9	○	4.2	3.5
	プルトニウム溶液中間貯槽	10	10	11.2	3.9	○	4.3	3.6
	第 2 一時貯留処理槽	7.5	7.5	11.2	3.9	○	4.1	4.7
分 離 建 屋	第 3 一時貯留処理槽	210	148	11.2	1.4			
	第 4 一時貯留処理槽	257	158	11.2	1.2			
	高レベル廃液濃縮缶 A	50	14	11.2	2.4			
	溶解液中間貯槽	144	108	11.2	1.5			
	溶解液供給槽	136	108	11.2	0.91			
	抽出廃液受槽	179	142	11.2	0.93			
	抽出廃液中間貯槽	122	122	11.2	1.3			
	抽出廃液供給槽 A	171	140	11.2	1.4			
	抽出廃液供給槽 B	171	140	11.2	1.4			

(つづき)

建屋	機器名称	酸素単独 8vo1%到達時 間	冷却喪失重 量 8vo1%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の酸素濃 度 (拡大防止 実施時)	ポンペ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の酸素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vo1%]	[-]	[h]	[vo1%]
精製建屋	プルトニウム溶液供給槽	13	13	11.8	5.8			
	プルトニウム溶液受槽	5	5	11.8	3.9	○	1.5	2.7
	油水分離槽	6.25	6.25	11.8	3.9	○	1.7	2.6
	プルトニウム濃縮缶供給槽	2.7	2.7	11.8	3.9	○	1.0	3.8
	プルトニウム溶液一時貯槽	2.8	2.8	11.8	3.9	○	1.1	4.1
	プルトニウム濃縮缶	27	27	11.8	3			
	プルトニウム濃縮液受槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.2	3.9
	プルトニウム濃縮液一時貯槽	1.4	1.4	11.8	3.9	○	0.8	4.9
	プルトニウム濃縮液計量槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.3	4.1
	リサイクル槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.3	4.1
	希釈槽	2.2	2.2	11.8	3.9	○	0.9	3.5
	プルトニウム濃縮液中間貯槽	2.9	2.9	11.8	3.9	○	1.4	4.3
	第2一時貯留処理槽	7.7	7.7	11.8	3.9	○	1.8	2.2
	第3一時貯留処理槽	5.8	5.8	11.8	3.9	○	1.6	2.8
	第7一時貯留処理槽	28	28	11.8	4			
ウラン・ プルトニ ウム混合 脱硝建屋	硝酸プルトニウム貯槽	179	142	11.2	0.93	○	0.8	1.4
	混合槽A	122	122	11.2	1.3	○	1.0	1.2
	混合槽B	171	140	11.2	1.4	○	1.1	1.3
	一時貯槽	171	140	11.2	1.4	○		

補 8-9-12

建屋	機器名称	水素単独 8vo1%到達時 間	冷却喪失重 量 8vo1%到達 時間	可搬型空気 圧縮機稼動 開始時間 (拡大防止対 策 2 時間遅 れ)	可搬型空気 圧縮機稼動 時の水素濃 度 (拡大防止 実施時)	ボンベ設置 対象機器に ○	圧縮空気手 動供給ユニ ットからの 空気供給時 間	圧縮空気手 動供給ユニ ット稼動時 の水素濃度
		[h]	[h]	[h]	[vo1%]	[-]	[h]	[vo1%]
高レベル廃液ガラス固化建屋	第1 高レベル濃縮廃液貯槽	87	24	21.8	1.9			
	第2 高レベル濃縮廃液貯槽	87	24	21.8	1.9			
	第1 高レベル濃縮廃液一時貯槽	220	24	21.8	0.78			
	第2 高レベル濃縮廃液一時貯槽	220	24	21.8	0.78			
	高レベル廃液混合槽 A	170	24	21.8	0.98			
	高レベル廃液混合槽 B	170	24	21.8	0.98			
	供給液槽 A	290	26	21.8	0.6			
	供給液槽 B	290	26	21.8	0.6			
	供給槽 A	240	26	21.8	0.72			
	供給槽 B	240	26	21.8	0.72			
	高レベル廃液共用貯槽 (高レベル濃縮廃液貯蔵時)	空運用	空運用	21.8	空運用			

補足説明資料 8-10 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

事故環境における重大事故等対処施設の機能維持

1. はじめに

水素爆発への対処は、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失が発生した場合に実施するため、水素爆発への対処に使用する重大事故等対処施設には、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、必要な機能を有効に発揮することが求められる。

以下に、重大事故等対処施設が機能を有効に発揮できることを説明する。

2. 水素爆発未然防止設備

(1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット，機器圧縮空気自動供給ユニット，建屋内空気中継配管，水素掃気配管・弁，機器圧縮空気供給配管・弁，「放射線分解により発生する水素による爆発」の発生を想定する対象機器）

a. 温度

水素爆発の発生防止対策は水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力は重大事故等対処設備の使用圧力に対して小さいこと、または

重大事故等対処設備に供給される圧縮空気の圧力※を必要に応じて減圧し、供給することから、設備の機能を損なうことはない。

※ 圧縮空気自動供給貯槽 及び可搬型空気圧縮機：約 0.69MPa

圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニット

：約 14MPa

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

(2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

発生防止対策は、水素爆発前に実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し、供給することから有意な影響はない。

c. 放射線

水素爆発の発生防止対策は、水素爆発発生前に実施することから、その放射線環境は平常時と同じであり、設備の機能を損なうことはない。

### 3. 水素爆発拡大防止設備

- (1) 常設重大事故等対処設備（圧縮空気手動供給ユニット，建屋内空気中継配管，機器圧縮空気供給配管・弁，「放射線分解により発生する水素による爆発」の発生を想定する対象機器）

#### a. 温度

水素爆発の拡大防止対策は水素爆発前に実施されることから、水素爆発の影響を受けることはなく、温度条件は平常時と同じであるため、設備の機能を損なうことはない。また、仮に水素爆発が発生した場合でも、水素爆発による温度の上昇は一時的なものであることから、設備の機能を損なうことはない。

#### b. 圧力

圧縮空気を供給するための常設重大事故等対処設備の配管は、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力（約 0.69MPa 程度）を必要に応じて減圧し、供給することから有意な影響はない。

仮に水素爆発が発生した場合でも、建屋外に配備する重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受けることはないこと、水素爆発の発生を想定する機器の近傍に設置される重大事故等対処設備は水素爆発の影響を受ける可能性があるが、水素爆発が発生した場合の爆発圧力に対して十分な強度を有することから、設備の機能を損なうことはない\*。

\* 爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合  
耐圧は下式 \*<sup>1</sup> より約 29MPa となる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

$D_o$  : 外径 (mm) = 114.3mm

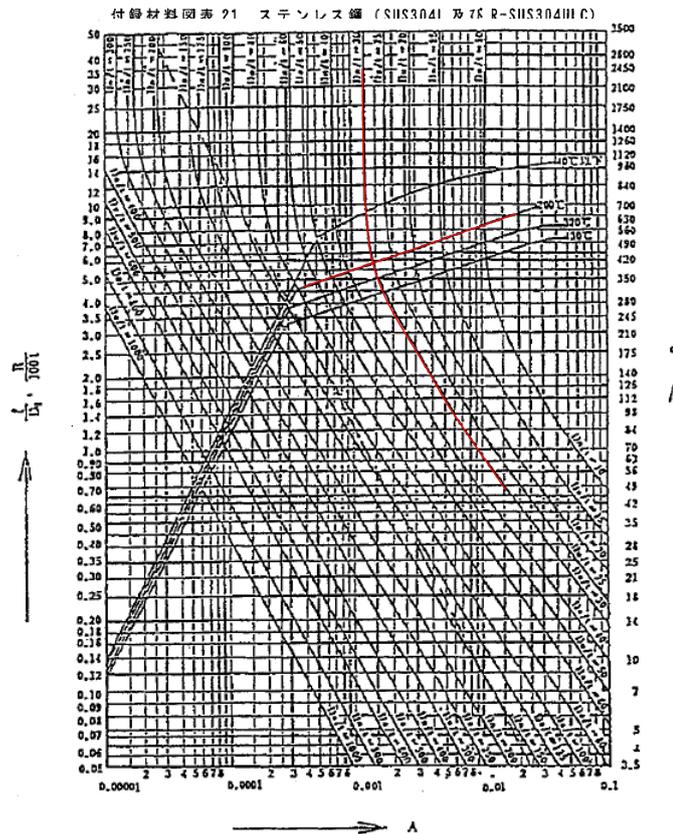
補 8-10-3

- $\eta$  : 継手効率 = 1.0
- S : 許容引張応力 (MPa) = 404.1MPa  
(SUS304 の引張り強さの 0.9 倍)
- t : 厚さ (mm) = 4.0mm

爆発の圧力が配管の外側から加わった場合  
耐圧は下式 \* 1 より約 19MPa となる。

$$t = \frac{3PeD_0}{4B}$$

- t : 管の計算上必要な厚さ (mm) = 4.0mm
- D<sub>0</sub> : 管の外径 = 114.3mm
- Pe : 外面に受ける最高の圧力 (MPa)
- B : 付録材料図表 21 から求めた値 = 420



仮に水素爆発が起こったとしても圧力はせいぜい数 MPa であるため、拡大防止用圧縮空気供給系が使用できなくなることはない。

\* 1 「再処理設備規格 設計規格 (2010 年版) , 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

(2) 可搬型重大事故等対処設備（可搬型空気圧縮機，可搬型建屋外ホース，可搬型建屋内ホース）

a. 温度

可搬型個別供給用建屋外ホース等は、可搬型空気圧縮機から供給される圧縮空気を送気するのみである。

拡大防止対策は、水素爆発開始までに実施されることから、温度条件としては平常時と同じであり、重大事故の影響を受けることはない。

可搬型空気圧縮機は、建屋外に配備するため、仮に水素爆発が起こったとしても、セル内の機器の爆発による影響を受けない。

b. 圧力

可搬型個別供給用建屋外ホース等の使用圧力が1MPa程度であるのに対し、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給圧力(約0.69MPa程度)はそれよりも小さいことから、有意な影響はない。

可搬型空気圧縮機は、建屋外に配備するため、仮に水素爆発が起こったとしても、セル内の機器の爆発による影響を受けない。

#### 4. 代替換気設備のセル導出設備

- (1) 常設及び可搬型重大事故等対処設備（配管・弁，ダクト・ダンパ，隔離弁，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット，前処理建屋の可搬型ダクト）

##### a. 温度

異常な水準の放出防止対策（セル導出）は，水素爆発前に実施されるため，温度条件としては蒸発乾固時における各溶液の沸点程度（100℃を上回る程度）であることから，常設重大事故等対処設備である 代替換気設備の配管・弁，ダクト・ダンパ，隔離弁，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット が有意な影響を受けることはなく，また，可搬型重大事故等対処設備である 前処理建屋の可搬型ダクト についても，想定される使用温度において有意な影響はない。

仮に水素爆発が起こった場合，瞬間的に気体の温度は上昇するが，貯槽温度を有意に上昇させる熱量ではなく数度の温度上昇に留まること，過渡的な現象であることから有意な影響はない

##### b. 圧力

仮に水素爆発が起こった場合，セル導出設備の配管・弁，ダクト・ダンパ，水封安全器，塔槽類廃ガス処理設備からセルに導出するユニット 内の圧力上昇の可能性があるが，十分な強度を持つことから，有意な影響はない\*。

隔離弁については，耐圧性能が水素濃度8vol%の爆発による圧力上昇を上回るため，経路維持可能であり有意な影響はない（補足8-15）。

\* 爆発の圧力が太めの配管の内側から加わった場合

耐圧は下式<sup>(1)</sup>より約16MPaとなる。

$$P = \frac{2tS\eta}{D_o - 0.8t}$$

$D_o$  : 外径 (mm) = 812.8mm

$\eta$  : 継手効率 = 1.0

$S$  : 許容引張応力 (MPa) = 336.6MPa

(100°CのR-SUS304ULCの引張り強さの0.9倍)

$t$  : 厚さ (mm) = 20mm

### c. 放射線

水素爆発により気相中へ移行する放射性物質からの放射線に曝されるが、材質又は設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

## 5. 代替換気設備のセル導出設備の代替セル排気系

### (1) 常設重大事故等対処設備 (ダクト・ダンパ, 前処理建屋の主排気筒へ排出するユニット)

#### a. 温度

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、温度条件としては蒸発乾固の各溶液の沸点程度 (100°Cを上回る程度) であることから、常設重大事故等対処設備である 代替セル排気系のダクト・ダンパ及び前処理建屋の主排気筒へ排出するユニット が有意な影響を受けることはない。

仮に水素爆発が起こった場合においては、導出先のセルの容積により発生圧力は緩和されることから、温度上昇は僅かであり 代替セル排気系のダクト・ダンパ及び前処理建屋の主排気筒へ排出するユニット が有意な影響を受けることはない。

#### b. 圧力

異常な水準の放出防止対策は、水素爆発前に実施されるため、有意な圧力上昇はないと考えられるが、万一水素爆発により逆止ダンパから放射性物質が漏えいしたとしても、可搬型排風機を起動することにより管理しながら放出することが可能である。

## 6. 結果

2. ～ 5. より、安全圧縮空気系の水素掃気機能の喪失に伴って生じる環境条件の変化を想定した場合でも、重大事故等対処施設は機能を有効に発揮する。

以上

補足説明資料 8-11 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 圧縮空気手動供給ユニットの信頼性について

## 1. はじめに

水素掃気機能の喪失により重大事故の水素爆発を想定する貯槽等内の水素濃度が未然防止濃度に到達するまでの許容空白が短い分離建屋，精製建屋，ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋については，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットを常設重大事故等対処設備として設置するが，これらの機能喪失により圧縮空気が供給できない場合を想定し，圧縮空気自動供給貯槽，圧縮空気自動供給ユニット及び機器圧縮空気自動供給ユニットを接続する水素掃気配管とは異なる配管に，手動で速やかに接続できる圧縮空気手動供給ユニットを設置することで，可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給開始までに貯槽等内の水素濃度が未然防止に至ることを防止する。

本書では，圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に係る信頼性について説明する。

## 2. 圧縮空気手動供給ユニットの設備概要

分離建屋，精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋に設置する圧縮空気手動供給ユニットの概要図を図1に示す。

分離建屋の圧縮空気手動供給ユニットは，空気容量約 10m<sup>3</sup> [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

精製建屋の圧縮空気手動供給ユニットは，空気容量約 62m<sup>3</sup> [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットは、空気容量約 31m<sup>3</sup> [normal]，減圧弁及び機器圧縮空気供給配管への接続ホースで構成する。

圧縮空気を供給する際は，接続ホースを機器圧縮空気供給配管へコネクタにより接続し，手動弁を開操作することにより，容易に接続及び圧縮空気の供給が可能である。

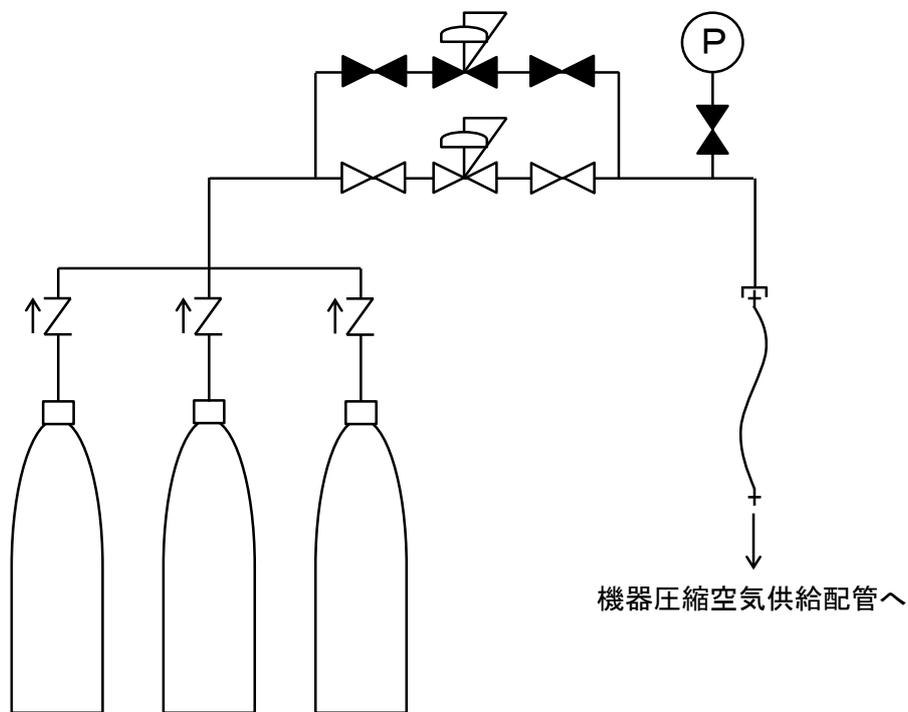


図 1 . 圧縮空気手動供給ユニットの概要図

### 3. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給に要する時間について

圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給に要する時間は、訓練実績により、2名/班で、1箇所あたり約5分で接続及び弁操作が実施できることを確認している。このため、事象発生後の待機時間15分及び建屋内への移動時間30分を考慮すると、圧縮空気自動供給貯槽及び機器圧縮空気自動供給ユニットからの圧縮空気の供給がない場合の許容空白時間が1時間20分と最も短い精製建屋のプルトニウム濃縮液一時貯槽に対し、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給は、50分で完了することが可能である。

また、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給に係る要員は、4名/班としており、訓練時の2倍の要員数としている。

さらに、水素掃気機能喪失時には、前処理建屋に設置している安全圧縮空気系の空気貯槽から水素掃気用の圧縮空気の供給が継続される設計としており、試験実績より、機器内の水素濃度を可燃限界濃度未満に維持するために必要な圧縮空気を約30分間供給可能であることを確認している。このため、圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気の供給時には、未然防止濃度に至るまでの時間が延長される可能性がある。

### 4. 圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気流量について

水素掃気機能が喪失した場合、分離建屋、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニットから、液浸配管を用いて貯槽等に圧縮空気を手動で供給する。圧縮空気手動供給ユニットからの圧縮空気供給時は、液浸配管から圧縮空気を供給するため、補足説明資料8-6に示したとおり、溶液のはかくはん効果により水素発生量が増加する可能性がある。可搬型空気圧縮機からの圧縮空気供給時は、

水素発生量の増加を考慮し、設計掃気流量相当の圧縮空気流量にて供給するが、水素発生量の増加を想定した場合、可搬型空気圧縮機からの圧縮空気の供給開始までに未然防止濃度に至る可能性がある貯槽等については、圧縮空気手動供給ユニットから十分な量の圧縮空気として、未然防止濃度以下に維持するための流量の10倍以上の流量を確保できる設計とする。

圧縮空気手動供給ユニットは、減圧弁により圧縮空気供給圧力を機械的に調整し、圧縮空気供給流量を一定に維持する設計とする。

#### <分離建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液中間受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$

合計： $0.6\text{m}^3/\text{h}$

#### <精製建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ プルトニウム溶液供給槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液受槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ 油水分離槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮缶供給槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.58\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム溶液一時貯槽： $0.058\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.58\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液受槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液一時貯槽： $0.065\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.65\text{m}^3/\text{h}$
- ・ プルトニウム濃縮液計量槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
- ・ リサイクル槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$

- ・ プルトニウム濃縮液中間貯槽： $0.042\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.42\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 希釈槽： $0.048\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.48\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 第2一時貯留処理槽： $0.02\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.2\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 第3一時貯留処理槽： $0.029\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.29\text{m}^3/\text{h}$
- 合計： $5.06\text{m}^3/\text{h}$

<ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の圧縮空気手動供給ユニット>

- ・ 硝酸プルトニウム貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 混合槽A： $0.033\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 混合槽B： $0.033\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.33\text{m}^3/\text{h}$
  - ・ 一時貯槽： $0.043\text{m}^3/\text{h}$ (8vol%維持流量)  $\times 10 = 0.43\text{m}^3/\text{h}$
- 合計： $1.52\text{m}^3/\text{h}$

補足説明資料 8-12 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

要員及び資源等の評価

1. 必要な要員及び資源の算出方法

1.1 必要な要員の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置に必要な要員は、前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋における作業に係る要員と建屋外における作業に係る要員を合算した要員とし、同一時間軸で最大となる要員を算出する。例を第1.1-1図に示す。



他建屋及び作業省略



同一時間軸において最大となる建屋内及び建屋外の要員を算出する。

第1.1-1図 必要な要員の算出例

## 1.2 必要な燃料の算出方法

水素爆発の発生及び拡大の防止のための措置で必要な燃料は、機器の1時間あたりの燃料消費量と燃料を必要とする機器の使用開始から対応時間7日間（168時間）までの時間の差（使用時間）の積である。

水素爆発への対処で燃料（軽油）を必要とする設備としては、可搬型空気圧縮機、可搬型発電機及び軽油用タンクローリ、運搬車及びホイールローダがある。

1時間あたりの燃料消費量を第1.2-1表に示す。

第1.2-1表 各機器の1時間あたりの燃料消費量

機器名	台数	1時間あたりの燃料消費量 (m <sup>3</sup> /h)
可搬型空気圧縮機 (前処理建屋、分離建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋)	3	0.01
可搬型空気圧縮機 (精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋)	1	0.008
可搬型発電機	4	0.018
軽油用タンクローリ	<u>1</u>	0.002
<u>運搬車</u>	<u>7</u>	<u>0.005</u>
<u>ホイールローダ</u>	<u>3</u>	<u>0.02</u>

必要な燃料の量については、可搬型空気圧縮機及び可搬型発電機を共用する対策、建屋の中で、最も使用量が多くなるように算出する。（共用している中で使用開始が最も早いものをもとに必要な燃料の量を算出）

### 1.2.1 可搬型空気圧縮機

可搬型空気圧縮機は、水素爆発の発生防止対策の水素爆発を未然に防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給及び拡大防止対策の水素爆発の再発を防止するための空気の供給に使用する設備の代替安全圧縮空気系への圧縮空気の供給に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。

外的事象の「地震」又は「火山」の想定によらず、必要な燃料の量は変わらない。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」又は「火山」想定）	合計
可搬型空気圧縮機 4台起動 前処理建屋 10L/h（燃料消費率）×132h（運転時間）=1.4m <sup>3</sup> 分離建屋 10L/h（燃料消費率）×162h（運転時間）=1.7m <sup>3</sup> 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 8L/h（燃料消費率）×166.7h（運転時間）=1.4m <sup>3</sup> 高レベル廃液ガラス固化建屋 10L/h（燃料消費率）×157.5h（運転時間）=1.6m <sup>3</sup>	7日間の軽油消費量 約5.9m <sup>3</sup>

### 1.2.2 可搬型発電機

可搬型発電機は、水素爆発の拡大防止対策の可搬型排風機の運転に使用する。

前処理建屋で1台、分離建屋で1台、精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋で1台、高レベル廃液ガラス固化建屋で1台使用する。  
開始時間は可搬型発電機の起動からとする。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」又は「火山」想定）	合計
可搬型発電機（18L/h） 4台起動 前処理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 154.2\text{（運転時間）} = 2.8\text{m}^3$ 分離建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.2\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝理建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 163.5\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$ 高レベル廃液ガラス固化建屋 $18\text{L/h（燃料消費率）} \times 165\text{h（運転時間）} = 3.0\text{m}^3$	7日間の軽油消費量約12m <sup>3</sup>

### 1.2.3 軽油用タンクローリ，運搬車及びホイールローダ

軽油用タンクローリ，運搬車及びホイールローダは，燃料及び可搬型重大事故等対処設備の運搬及び設置並びにアクセスルートの整備に使用する。

外的事象の「地震」及び「火山」の想定時に必要な燃料の量をそれぞれ下表に示す。

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」想定）	合計
運搬等に必要車両等 軽油用タンクローリ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.34\text{m}^3$ ホイールローダ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 3.4\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$	7日間の軽油消費量約3.9m <sup>3</sup>

必要燃料算出過程（外的事象の「地震」想定）	合計
運搬等に必要な車両等 軽油用タンクローリ $2\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.34\text{m}^3$ 運搬車 $5\text{L/h（燃料消費率）} \times 1.4\text{h（運転時間）} \times 6\text{台} = 0.060\text{m}^3$ $5\text{L/h（燃料消費率）} \times 0.75\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.0038\text{m}^3$ ホイールローダ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 168\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 3.4\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$ $20\text{L/h（燃料消費率）} \times 4\text{h（運転時間）} \times 1\text{台} = 0.08\text{m}^3$	7日間の軽油消費量 約 $3.9\text{m}^3$

### 1.3 必要な電源の算出方法

可搬型発電機については、水素爆発の拡大防止対策のセル排気系を代替する排気系を構築するための設備での可搬型排風機の運転に使用する。建屋間の共用については、精製建屋とウラン・プルトニウム混合脱硝建屋のみ共用している。

#### 1.3.1 前処理建屋可搬型発電機

前処理建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である前処理建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の750%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2\text{ kVA} / \text{台} \times 1\text{台} \times 7.5 = 39\text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39 kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80 kVAを超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合 計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評 価			80 kVA以下		

### 1.3.2 分離建屋可搬型発電機

分離建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である分離建屋の可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5kW以下の電動機については、全負荷電流の75%）を踏まえ容量を7.5倍とし、 $5.2\text{ kVA}/\text{台} \times 1\text{ 台} \times 7.5 = 39\text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても39kVAであることから、可搬型発電機の容量である約80kVAを超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合 計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評 価			80 kVA以下		

### 1.3.3 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機（精製建屋と共用）

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である精製建屋及びウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型排風機の起動時容量については、電動機の

起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の 1 台運転中で、さらに 1 台が起動する場合は、約 45 kVA であることから、可搬型発電機の容量である約 80 kVA を超えることなく給電可能である。

(単位は kVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機（精製建屋）	1	5.2	5.2	39
2	可搬型排風機（ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋）	1	5.2	10.4	44.2
合 計 (起動時は最高値を記載)				10.4	44.2
評 価			80 kVA 以下		

#### 1.3.4 高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機

高レベル廃液ガラス固化建屋可搬型発電機の電源負荷を積上げた結果は以下のとおりである。動的負荷である可搬型排風機の起動時容量については、電動機の起動電流（7.5 kW以下の電動機については、全負荷電流の 750%）を踏まえ容量を 7.5 倍とし、 $5.2 \text{ kVA} / \text{台} \times 1 \text{ 台} \times 7.5 = 39 \text{ kVA}$ と評価した。

可搬型排風機の起動時を考慮しても 39 kVA であることから、可搬型発電機の容量である約 80 kVA を超えることなく給電可能である。

(単位はkVA)

順番	対象機器	台数	定格容量	積上げ	起動時
1	可搬型排風機	1	5.2	5.2	39
合 計 (起動時は最高値を記載)				5.2	39
評 価			80 kVA以下		

補足説明資料 8-13 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

セル導出設備の隔離弁の爆発時健全性について

1. 水素濃度の想定について

水素爆発の発生防止対策や拡大防止対策は、機器内水素濃度が 8 v o 1 % に到達するまでに実施する。水素濃度が 8 v o 1 % ~ 12 v o 1 % では爆燃となるが、セル導出設備の健全性を評価するため、最も厳しい条件である機器内の水素濃度が 12 v o 1 % での爆発が起こることを想定する。

2. 爆発時の圧力上昇について

密閉状態で爆発が起こった場合の圧力上昇を以下にしめす<sup>(1)</sup>。12 v o 1 % における爆発圧力は、初期圧力の約 4 倍となる（第 1 図参照）。爆発後の圧力は、AICC (Adiabatic Isochoric Complete Combustion, 断熱等積完全燃焼) に基づくと、初期圧力の約 5 倍になる。これらを踏まえて、初期圧力は大気圧 (=0.1013MP a) であるため、爆発時の圧力は  $0.1013MP a \times 5 = 0.5065$  より約 0.5MP a とする。

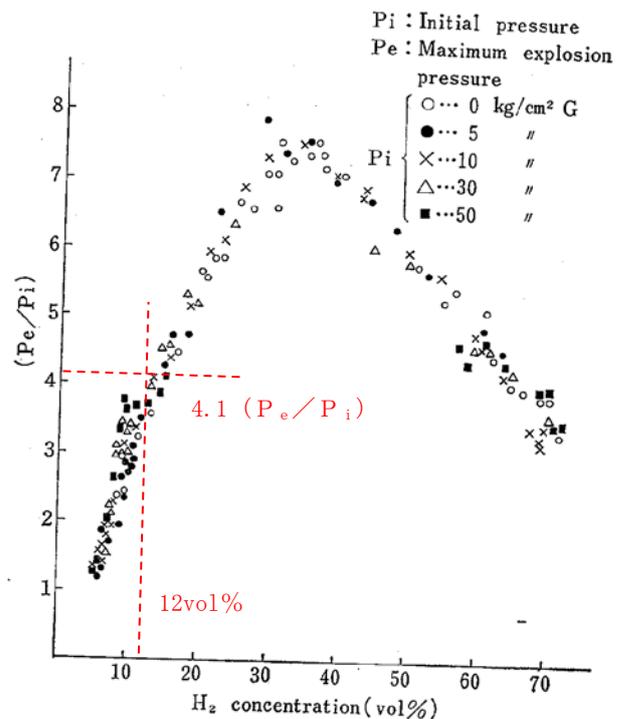


Fig.2 Ratio of explosion pressure to initial pressure and hydrogen concentration. (爆発圧力比と水素濃度の関係)

第 1 図 水素濃度と圧力比の関係

### 3. 隔離弁の健全性について

隔離弁の耐圧性能を以下に示す。

分類	前処理建屋	分離建屋	精製建屋	U・Pu 混合 脱硝建屋	高レベル 廃液 ガラス固化 建屋
耐圧性能 (MPa)	2.3/3.0	2.0	1.5	1.5	2.9
隔離弁 種類	バタフライ弁 /ニードル弁	バタフライ弁	バタフライ弁	ゲート弁	バタフライ弁

各建屋の隔離弁の耐圧性能は、0.5MPaより十分大きいことから、隔離弁の健全性は維持される。

### 4. 参考文献

- (1) 柳生，松田：“水素の爆発危険性についての研究（第2報）”，  
産業安全研究所報告，RIIS-PR-21-4（1973）

補足説明資料 8-14 (28条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 可搬型フィルタの健全性について

## (1) 方法

各建屋において未然防止濃度に到達するまでの時間が最も短い水素爆発を想定する機器が未然防止濃度に到達するまでの時間において、建屋内の機器から発生した水素の全量が爆発することを想定する。水素爆発によって生じたエネルギーは全て導出先のセル及び連結するセルの温度上昇に使われると仮定し、爆発前後の気体のエンタルピの収支計算を行って爆発後の温度を評価する。爆発前の水素のエンタルピについてはわずかであるため考慮しない。また窒素は酸素より、同一の温度に対して内部エネルギーが小さいので、爆発後の温度は高めに算出されることから、酸素の内部エネルギーは窒素の内部エネルギーに置き換えて評価する。

$$E_{O_2 1} + E_{N_2 1} = E_{O_2 2} + E_{N_2 2} + E_{H_2O 2} + E_D$$

ここで、

$E_{O_2 1}$ : 水素爆発発生前の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 1}$ : 水素爆発発生前の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{O_2 2}$ : 水素爆発発生後の酸素のエンタルピ (k J)

$E_{N_2 2}$ : 水素爆発発生後の窒素のエンタルピ (k J)

$E_{H_2O 2}$ : 水素爆発発生後の蒸気のエンタルピ (k J)

$E_D$ : 爆発 (燃焼) による生成エンタルピ (k J)

ただし、

$$E = \frac{V}{V_N} \times H(T)$$

ここで、

E:エンタルピー (kJ)

V:ガス体積 (m<sup>3</sup>)

V<sub>N</sub>:標準モル体積 (m<sup>3</sup>/mol)

H(T):比エンタルピー (kJ/mol)

爆発後の圧力については、状態方程式から求める。

$$P = P_0 \times \frac{T}{T_0}$$

ここで、

P<sub>0</sub>:初期圧力 (101.3 kPa)

T:爆発後の温度 (K)

T<sub>0</sub>:初期温度 (323K)

爆発後の温度T及び圧力上昇P - P<sub>0</sub>を評価し、可搬型フィルタの健全性が維持される差圧及び温度と比較することにより、可搬型フィルタの健全性を確認する。

## (2) 可搬型フィルタの健全性の評価条件

水素量は、水素爆発を想定する機器内の溶液性状に依存して変化する。このため、水素掃気機能のみ喪失した場合、冷却機能喪失が重畳した場合の2通りを比較し、水素発生量が多くなる条件をインプットとする。

### (i) 水素掃気機能のみが喪失した場合

各建屋において、水素爆発を想定する機器内の水素濃度が未然防止濃度に至った時点での水素発生量合計を求める。結果を以下に示す。

前処理建屋	: <u>3.0m<sup>3</sup></u>
分離建屋	: <u>2.2m<sup>3</sup></u>
精製建屋	: <u>0.15m<sup>3</sup></u>
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: <u>0.07m<sup>3</sup></u>
高レベル廃液ガラス固化建屋	: <u>4.7m<sup>3</sup></u>

(ii) 冷却機能の喪失が重畳した場合

各建屋において、水素爆発を想定する機器内の水素濃度が未然防止濃度に至った時点での水素発生量合計を求める。このとき、溶液の温度変化を考慮し、溶液温度が 70℃を超えた時点で水素発生量を 5 倍とする。結果を以下に示す。

前処理建屋	: <u>3.0m<sup>3</sup></u>
分離建屋	: <u>2.2m<sup>3</sup></u>
精製建屋	: <u>0.15m<sup>3</sup></u>
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	: <u>0.07m<sup>3</sup></u>
高レベル廃液ガラス固化建屋	: <u>4.7m<sup>3</sup></u>

(iii) 評価に用いる水素量

上記の(i)及び(ii)の検討結果から、(ii)を採用する。

(3) 評価結果

可搬型フィルタの健全性が維持される温度は 200℃未満，可搬型フィルタの健全性が維持される差圧は 9.8 k P a 未満である。

以下に示すとおり，各建屋における爆発後のセル内温度は 200℃未満であり，圧力上昇は 9.8 k P a 未満である。このため，可搬型フィルタの健全性は維持される。

前処理建屋 : セル内温度 53℃，圧力上昇 0.87 k P a

分離建屋 : セル内温度 51℃，圧力上昇 0.23 k P a

精製建屋 : セル内温度 50℃，圧力上昇 0.016 k P a

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

: セル内温度 55℃，圧力上昇 1.4 k P a

高レベル廃液ガラス固化建屋

: セル内温度 66℃，圧力上昇 4.8 k P a

補足説明資料 8-15 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 5 因子法において採用した値の適用性について

## 1. はじめに

放出量評価において、文献から値を引用して評価に適用している。文献における試験の実施条件、適用範囲を確認し、文献引用の適用性について確認した。

## 2. 評価に用いた値と引用文献の関係について

対策成功時の放出量評価においては、第1表の値を使用している。

第1表 対策成功時の放出量評価において採用した値

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
M A R	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量	放射性物質量の最大値	—
D R	貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
A R F	圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	圧縮空気 1 m <sup>3</sup> 当たり 10 m g	F. J. Herrmann, et. al., Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps, Proceedings of the 16 <sup>th</sup> DOE Nuclear air cleaning conference held in San Diego, California, 20-23 October 1980.
D F	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか．“再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2”．日本原子力学会 2016年春の年会，日本原子力学会，2016-03．
D F	高性能粒子フィルタの除染係数	10 <sup>3</sup> / フィルタ 1 段	尾崎誠，金川昭．高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（I）DOPエアロゾルの捕集性能．日本原子力学会誌．1985，vol. 27，no. 7．

重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量は、六ヶ所再処理施設の設計で決めるべきものであるため、文献を引用していない。なお、貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合については、圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合の設定「圧縮空気 1 m<sup>3</sup> 当たり 10mg」の中で既に考慮されているため 1 とした。R F は放出後の放射性物質の粒径分布の情報がないため、放出量を多くする想定として 1 と設定した。

水素爆発時の放出量評価においては、下表の値を使用している。

第 2 表 水素爆発時の放出量評価において採用した値

分類	項目	採用した値	引用元、参考元
M A R	重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質量	放射性物質量の最大値	—
D R	貯槽に保有される放射性物質量のうち事故の影響を受ける割合	1	—
A R F	水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合	$1 \times 10^{-4}$	Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook, NUREG/CR-6410, 1998. 他
D F	放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数	10	小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査 (5) 環状容器試験 その 2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03.
D F	大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準	9.3kPa	尾崎他、「高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験, (VII), 圧力変化試験」、日本原子力学会誌、Vol. 30, No. 4, 1988 年

爆発の影響を受けるのは液面付近の溶液に限られると考えられるが、事故の影響を受ける割合に関する情報がないことから放出量を多くする想定として貯槽に保有される放射性物質量の全量が影響を受けるものとした。

3. 文献引用の妥当性について

(1) 圧縮空気の供給に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

試験条件と実機の条件を第3表に示す。試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。

第3表 圧縮空気の供給に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 <sup>[1]</sup>	実機条件	考察
設備	再処理工場の第1抽出サイクル(第1図①参照)	再処理工場	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
内包液	実液	実液	試験条件と実機条件は同様であり、適用できる。
掃気流量	150m <sup>3</sup> /h ~ 3000m <sup>3</sup> /h (第1図②参照)	数~数十m <sup>3</sup> /h (建屋により異なる)	実機条件よりも試験条件の掃気流量が多いことから、エアロゾル濃度についてもより厳しい結果を与える試験条件の10mg/m <sup>3</sup> としている。(②参照)

Table II Contribution of Stirring, Transferring, Scavenging Processes and Pulse Air to the Total Quantity of Off-Gas from Vessels in the 1<sup>st</sup> Extraction Cycle ①

Aerosol Sources	Air m <sup>3</sup> /h	Aerosol Loading (mg/m <sup>3</sup> air)
Stirring Air	440 - 3000	10
Transfer Air (Airlift)	160 - 200	10
Pulse Air	600	0,1
Scavenging Air	150	0,1 - 1

第1図 圧縮空気の供給に係る文献の該当部分<sup>[1]</sup>

- (2) 水素爆発に伴い気相中に移行する放射性物質の割合について

水素爆発による気相への移行率を直接測定した例は少ないため、緩やかに加圧したあと急激に減圧させた場合の気相への移行を参考に設定した。根拠となる試験はNUREG/CR-3093に記されている。

爆発の場合には急激な圧力上昇とその後の減圧に伴う気泡の発生により放射性物質が気相へ移行する。一方、緩やかに加圧した試験は、加圧されたガスが爆発に比べてより多く液に溶存し、爆発に比べ多くの気泡が生じることから、文献は爆発より厳しい条件となる。文献による気相への移行率  $4 \times 10^{-5} \sim 6 \times 10^{-4}$  に対し爆発による移行率は小さい値をとると考えられる。

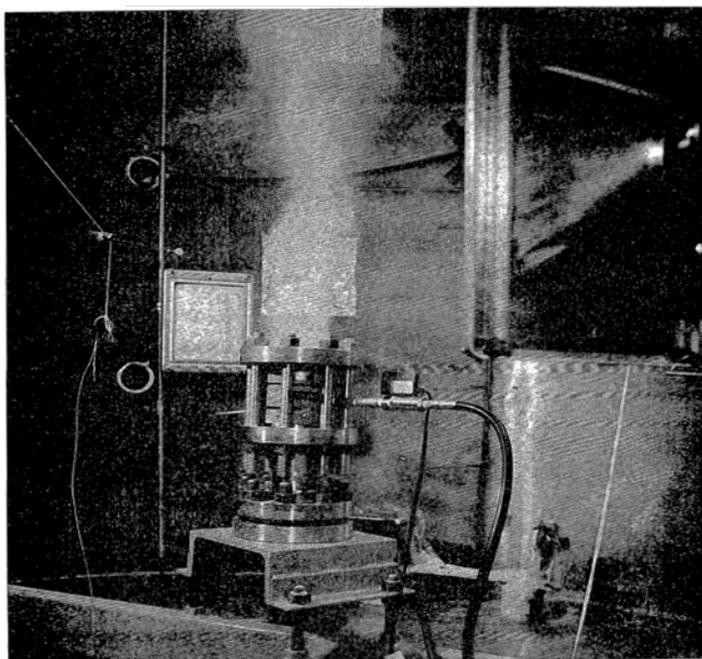
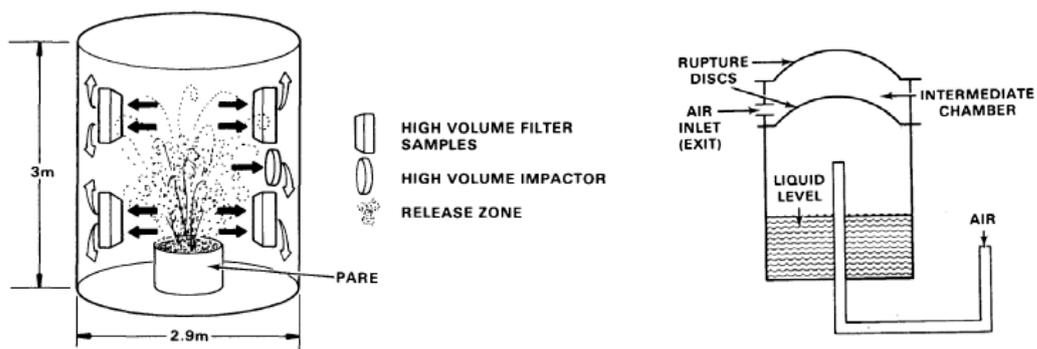
したがって、当該文献は適用できる。

#### 【NUREG/CR-3093の試験概要】

- ▶ 硝酸ウラニル溶液を含む容器内に空気を封入・加圧し、容器を開放した際に容器外に放出される溶液を回収し、移行率を算出した。

$$\text{移行率} = \frac{\text{気相へ移行した溶質量}}{\text{容器に投入した初期溶質量}}$$

- ▶ 溶液量、溶液組成は明らかであるが、試験容器の具体的なサイズは不明である。
- ▶ 試験時の圧力は明らかではあるが、加圧した時間は不明であり、緩やかな加圧と想定される。
- ▶ 一方、ラプチャーディスク破損時の放出挙動は第2図の通りであり、容器上部が開放していると考えられる。



NUREG/CR-3093 より引用

第 2 図 水素爆発に伴う移行に係る文献の該当部分<sup>[1]</sup>

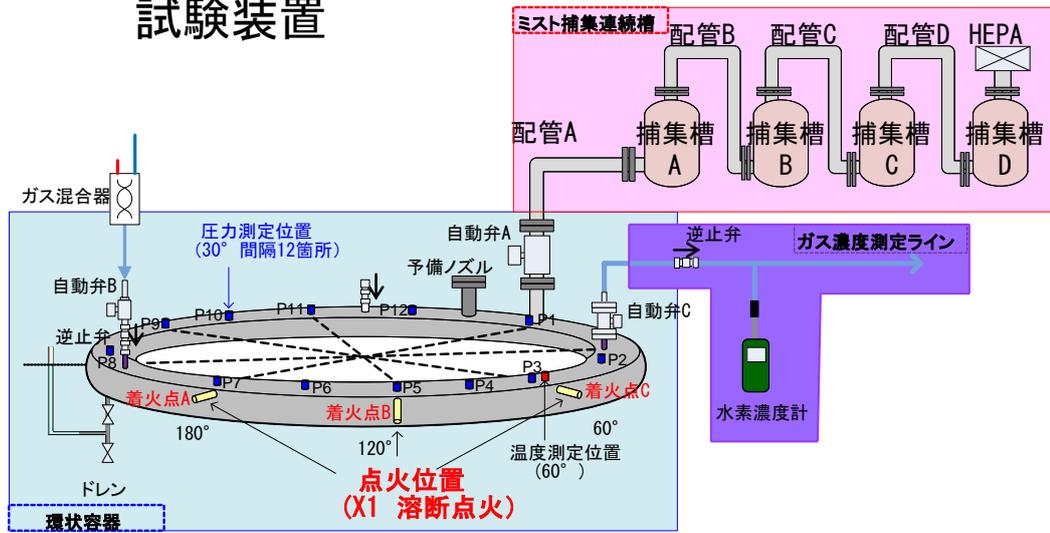
(3) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除去効率について

試験条件と実機の条件を第4表に示す。試験から得られた配管曲り部の除染係数は、より複雑かつ配管の長い実機条件と比較して厳しい結果を与えると考えられ、除染係数10は適用可能である

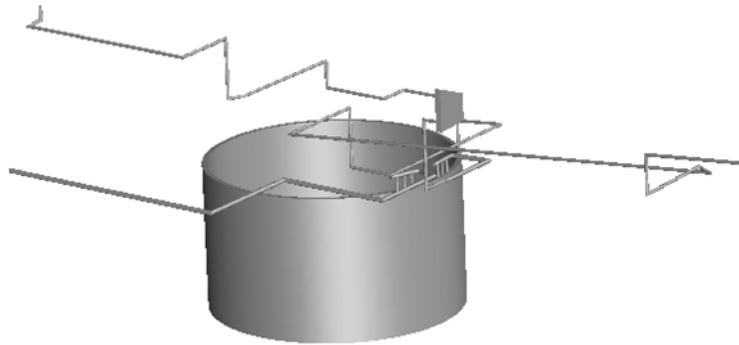
第4表 沈着に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 [3]	実機条件	考察
容器のサイズ	直径約3.8mの円環形状 (第3図参照)	水素爆発を想定する機器により様々	発生圧力が高いのは、壁面の圧力波の反射により火炎が加速しやすい円環形状の場合であり、飛沫が飛びやすい条件であり適用できると考える。
配管長さ	1m～2m	数十m	試験条件の方が曲り箇所が極めて少なく、除染係数としては厳しい結果となると考えられるため適用できる。(第3図、第4図参照)
爆発時圧力	3.5MPa	0.7～2.9MPa (水素濃度30vol%における着火側機器の圧力)	試験の最大圧力は実機を想定して実施した試験結果である0.7～2.9MPaを包含しており、適用できると判断した。

# 試験装置



第 3 図 沈着に係る試験装置<sup>[3]</sup>



第 4 図 貯槽と配管の例

(4) 高性能粒子フィルタの除染係数について(対策成功時)

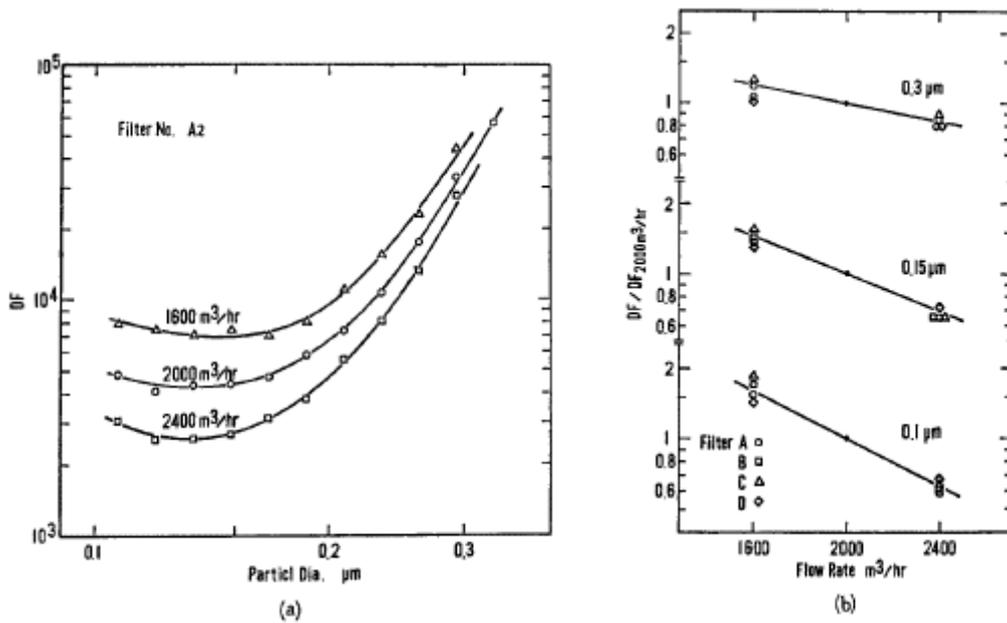
試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）の条件を第5表に示す。試験で用いられたフィルタと実機（可搬型フィルタ）の仕様は同様であり適用できる。

第5表 高性能粒子フィルタに係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 [4]	実機条件 (可搬型フィルタ)	考察
ろ材	グラスファイバー	グラスファイバー	同一の素材であり適用可能である。
サイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292(mm)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300(mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
耐熱温度(℃)	200	180 (連続使用最高温度)	実機条件の温度に比べて、試験条件の耐熱温度が高いことから適用可能である。
定格風量(m <sup>3</sup> /h)	定格風量：2,000	約2,500	風量が異なる場合でも所定の除染効率を期待できることから適用可能である。(①参照)
試験温度(℃)	25～45	50～100℃程度	試験に用いられているフィルタの最高使用温度を下回ることから適用可能である。
粒径	0.024～0.750 μm で試験	エアロゾルの径は事象により異なるが、μmオーダーと想定	試験より0.13 μm近辺で最も除染係数が低くなるが、この場合でも10 <sup>3</sup> に余裕があること、実機条件のエアロゾル径は0.13 μmより大きいと想定されることから、適用可能と考える。(②参照)

① 風量と除染係数の関係

第5図に示す通り，さまざまな風量、粒径においてDF10<sup>3</sup>を維持できる。



第 5 図 風量と除染係数の関係 [4]

② 粒径と除染係数の関係

第 6 図に示す通り、さまざまな粒径において  $DF10^3$  を維持できる。

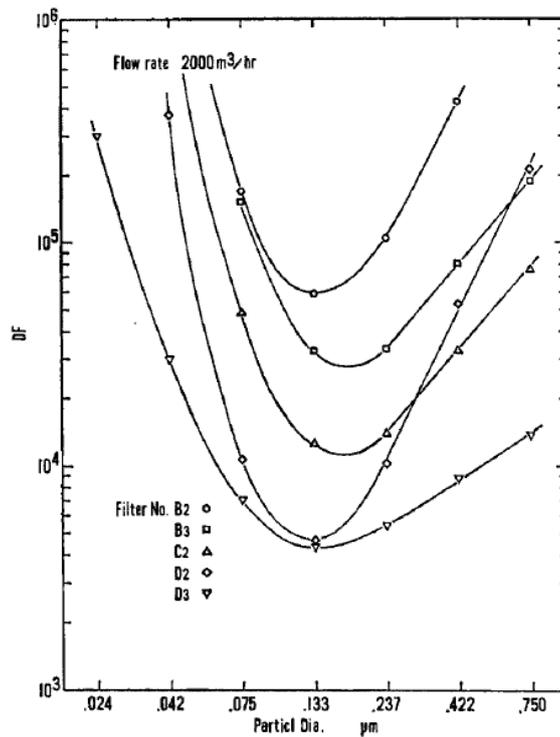


Fig. 3 Decontamination factor of HEPA filters measured by CNC/DB system

第 6 図 粒径と除染係数の関係 [4]

(5) 大風量負荷時のフィルタの健全性の判断基準

試験で用いられた高性能粒子フィルタと実機（可搬型フィルタ）のフィルタサイズは同様である。水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、試験では差圧上昇速度が低いほどリークが発生する差圧が小さくなる傾向があり、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となることから、適用可能である。

第6表 大風量負荷時のフィルタの健全性に係る試験条件と実機条件

項目	試験条件 <sup>[5]</sup>	実機条件 (可搬型 フィルタ)	考察
フィルタサイズ	幅-高さ-奥行き： 610-610-292(mm) (第7図の①参照)	幅-高さ-奥行き： 610-610-約300(mm)	同様のサイズであり適用可能である。 (実機奥行きは構造図に記載ないため構造図から推測)
差圧上昇速度	1kPa/s～ 50kPa/s	水素爆発 想定時： 数 kPa/s～ 数十 kPa/s	差圧上昇速度が速いほどフィルタが破損する圧力が上昇する傾向を有すること、水素爆発時の差圧上昇は試験範囲を超える可能性があるが、差圧上昇速度が低い場合のフィルタリーク発生差圧を採用することは厳しい結果となる(第7図の②参照)ことから、適用可能である。

Table1 Specification of test filters

	Tested Filter (PNC)	HEPA Filter (JIS Z 4812)
Size (mm)	610*610*292	610*610*292
Frame material	Steel	Plywood
Filter medium	Glass fiber paper	Glass fiber paper
Separators	Stainless steel	Aluminum
Sealants	Silicon rubber	Polyurethane
Gasket material	Neoprene	Neoprene
Capacity (m <sup>3</sup> /h)	2000	1860
Resistance to air flow (mAq)	≤30	≤25
DOP smoke penetration (%)	≤0.02	≤0.03
Resistance to heated air (t)	200	~100
Resistance to pressure (mAq)	250	250

①

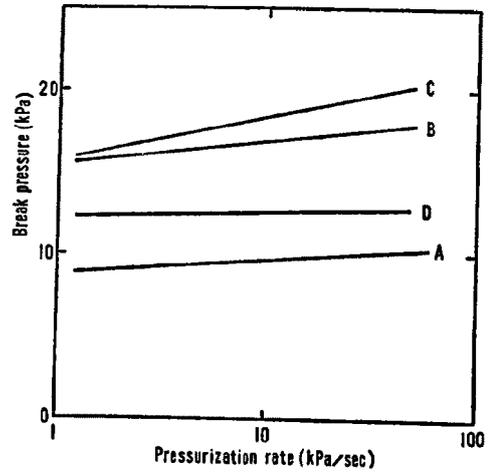


Fig. 4 Pressure at structural limits vs. pressurization rate of HEPA filters

② (差圧上昇速度が低いほどリーク発生差圧が小さくなる傾向がある。)

第7図 大風量負荷時のフィルタの健全性に係る文献の該当部分<sup>[5]</sup>

#### 4. 参考文献

- [1] F. J. Herrmann, E. Lang, J. Furrer, E. Henrich “Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps” ,16th DOE Nuclear Air Cleaning Conference, San Diego, California, 20-23 October 1980
- [2] S. L. Sutter . Aerosols Generated by Releases of Pressurized Powders and Solutions in Static Air. United States Nuclear Regulatory Commission, 1983, NUREG-3093.
- [3] 小林卓志ほか.“再処理工場水素爆発事故時における放射性物質移行率の調査（5）環状容器試験 その2” . 日本原子力学会2016年春の年会，日本原子力学会，2016-03.
- [4] 尾崎誠, 金川昭. 高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（I）DOPエアロゾルの捕集性能. 日本原子力学会誌. 1985, vol. 27, no. 7.
- [5] 尾崎ほか，「高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（VII），圧力変化試験」、日本原子力学会誌、Vol. 30, No. 4, 1988年

補足説明資料 8-16 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 水素燃焼時の大気中への放射性物質の放出量

## (セシウム-137 換算) の詳細

- (1) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う前処理建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137 換算)
- a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う前処理建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量は、重大事故等が発生する貯槽に保有される放射性物質質量（以下「MAR」という。）、MARのうち事故の影響を受ける割合（以下「DR」という。）、機器の気相に移行する割合（以下「ARF」という。）、大気中への放出経路における除染係数（以下「DF」という。）及び肺に吸収されうるような浮遊性の微粒子状の放射性物質の割合（以下「RF」という。）を用いて、五因子法を基に以下の計算式により算出する。また、大気中への放射性物質の放出量の算出の流れを第1図に示す。

大気中への放射性物質の放出量

$$= \text{MAR} \times \text{DR} \times \text{ARF} \div \text{DF} \times \text{RF}$$

なお、RFは評価の結果が厳しくなるよう1と設定する。

## b. MAR

MARは、1日当たり処理する使用済燃料の平均燃焼度  $45,000 \text{ MW d} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、照射前燃料濃縮度  $4.5 \text{ wt} \%$ 、比出力  $38 \text{ MW} / \text{t} \cdot U_{\text{Pr}}$ 、冷却期間15年を基に算出した内蔵放射能に、使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮して平常運転時の最大値を

算出し設定する。

使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を第1表に、水素爆発の発生が想定される前処理建屋の機器の内蔵放射能を第2表に示す。

c. DR

DRはARFの測定試験結果から分離することは困難である。よって、より厳しい結果を与えるように1と設定する。

d. ARF

ARFは $1 \times 10^{-4}$ とする。

e. DF

大気中への放射性物質の放出経路上の高性能粒子フィルタによる放射性エアロゾルの除去効率は、悪化する因子がないことを踏まえ、99.999%とする。また、大気中への放射性物質の放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、10とする。ただし、前処理建屋の溶解施設の溶解設備のハル洗浄槽については、気体廃棄物の廃棄施設の塔槽類廃ガス処理設備の前処理建屋塔槽類廃ガス処理設備が直接機器に接続する構造ではないことから、大気中への放射性物質の放出経路上の構造物への放射性エアロゾルの沈着は考慮しない。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第3表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、IAEA-TECDOC-1162<sup>(1)</sup>に記載の、地表沈着した核種からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくを考慮した50年間の実効線量への換算係数及び吸入核種の化学形態を線量告示に適合させるた

めに、プルトニウム等の一部の核種について、IAEA-TECDOC-1162<sup>(1)</sup>に記載の吸入摂取換算係数をICRP Publication 72<sup>(2)</sup>の吸入摂取換算係数で補正するために設定する「吸入核種の化学形態に係る補正係数」を用いて、以下の計算式により算出する。

$$\begin{aligned} & \text{セシウム-137 換算係数} \\ & = (\text{ある核種の } CF_4 \text{ 換算係数}) / (\text{セシウム-137 } CF_4 \text{ 換算係数}) \\ & \quad \times (\text{吸入核種の化学形態に係る補正係数}) \end{aligned}$$

主要な核種のセシウム-137 換算係数を第4表に示す。

#### h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第5表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第6表に示す。

(2) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う分離建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う分離建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される分離建屋の機器の内蔵放射能を第7表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第8表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大

気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 9 表に，大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 10 表に示す。

(3) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される精製建屋の機器の内蔵放射能を第11表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第12表に示す。

g. セシウム-137換算係数

放射性物質のセシウム-137換算係数は、「(1) g. セシウム-137換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)

大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137換算)は、「f. 大

気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 13 表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 14 表に示す。

(4) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴うウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定されるウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器の内蔵放射能を第15表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第16表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137 換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）の算出過程を第 17 表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137 換算）を第 18 表に示す。

(5) 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う高レベル廃液ガラス固化建屋の水素掃気機能喪失事故」の大気中への放射性物質の放出量(セシウム-137 換算)

a. 大気中への放射性物質の放出量評価

「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う高レベル廃液ガラス固化建屋の水素掃気機能喪失事故」の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出方法は、「(1) a. 大気中への放射性物質の放出量評価」に記載した方法と同じである。

b. MAR

MARの設定方法は、「(1) b. MAR」に記載した方法と同じである。水素掃気機能の喪失による水素爆発の発生が想定される高レベル廃液ガラス固化建屋の機器の内蔵放射能を第19表に示す。

c. DR

DRは、「(1) c. DR」にて設定した値と同じである。

d. ARF

ARFは、「(1) d. ARF」にて設定した値と同じである。

e. DF

DFは、「(1) e. DF」にて設定した値と同じである。

f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量

高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程を第20表に示す。

g. セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、「(1) g. セシウム-137 換算係数」に示したとおりである。

h. 大気中への放射性物質の放出量 (セシウム-137 換算)

大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）は、「f. 大気中への核種毎の放射性物質の放出量」において算出される大気中への核種毎の放射性物質の放出量に「g. セシウム-137換算係数」を乗じて算出する。大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程を第21表に、大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を第22表に示す。

(6) 異常な水準の放出防止対策の有効性評価における不確かさの考慮

水素掃気機能喪失事故の有効性評価における大気中への放射性物質の放出量の算出に用いた評価項目は第2図に示される不確かさを有する。各評価項目には上振れ及び下振れの不確かさが存在するものの、評価項目を総合すると、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は安全余裕を有する。

また、水素爆発の発生防止又は拡大防止対策が成功した場合における大気中への放射性物質の放出量の算出に用いた評価項目の不確かさについて、第3図に示す。想定に対し各評価項目は下振れの不確かさが存在し、有効性評価で示す大気中への放射性物質の放出量は安全余裕を有する。

第1表 使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ	使用済燃料中の放射能		燃料仕様の変動に係る補正係数
	燃料条件(補正)		
	$(Bq/t \cdot U_{Pr})$		
Ru/Rh	$1.6 \times 10^{12} \text{ ※2}$		1.7
その他FP <sup>※1</sup>	$1.3 \times 10^{16}$		1.1
Pu	$\alpha$	$1.7 \times 10^{14}$	2.0
	$\beta$	$2.9 \times 10^{15}$	
Am/Cm	$1.8 \times 10^{14}$		2.7

※1 その他FPとは、核分裂生成物のうち、Kr-85、I-129及びRu/Rhを除いたものを示す。

※2 Ru及びRhの合算値を示す。

第2表 前処理建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m <sup>3</sup> )	計量前 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量・調整槽 (25m <sup>3</sup> )	計量後 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量 補助槽 (7.0m <sup>3</sup> )
Z r / N b	3. 0E+11	1. 1E+12	1. 1E+12	1. 1E+12	3. 0E+11
R u / R h	5. 1E+12	1. 4E+13	1. 4E+13	1. 4E+13	3. 8E+12
C s / B a	1. 5E+16	5. 3E+16	5. 3E+16	5. 3E+16	1. 5E+16
C e / P r	3. 4E+11	1. 2E+12	1. 2E+12	1. 2E+12	3. 3E+11
S r / Y	1. 1E+16	3. 9E+16	3. 9E+16	3. 9E+16	1. 1E+16
その他F P	7. 5E+14	2. 6E+15	2. 6E+15	2. 6E+15	7. 3E+14
P u	1. 2E+16	4. 1E+16	4. 1E+16	4. 1E+16	1. 2E+16
A m / C m	9. 4E+14	3. 3E+15	3. 3E+15	3. 3E+15	9. 3E+14
U	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
N p	1. 9E+12	6. 6E+12	6. 6E+12	6. 6E+12	1. 9E+12

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第3表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m <sup>3</sup> )	計量前 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量・調整槽 (25m <sup>3</sup> )	計量後 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量補助槽 (7.0m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	3.0E+11	1.1E+12	1.1E+12	1.1E+12	3.0E+11
Ru/Rh	5.1E+12	1.4E+13	1.4E+13	1.4E+13	3.8E+12
Cs/Ba	1.5E+16	5.3E+16	5.3E+16	5.3E+16	1.5E+16
Ce/Pr	3.4E+11	1.2E+12	1.2E+12	1.2E+12	3.3E+11
Sr/Y	1.1E+16	3.9E+16	3.9E+16	3.9E+16	1.1E+16
その他FP	7.5E+14	2.6E+15	2.6E+15	2.6E+15	7.3E+14
Pu	1.2E+16	4.1E+16	4.1E+16	4.1E+16	1.2E+16
Am/Cm	9.4E+14	3.3E+15	3.3E+15	3.3E+15	9.3E+14
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Np	1.9E+12	6.6E+12	6.6E+12	6.6E+12	1.9E+12
	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×
基数	2	2	1	1	1

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第4表 主要な核種のセシウム-137 換算係数

	IAEA-TECDO C-1162の CF <sub>4</sub> 換算係数 [A]	IAEA-TECDO C-1162のCF <sub>4</sub> 換算係数(Cs137の 値) [B]	吸入核種の化学形 態 に係る補正係数 [C]	Cs137換算係数 ※1 [D] = [A] / [B] × [C]
	(mSv / (kBq · m <sup>-2</sup> ))	(mSv / (kBq · m <sup>-2</sup> ))	(-)	(-)
Sr90	2.1E-02	1.3E-01	1.0	0.16
Ru106	4.8E-03	1.3E-01		0.037
Cs134	5.1E-02	1.3E-01		0.39
Cs137	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Ce144	1.4E-03	1.3E-01		0.011
Eu154	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Pu238	6.6E+00	1.3E-01	0.41	21
Pu239	8.5E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu240	8.4E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu241	1.9E-01	1.3E-01	0.39	0.56
Am241	6.7E+00	1.3E-01	0.45	23
Cm242	5.9E-02	1.3E-01	0.88	0.40
Cm244	2.8E+00	1.3E-01	0.47	10

注：放射平衡核種の子孫核種の寄与は、親核種を含む。

	IAEA-TECDO C-1162の吸入 摂取換算係数 [a]	ICRP Publication n.72の吸入摂取 換算係数(化学形態を考慮) [b]	吸入核種の化学形態に係る補正係数 [c] = [b] / [a]
	(Sv / Bq)	(Sv / Bq)	(-)
Pu238	1.13E-04 ※2	4.6E-05	0.41
Pu239	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu240	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu241	2.33E-06 ※2	9.0E-07	0.39
Am241	9.33E-05	4.2E-05	0.45
Cm242	5.93E-06	5.2E-06	0.88
Cm244	5.73E-05	2.7E-05	0.47

※1：地表沈着した核種からの外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくの50年間の実効線量を用いてセシウム-137放出量に換算する係数。

※2：化学形態としてキレートを想定。

第5表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	中継槽 (7.0m <sup>3</sup> × 2)	計量前 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> × 2)	計量・調整槽 (25m <sup>3</sup> )	計量後 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量補助槽 (7.0m <sup>3</sup> )	C s 137 換算係数
Z r / N b	6.0E+01	2.1E+02	1.1E+02	1.1E+02	3.0E+01	2.5E-02
R u / R h	1.1E+03	2.7E+03	1.4E+03	1.4E+03	3.8E+02	1.9E-02
C s / B a	3.0E+06	1.1E+07	5.3E+06	5.3E+06	1.5E+06	5.2E-01
C e / P r	6.7E+01	2.4E+02	1.2E+02	1.2E+02	3.3E+01	5.4E-03
S r / Y	2.2E+06	7.7E+06	3.9E+06	3.9E+06	1.1E+06	8.1E-02
その他F P	1.5E+05	5.2E+05	2.6E+05	2.6E+05	7.3E+04	4.9E-01
P u	2.4E+06	8.2E+06	4.1E+06	4.1E+06	1.2E+06	1.8E+00
A m / C m	1.9E+05	6.6E+05	3.3E+05	3.3E+05	9.3E+04	1.8E+01
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	7.4E+00
N p	3.8E+02	1.4E+03	6.6E+02	6.6E+02	1.9E+02	3.5E-01

×

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第6表 前処理建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	中継槽 (7.0m <sup>3</sup> × 2)	計量前 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> × 2)	計量・調整槽 (25m <sup>3</sup> )	計量後 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	計量補助槽 (7.0m <sup>3</sup> )
Z r / N b	1.5E+00	5.1E+00	2.6E+00	2.6E+00	7.1E-01
R u / R h	1.9E+01	5.0E+01	2.5E+01	2.5E+01	6.9E+00
C s / B a	1.6E+06	5.5E+06	2.7E+06	2.7E+06	7.6E+05
C e / P r	3.6E-01	1.3E+00	6.3E-01	6.3E-01	1.8E-01
S r / Y	1.8E+05	6.2E+05	3.1E+05	3.1E+05	8.7E+04
その他F P	7.3E+04	2.6E+05	1.3E+05	1.3E+05	3.6E+04
P u	4.1E+06	1.5E+07	7.2E+06	7.2E+06	2.1E+06
A m / C m	3.4E+06	1.2E+07	5.9E+06	5.9E+06	1.7E+06
U	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
N p	1.3E+02	4.5E+02	2.3E+02	2.3E+02	6.3E+01
小計	9.2E+06	3.3E+07	1.7E+07	1.7E+07	4.6E+06
合計	7.9E+07				

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第7表 分離建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトリウム 溶液受槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液中間貯槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第2一時貯留 処理槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第3一時貯留 処理槽 (20m <sup>3</sup> )	第4一時貯留 処理槽 (20m <sup>3</sup> )	高レベル 廃液濃縮缶 (22m <sup>3</sup> )	溶解液 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	溶解液供給槽 (6.0m <sup>3</sup> )	抽出廃液受槽 (15m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+11	6.0E+11	8.7E+12	1.1E+12	2.6E+11	4.5E+11
Ru/Rh	3.1E+08	3.1E+08	4.3E+08	7.3E+12	7.7E+12	1.6E+14	1.4E+13	3.3E+12	5.8E+12
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+16	3.1E+16	4.6E+17	5.3E+16	1.3E+16	2.3E+16
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+11	6.8E+11	9.8E+12	1.2E+12	2.9E+11	5.1E+11
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+16	2.3E+16	3.2E+17	3.9E+16	9.3E+15	1.7E+16
その他FP	5.7E+09	5.7E+09	8.1E+09	1.4E+15	1.5E+15	3.1E+16	2.6E+15	6.2E+14	1.2E+15
Pu	1.1E+16	1.1E+16	1.3E+16	2.4E+16	1.1E+16	8.7E+14	4.1E+16	9.8E+15	6.3E+12
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+15	8.9E+14	2.8E+16	3.3E+15	8.0E+14	1.5E+15
U	4.8E+07	4.8E+07	5.8E+07	5.8E+11	2.7E+11	0.0E+00	1.0E+12	2.4E+11	1.7E+07
Np	2.9E+11	2.9E+11	3.4E+11	3.8E+12	1.8E+12	0.0E+00	6.6E+12	1.6E+12	4.7E+11

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m <sup>3</sup> )	抽出廃液 供給槽 (60m <sup>3</sup> )
Z r / N b	6. 0E+11	1. 2E+12
R u / R h	7. 7E+12	2. 1E+13
C s / B a	3. 1E+16	6. 2E+16
C e / P r	6. 8E+11	1. 4E+12
S r / Y	2. 3E+16	4. 3E+16
その他F P	1. 5E+15	4. 1E+15
P u	8. 3E+12	1. 3E+14
A m / C m	1. 9E+15	4. 1E+15
U	2. 3E+07	0. 0E+00
N p	6. 3E+11	0. 0E+00

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

補 8-16-19

第8表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトニウム 溶液中間貯槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第2一時 貯留処理槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第3一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	第4一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	高レベル廃液濃 縮缶 (22m <sup>3</sup> )	溶解液 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	溶解液 供給槽 (6.0m <sup>3</sup> )	抽出廃液 受槽 (15m <sup>3</sup> )
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+11	6.0E+11	8.7E+12	1.1E+12	2.6E+11	4.5E+11
R u / R h	3.1E+08	3.1E+08	4.3E+08	7.3E+12	7.7E+12	1.6E+14	1.4E+13	3.3E+12	5.8E+12
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+16	3.1E+16	4.6E+17	5.3E+16	1.3E+16	2.3E+16
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+11	6.8E+11	9.8E+12	1.2E+12	2.9E+11	5.1E+11
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+16	2.3E+16	3.2E+17	3.9E+16	9.3E+15	1.7E+16
その他F P	5.7E+09	5.7E+09	8.1E+09	1.4E+15	1.5E+15	3.1E+16	2.6E+15	6.2E+14	1.2E+15
P u	1.1E+16	1.1E+16	1.3E+16	2.4E+16	1.1E+16	8.7E+14	4.1E+16	9.8E+15	6.3E+12
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+15	8.9E+14	2.8E+16	3.3E+15	8.0E+14	1.5E+15
U	4.8E+07	4.8E+07	5.8E+07	5.8E+11	2.7E+11	0.0E+00	1.0E+12	2.4E+11	1.7E+07
N p	2.9E+11	2.9E+11	3.4E+11	3.8E+12	1.8E+12	0.0E+00	6.6E+12	1.6E+12	4.7E+11
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
基数	1	1	1	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：B q)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m <sup>3</sup> )	抽出廃液 供給槽 (60m <sup>3</sup> )
Z r / N b	6. 0E+11	1. 2E+12
R u / R h	7. 7E+12	2. 1E+13
C s / B a	3. 1E+16	6. 2E+16
C e / P r	6. 8E+11	1. 4E+12
S r / Y	2. 3E+16	4. 3E+16
その他F P	1. 5E+15	4. 1E+15
P u	8. 3E+12	1. 3E+14
A m / C m	1. 9E+15	4. 1E+15
U	2. 3E+07	0. 0E+00
N p	6. 3E+11	0. 0E+00

×

×

ARF	1. 0E-04	1. 0E-04
-----	----------	----------

÷

÷

DF	1. 0E+06	1. 0E+06
----	----------	----------

×

×

基数	1	2
----	---	---

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

補 8-16-21

第9表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：B q)										(単位：-)	
	プルトリウム 溶液受槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液 中間貯槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第2一時 貯留処理槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第3一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	第4一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	高レベル廃液 濃縮缶 (22m <sup>3</sup> )	溶解液 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	溶解液 供給槽 (6.0m <sup>3</sup> )	抽出廃液 受槽 (15m <sup>3</sup> )	C s 137 換算係数		
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.7E+01	6.0E+01	8.7E+02	1.1E+02	2.6E+01	4.5E+01	2.5E-02		
R u / R h	3.1E-02	3.1E-02	4.3E-02	7.3E+02	7.7E+02	1.6E+04	1.4E+03	3.3E+02	5.8E+02	1.9E-02		
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.9E+06	3.1E+06	4.6E+07	5.3E+06	1.3E+06	2.3E+06	5.2E-01		
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	6.4E+01	6.8E+01	9.8E+02	1.2E+02	2.9E+01	5.1E+01	5.4E-03		
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.1E+06	2.3E+06	3.2E+07	3.9E+06	9.3E+05	1.7E+06	8.1E-02		
その他F P	5.7E-01	5.7E-01	8.1E-01	1.4E+05	1.5E+05	3.1E+06	2.6E+05	6.2E+04	1.2E+05	4.9E-01		
P u	1.1E+06	1.1E+06	1.3E+06	2.4E+06	1.1E+06	8.7E+04	4.1E+06	9.8E+05	6.3E+02	1.8E+00		
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	2.0E+05	8.9E+04	2.8E+06	3.3E+05	8.0E+04	1.5E+05	1.8E+01		
U	4.8E-03	4.8E-03	5.8E-03	5.8E+01	2.7E+01	0.0E+00	1.0E+02	2.4E+01	1.7E-03	7.4E+00		
N p	2.9E+01	2.9E+01	3.4E+01	3.8E+02	1.8E+02	0.0E+00	6.6E+02	1.6E+02	4.7E+01	3.5E-01		

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m <sup>3</sup> )	抽出廃液 供給槽 (60m <sup>3</sup> )	(単位：B q)
Z r / N b	6. 0E+01	2. 4E+02	(単位：－)
R u / R h	7. 7E+02	4. 2E+03	C s 137 換算係数
C s / B a	3. 1E+06	1. 3E+07	2. 5E-02
C e / P r	6. 8E+01	2. 7E+02	1. 9E-02
S r / Y	2. 3E+06	8. 6E+06	5. 2E-01
その他F P	1. 5E+05	8. 2E+05	5. 4E-03
P u	8. 3E+02	2. 5E+04	8. 1E-02
A m / C m	1. 9E+05	8. 1E+05	4. 9E-01
U	2. 3E-03	0. 0E+00	1. 8E+00
N p	6. 3E+01	0. 0E+00	7. 4E+00
			3. 5E-01

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

第10表 分離建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトニウム 溶液受槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトニウム 溶液中間貯槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第2一時 貯留処理槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第3一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	第4一時 貯留処理槽 (20m <sup>3</sup> )	高レベル廃液濃 縮缶 (22m <sup>3</sup> )	溶解液 中間貯槽 (25m <sup>3</sup> )	溶解液供給槽 (6.0m <sup>3</sup> )	抽出廃液受槽 (15m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.4E+00	1.5E+00	2.1E+01	2.6E+00	6.1E-01	1.1E+00
Ru/Rh	5.6E-04	5.6E-04	7.9E-04	1.4E+01	1.5E+01	2.9E+02	2.5E+01	6.0E+00	1.1E+01
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.5E+06	1.6E+06	2.4E+07	2.7E+06	6.5E+05	1.2E+06
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.5E-01	3.6E-01	5.3E+00	6.3E-01	1.6E-01	2.7E-01
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.7E+05	1.8E+05	2.6E+06	3.1E+05	7.5E+04	1.4E+05
その他FP	2.8E-01	2.8E-01	4.0E-01	6.9E+04	7.2E+04	1.5E+06	1.3E+05	3.0E+04	5.4E+04
Pu	1.9E+06	1.9E+06	2.3E+06	4.2E+06	2.0E+06	1.6E+05	7.2E+06	1.8E+06	1.1E+03
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.4E+06	1.6E+06	5.0E+07	5.9E+06	1.5E+06	2.6E+06
U	3.5E-02	3.5E-02	4.3E-02	4.3E+02	2.0E+02	0.0E+00	7.4E+02	1.8E+02	1.3E-02
Np	9.6E+00	9.6E+00	1.2E+01	1.3E+02	6.0E+01	0.0E+00	2.3E+02	5.4E+01	1.6E+01
小計	1.9E+06	1.9E+06	2.3E+06	9.3E+06	5.3E+06	7.8E+07	1.7E+07	3.9E+06	3.9E+06

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

(単位：Bq)

元素 グループ	抽出廃液 中間貯槽 (20m <sup>3</sup> )	抽出廃液 供給槽 (60m <sup>3</sup> ×2)
Zr/Nb	1.5E+00	5.6E+00
Ru/Rh	1.5E+01	7.7E+01
Cs/Ba	1.6E+06	6.4E+06
Ce/Pr	3.6E-01	1.4E+00
Sr/Y	1.8E+05	6.9E+05
その他FP	7.2E+04	4.0E+05
Pu	1.5E+03	4.4E+04
Am/Cm	3.4E+06	1.5E+07
U	1.7E-02	0.0E+00
Np	2.2E+01	0.0E+00
小計	5.2E+06	2.2E+07
合計	1.6E+08	

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

補 8-16-25

第11表 精製建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトリウム 溶液供給槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液受槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	油水分離槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮供給槽 (3.0 m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液一時貯槽 (3.0 m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮缶 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液受槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液一時貯槽 (1.5 m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液計量槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	4.2E+08	3.1E+06	3.1E+06	1.1E+07	1.1E+07	5.9E+06	3.6E+07	5.5E+07	3.6E+07
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	7.8E+09	5.7E+07	5.7E+07	1.9E+08	1.9E+08	1.1E+08	6.6E+08	1.1E+09	6.6E+08
Pu	1.5E+16	1.4E+16	1.4E+16	4.4E+16	4.4E+16	2.5E+16	1.6E+17	2.4E+17	1.6E+17
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.5E+07	7.4E+06	7.4E+06	2.5E+07	2.5E+07	1.4E+07	8.5E+07	1.4E+08	8.5E+07
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

補 8-16-26

については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：B q)

元素 グループ	リサイクル槽 ( $\text{m}^3$ )	希釈槽 ( $2.5\text{m}^3$ )	プラトニウム 濃縮液中間貯槽 ( $\text{m}^3$ )	第2一時 貯留処理槽 ( $\text{m}^3$ )	第3一時 貯留処理槽 ( $3.0\text{m}^3$ )	第7一時 貯留処理槽 ( $\text{m}^3$ )
Z r / N b	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
R u / R h	3. 6E+07	8. 9E+07	3. 6E+07	5. 4E+06	2. 2E+08	6. 3E+08
C s / B a	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
C e / P r	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
S r / Y	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
その他F P	6. 7E+08	1. 7E+09	6. 7E+08	1. 0E+08	4. 1E+09	1. 2E+10
P u	1. 6E+17	3. 9E+17	1. 6E+17	1. 8E+16	2. 0E+16	5. 2E+16
A m / C m	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00
U	8. 6E+07	2. 2E+08	8. 6E+07	2. 4E+07	1. 1E+07	0. 0E+00
N p	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00	0. 0E+00

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

補 8-16-27

第12表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトリウム 溶液供給槽 ( $m^3$ )	プルトリウム 溶液受槽 ( $m^3$ )	油水分離槽 ( $m^3$ )	プルトリウム 濃縮缶供給槽 ( $3.0m^3$ )	プルトリウム 溶液一時貯槽 ( $3.0m^3$ )	プルトリウム 濃縮缶 ( $m^3$ )	プルトリウム 濃縮液受槽 ( $m^3$ )	プルトリウム 濃縮液一時貯槽 ( $1.5m^3$ )	プルトリウム 濃縮液計量槽 ( $m^3$ )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	4.2E+08	3.1E+06	3.1E+06	1.1E+07	1.1E+07	5.9E+06	3.6E+07	5.5E+07	3.6E+07
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	7.8E+09	5.7E+07	5.7E+07	1.9E+08	1.9E+08	1.1E+08	6.6E+08	1.1E+09	6.6E+08
Pu	1.5E+16	1.4E+16	1.4E+16	4.4E+16	4.4E+16	2.5E+16	1.6E+17	2.4E+17	1.6E+17
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.5E+07	7.4E+06	7.4E+06	2.5E+07	2.5E+07	1.4E+07	8.5E+07	1.4E+08	8.5E+07
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
基数	1	1	1	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量／有機相の液量」を示す。

補 8-16-28

■については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：B q)

元素 グループ	リサイクル槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	希釈槽 (2.5 m <sup>3</sup> )	プルトニウム 濃縮液中間貯槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	第2一時 貯留処理槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> / $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	第3一時 貯留処理槽 (3.0 m <sup>3</sup> )	第7一時 貯留処理槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
R u / R h	3.6E+07	8.9E+07	3.6E+07	5.4E+06	2.2E+08	6.3E+08
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他F P	6.7E+08	1.7E+09	6.7E+08	1.0E+08	4.1E+09	1.2E+10
P u	1.6E+17	3.9E+17	1.6E+17	1.8E+16	2.0E+16	5.2E+16
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	8.6E+07	2.2E+08	8.6E+07	2.4E+07	1.1E+07	0.0E+00
N p	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
	×	×	×	×	×	×
A R F	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷	÷
D F	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×	×
基数	1	1	1	1	1	1

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

補 8-16-29

■ については商業機密の観点から公開できません。

第13表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：B q)										(単位：-)
	プルトリウム 溶液供給槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液受槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	油水分離槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮缶供給槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトリウム 溶液一時貯槽 (3.0m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮缶 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液受槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液 一時貯槽 (1.5m <sup>3</sup> )	プルトリウム 濃縮液計量槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	C s 137 換算係数	
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00		2.5E-02
R u / R h	4.2E-02	3.1E-04	3.1E-04	1.1E-03	1.1E-03	5.9E-04	3.6E-03	5.5E-03	3.6E-03	1.9E-02	
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.2E-01	
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	5.4E-03	
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	8.1E-02	
その他F P	7.8E-01	5.7E-03	5.7E-03	1.9E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.6E-02	1.1E-01	6.6E-02	4.9E-01	
P u	1.5E+06	1.4E+06	1.4E+06	4.4E+06	4.4E+06	2.5E+06	1.6E+07	2.4E+07	1.6E+07	1.8E+00	
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1.8E+01	
U	6.5E-03	7.4E-04	7.4E-04	2.5E-03	2.5E-03	1.4E-03	8.5E-03	1.4E-02	8.5E-03	7.4E+00	
N p	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	3.5E-01	

×

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

(つづき)

元素 グループ	リサイクル槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	希釈槽 (2.5m <sup>3</sup> )	ブルトニウム 濃縮液 中間貯槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	第2一時 貯留処理槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> / $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )	第3一時 貯留処理槽 (3.0m <sup>3</sup> )	第7一時 貯留処理槽 ( $\blacksquare$ m <sup>3</sup> )
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
R u / R h	3.6E-03	8.9E-03	3.6E-03	5.4E-04	2.2E-02	6.3E-02
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他F P	6.7E-02	1.7E-01	6.7E-02	1.0E-02	4.1E-01	1.2E+00
P u	1.6E+07	3.9E+07	1.6E+07	1.8E+06	2.0E+06	5.2E+06
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	8.6E-03	2.2E-02	8.6E-03	2.4E-03	1.1E-03	0.0E+00
N p	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

(単位：－)

C s 137 換算係数
2.5E-02
1.9E-02
5.2E-01
5.4E-03
8.1E-02
4.9E-01
1.8E+00
1.8E+01
7.4E+00
3.5E-01

×

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

補 8-16-31

■については商業機密の観点から公開できません。

第14表 精製建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

(単位：Bq)

元素 グループ	プルトリウム 溶液供給槽 ( $\text{m}^3$ )	プルトリウム 溶液受槽 ( $\text{m}^3$ )	油水分離槽 ( $\text{m}^3$ )	プルトリウム 濃縮岳供給槽 ( $3.0\text{m}^3$ )	プルトリウム 溶液一時貯槽 ( $3.0\text{m}^3$ )	プルトリウム 濃縮岳 ( $\text{m}^3$ )	プルトリウム 濃縮液受槽 ( $\text{m}^3$ )	プルトリウム 濃縮液一時貯槽 ( $1.5\text{m}^3$ )	プルトリウム 濃縮液計量槽 ( $\text{m}^3$ )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	7.7E-04	5.7E-06	5.7E-06	1.9E-05	1.9E-05	1.1E-05	6.5E-05	1.0E-04	6.5E-05
Cs/Ba	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Ce/Pr	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
Sr/Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	3.8E-01	2.8E-03	2.8E-03	9.3E-03	9.3E-03	5.3E-03	3.2E-02	5.0E-02	3.2E-02
Pu	2.6E+06	2.4E+06	2.4E+06	7.7E+06	7.8E+06	4.4E+06	2.7E+07	4.2E+07	2.7E+07
Am/Cm	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	4.8E-02	5.4E-03	5.4E-03	1.8E-02	1.9E-02	1.1E-02	6.3E-02	9.7E-02	6.3E-02
Np	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
小計	2.6E+06	2.4E+06	2.3E+06	7.7E+06	7.8E+06	4.4E+06	2.7E+07	4.2E+07	2.7E+07

機器名の後の括弧は、「水相の液量」又は「水相の液量/有機相の液量」を示す。

補 8-16-32

■については商業機密の観点から公開できません。

(つづき)

(単位：B q)

元素 グループ	リサイクル槽 ( $\text{m}^3$ )	希釈槽 ( $2.5\text{m}^3$ )	ブルトニウム 濃縮液中間貯槽 ( $\text{m}^3$ )	第2一時 貯留処理槽 ( $\text{m}^3$ / $\text{m}^3$ )	第3一時 貯留処理槽 ( $3.0\text{m}^3$ )	第7一時 貯留処理槽 ( $\text{m}^3$ )
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
R u / R h	6.6E-05	1.7E-04	6.6E-05	9.9E-06	4.0E-04	1.2E-03
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
その他F P	3.3E-02	8.1E-02	3.3E-02	4.9E-03	2.0E-01	5.7E-01
P u	2.7E+07	6.8E+07	2.7E+07	3.2E+06	3.4E+06	9.1E+06
A m / C m	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
U	6.3E-02	1.6E-01	6.3E-02	1.8E-02	8.0E-03	0.0E+00
N p	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00
小計	2.7E+07	6.8E+07	2.7E+07	3.2E+06	3.4E+06	9.1E+06
合計			2.6E+08			

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

補 8-16-33

■については商業機密の観点から公開できません。

第15表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m <sup>3</sup> )	混合槽 (1.0m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	2.1E+06	1.3E+06
Cs/Ba	4.1E+08	2.5E+08
Ce/Pr	8.5E+04	5.3E+04
Sr/Y	5.0E+08	3.1E+08
その他FP	6.4E+09	4.0E+09
Pu	1.6E+17	9.6E+16
Am241	1.6E+14	9.4E+13
U	8.8E+07	2.6E+10
Np	0.0E+00	4.4E+08

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第16表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m <sup>3</sup> )	混合槽 (1.0m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru/Rh	2.1E+06	1.3E+06
Cs/Ba	4.1E+08	2.5E+08
Ce/Pr	8.5E+04	5.3E+04
Sr/Y	5.0E+08	3.1E+08
その他FP	6.4E+09	4.0E+09
Pu	1.6E+17	9.6E+16
Am241	1.6E+14	9.4E+13
U	8.8E+07	2.6E+10
Np	0.0E+00	4.4E+08
	×	×
ARF	1.00E-04	1.00E-04
	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06
	×	×
基数	1	2

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第17表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：Bq)		C s 137 換算係数
	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m <sup>3</sup> )	混合槽 (1.0m <sup>3</sup> ×2)	
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00	2.5E-02
R u / R h	2.1E-04	2.6E-04	1.9E-02
C s / B a	4.1E-02	5.0E-02	5.2E-01
C e / P r	8.5E-06	1.1E-05	5.4E-03
S r / Y	5.0E-02	6.1E-02	8.1E-02
その他F P	6.4E-01	7.9E-01	4.9E-01
P u	1.6E+07	2.0E+07	1.8E+00
A m241	1.6E+04	1.9E+04	2.4E+01
U	8.8E-03	5.2E+00	7.4E+00
N p	0.0E+00	8.8E-02	3.5E-01

×  
機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第18表 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量 (セシウム-137換算)

(単位: B q)

元素 グループ	硝酸プルトニウム貯槽 (1.0m <sup>3</sup> )	混合槽 (1.0m <sup>3</sup> ×2)
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00
R u / R h	3.9E-06	4.8E-06
C s / B a	2.1E-02	2.6E-02
C e / P r	4.6E-08	5.7E-08
S r / Y	4.0E-03	5.0E-03
その他F P	3.1E-01	3.9E-01
P u	2.8E+07	3.4E+07
A m241	3.6E+05	4.4E+05
U	6.5E-02	3.8E+01
N p	0.0E+00	3.0E-02
小計	2.8E+07	3.5E+07
合計	6.2E+07	

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第 19 表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器の内蔵放射能

(単位：Bq)

元素 グループ	高レベル濃縮 廃液貯槽 (120m <sup>3</sup> )	高レベル濃縮 廃液一時貯槽 (25m <sup>3</sup> )	高レベル廃液 混合槽 (20m <sup>3</sup> )	供給液槽 (5.0m <sup>3</sup> )	供給槽 (2.0m <sup>3</sup> )
Z r / N b	4. 7E+13	9. 8E+12	7. 9E+12	2. 0E+12	7. 9E+11
R u / R h	8. 5E+14	1. 8E+14	1. 5E+14	3. 6E+13	1. 5E+13
C s / B a	2. 5E+18	5. 3E+17	4. 2E+17	1. 1E+17	4. 2E+16
C e / P r	5. 3E+13	1. 1E+13	8. 9E+12	2. 3E+12	8. 9E+11
S r / Y	1. 8E+18	3. 6E+17	2. 9E+17	7. 2E+16	2. 9E+16
その他F P	1. 7E+17	3. 6E+16	2. 9E+16	7. 1E+15	2. 9E+15
P u	4. 7E+15	9. 8E+14	7. 9E+14	2. 0E+14	7. 9E+13
A m / C m	1. 6E+17	3. 2E+16	2. 6E+16	6. 3E+15	2. 6E+15
U	4. 9E+10	1. 1E+10	8. 1E+09	2. 1E+09	8. 1E+08
N p	3. 1E+14	6. 3E+13	5. 1E+13	1. 3E+13	5. 1E+12

機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第20表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量の算出過程

(単位：Bq)

元素 グループ	高レベル濃縮 廃液貯槽 (120m <sup>3</sup> )	高レベル濃縮 廃液一時貯槽 (25m <sup>3</sup> )	高レベル廃液 混合槽 (20m <sup>3</sup> )	供給液槽 (5.0m <sup>3</sup> )	供給槽 (2.0m <sup>3</sup> )
Zr/Nb	4.7E+13	9.8E+12	7.9E+12	2.0E+12	7.9E+11
Ru/Rh	8.5E+14	1.8E+14	1.5E+14	3.6E+13	1.5E+13
Cs/Ba	2.5E+18	5.3E+17	4.2E+17	1.1E+17	4.2E+16
Ce/Pr	5.3E+13	1.1E+13	8.9E+12	2.3E+12	8.9E+11
Sr/Y	1.8E+18	3.6E+17	2.9E+17	7.2E+16	2.9E+16
その他FP	1.7E+17	3.6E+16	2.9E+16	7.1E+15	2.9E+15
Pu	4.7E+15	9.8E+14	7.9E+14	2.0E+14	7.9E+13
Am/Cm	1.6E+17	3.2E+16	2.6E+16	6.3E+15	2.6E+15
U	4.9E+10	1.1E+10	8.1E+09	2.1E+09	8.1E+08
Np	3.1E+14	6.3E+13	5.1E+13	1.3E+13	5.1E+12
	×	×	×	×	×
ARF	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04	1.0E-04
	÷	÷	÷	÷	÷
DF	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06	1.0E+06
	×	×	×	×	×
基数	2	2	2	2	2

※1：1年間で機器内水素濃度が8vol%に到達せず、爆発による放射性物質の気相への移行がないため、移行率を0とした。機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第21表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算出過程

元素 グループ	(単位：Bq)						Cs137 換算係数
	高レベル 濃縮廃液貯槽 (120m <sup>3</sup> × 2)	高レベル 濃縮廃液 一時貯槽 (25m <sup>3</sup> × 2)	高レベル 廃液混合槽 (20m <sup>3</sup> × 2)	供給液槽 (5.0m <sup>3</sup> × 2)	供給槽 (2.0m <sup>3</sup> × 2)	×	
Zr/Nb	9.4E+03	2.0E+03	1.6E+03	4.0E+02	1.6E+02	2.5E-02	
Ru/Rh	1.7E+05	3.6E+04	2.9E+04	7.1E+03	2.9E+03	1.9E-02	
Cs/Ba	5.0E+08	1.1E+08	8.4E+07	2.1E+07	8.4E+06	5.2E-01	
Ce/Pr	1.1E+04	2.3E+03	1.8E+03	4.5E+02	1.8E+02	5.4E-03	
Sr/Y	3.5E+08	7.2E+07	5.8E+07	1.5E+07	5.8E+06	8.1E-02	
その他FP	3.4E+07	7.1E+06	5.7E+06	1.5E+06	5.7E+05	4.9E-01	
Pu	9.4E+05	2.0E+05	1.6E+05	3.9E+04	1.6E+04	1.8E+00	
Am/Cm	3.1E+07	6.3E+06	5.1E+06	1.3E+06	5.1E+05	1.8E+01	
U	9.8E+00	2.1E+00	1.7E+00	4.1E-01	1.7E-01	7.4E+00	
Np	6.1E+04	1.3E+04	1.0E+04	2.6E+03	1.0E+03	3.5E-01	

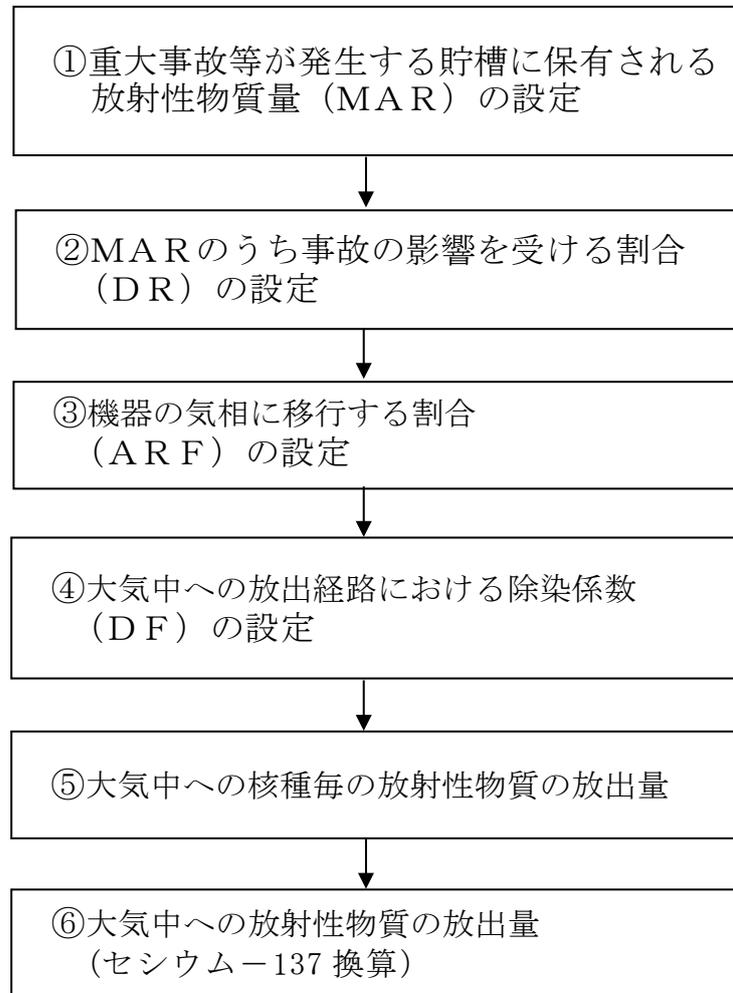
機器名の後の括弧は水相の液量を示す。

第22表 高レベル廃液ガラス固化建屋の機器からの大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）

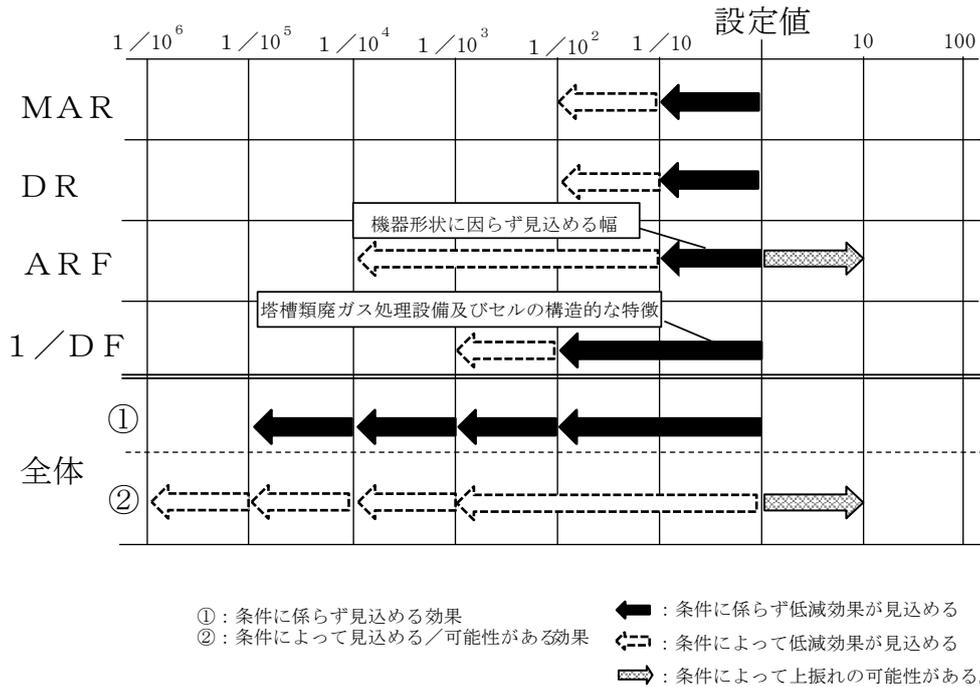
(単位：Bq)

元素 グループ	高レベル 濃縮廃液貯槽 (120m <sup>3</sup> × 2)	高レベル 濃縮廃液 一時貯槽 (25m <sup>3</sup> × 2)	高レベル 廃液混合槽 (20m <sup>3</sup> × 2)	供給液槽 (5.0m <sup>3</sup> × 2)	供給槽 (2.0m <sup>3</sup> × 2)
Zr/Nb	2.3E+02	4.8E+01	3.8E+01	9.5E+00	3.8E+00
Ru/Rh	3.2E+03	6.5E+02	5.2E+02	1.3E+02	5.2E+01
Cs/Ba	2.6E+08	5.4E+07	4.3E+07	1.1E+07	4.3E+06
Ce/Pr	5.7E+01	1.2E+01	9.5E+00	2.4E+00	9.5E-01
Sr/Y	2.8E+07	5.9E+06	4.7E+06	1.2E+06	4.7E+05
その他FP	1.7E+07	3.5E+06	2.8E+06	6.9E+05	2.8E+05
Pu	1.7E+06	3.5E+05	2.8E+05	6.9E+04	2.8E+04
Am/Cm	5.4E+08	1.2E+08	9.0E+07	2.3E+07	9.0E+06
U	7.2E+01	1.5E+01	1.2E+01	3.0E+00	1.2E+00
Np	2.1E+04	4.3E+03	3.5E+03	8.6E+02	3.5E+02
小計	8.4E+08	1.8E+08	1.4E+08	3.5E+07	1.4E+07
合計	1.3E+09				

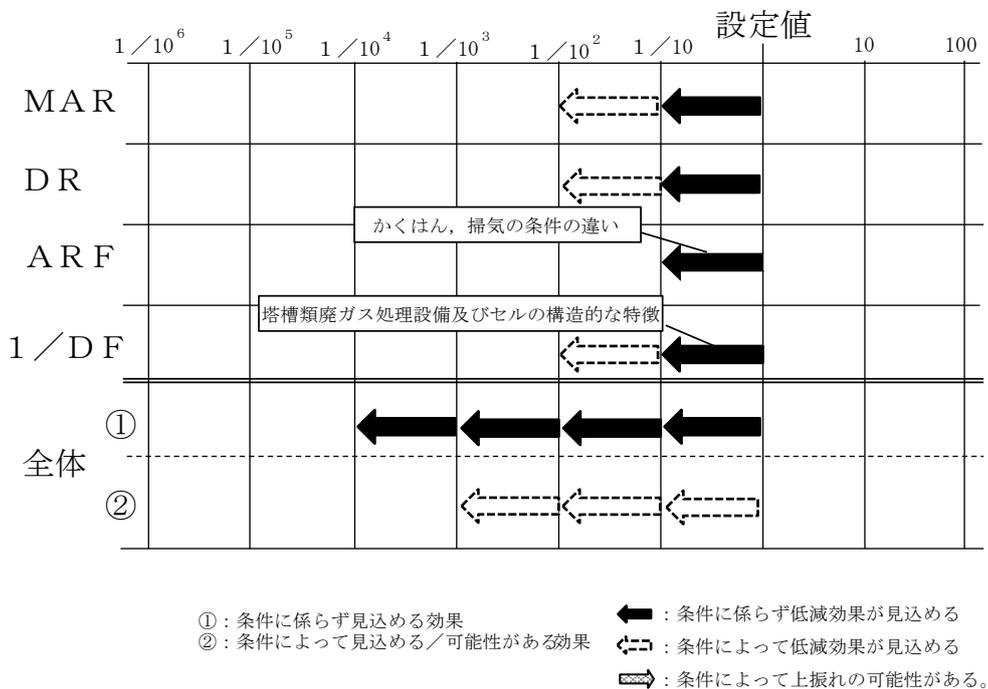
機器名の後の括弧は水相の液量を示す。



第1図 大気中への放射性物質の放出量の算出の流れ



第2図 放射線分解により発生する水素による爆発の放出量評価における各パラメータの変動幅（水素爆発を想定した場合）



第3図 放射線分解により発生する水素による爆発の放出量評価における各パラメータの変動幅（発生防止対策又は拡大防止対策が成功した場合）

補足説明資料 8-17 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

水素爆発発生時の機器の健全性について

1. 評価に用いる式

評価に用いる計算式を第 1 表 (1) 及び第 1 表 (2) に示す。

第 1 表 (1) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式*	記号の説明
1	容器の管台 (内面に圧力を受ける管)	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_o - 0.8t}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D <sub>o</sub> : 管台の外径 (mm)
2	熱交換器の管 (外面に圧力を受ける管)	$P = \frac{4tB\alpha}{300D_o}$	t : 板厚(mm) B: 構造等に関する設計方針別図第4から別第21までにより求めた値(-) α : 重力加速度(m/s <sup>2</sup> ) D <sub>o</sub> : 管の外径 (mm)
3	円筒形の胴	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D <sub>i</sub> : 胴の内径 (mm)
4	円すい形鏡板	$P = \frac{2t\cos\theta S_a\eta}{D_i + 1.2t\cos\theta}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率(-) D <sub>i</sub> : 円すいの部分がすその丸みの部分に接続する部分の軸に垂直な断面の内径 (mm) θ : 円すいの頂角の2分の1(°)
5	容器の平板 (環状型槽、パルスカラム)	$P = \frac{t^2 S_a}{d^2 CZ}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) d: 直径または最小スパン(mm) C: 平板の取り付け方法によって定まる定数 Z: 平板の形状により定まる定数で、次の式により計算。ただし、その値が2.5を超える場合は、2.5とする。 $Z = 3.4 - \frac{2.4d}{D}$ D: 最小スパンに直角に測った最大スパン(mm)

※ 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」

又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

第 1 表 (2) 評価に用いる計算式

No.	形状	許容圧力の計算式※1	記号の説明
6	平板※2	$P = \frac{S_a}{2.25ZC} \left(\frac{t}{d}\right)^2$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) d : 直径または最小スパン(mm) C : 取り付け方法によって定まる定数 Z : 形状により定まる定数
7	さら形鏡板	$P = \frac{2tS_a\eta}{RW + 0.2t}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) R : 鏡板の中央部における内面の半径 (mm) W : さら形鏡板の形状による係数 (-)
8	半だ円形鏡板	$P = \text{MIN} \left( \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}, \frac{2tS_a\eta}{KD_{IL} + 0.2t} \right)$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D <sub>i</sub> : 胴の内径 (mm) D <sub>IL</sub> : 鏡板の内面における長径 (mm) K : 半だ円鏡板の形状による係数 (-)
9	さら形フランジ部	$P = \frac{2tS_a\eta}{D_i + 1.2t}$	t : 板厚(mm) S <sub>a</sub> : 許容応力 (MPa) η : 継手効率 (-) D <sub>i</sub> : 胴の内径 (mm)

※ 1 「V-1 主要な容器及び管の耐圧強度及び耐食性に関する設計の基本方針」又は「再処理設備規格 設計規格(2010年版), 日本機械学会, JSME S RA1-2010」に記載の式を変形

※ 2 平板の取り付け方により計算式は変化するが、ここでは高レベル濃縮廃液貯槽に用いられた例を示す。

## 2. 評価結果

前処理建屋の機器の耐圧計算結果の例を第2表に示す。

第2表 各機器の耐圧計算結果例

機器名	許容圧力 <sup>※1</sup> (MPa)	発生圧力 <sup>※2</sup> (MPa)	判定
中継槽 A	■	0.5	○
中継槽 B	■	0.5	○
計量前中間貯槽 A	■	0.5	○
計量前中間貯槽 B	■	0.5	○

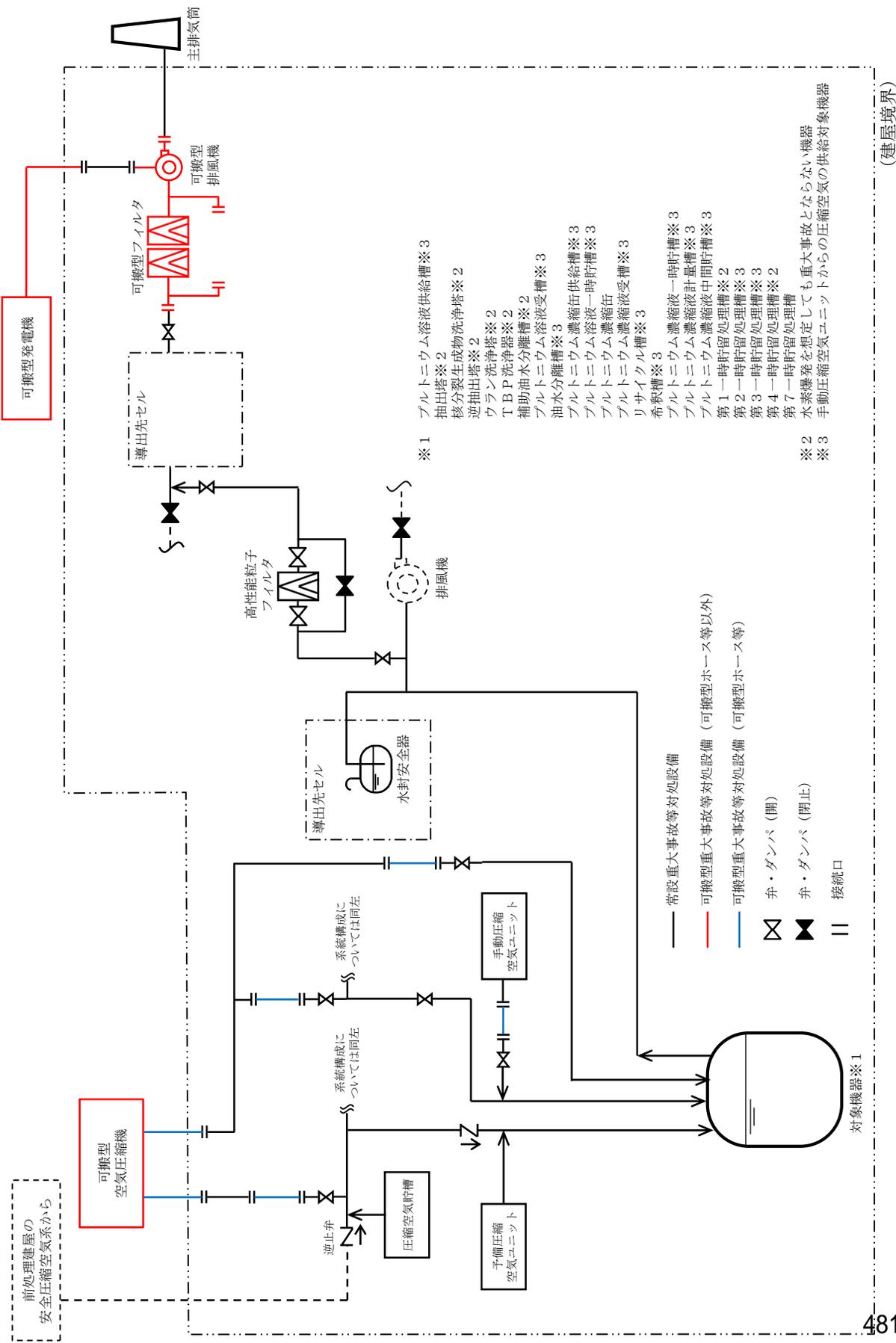
※1：最も弱い部位の結果を記載している。

※2：0.5は水素濃度12vol%未満に対応。

■については商業機密の観点から公開できません。

補足説明資料 8-19 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処



第1図 精製建屋の放射線分解により発生する水素による爆発に対するための設備の系統概要図 (建屋境界)

※1

- プルトリウム溶液供給槽※3
- 抽出塔※2
- 核分裂生成物洗浄塔※2
- 逆抽出塔※2
- ウラン洗浄塔※2
- TBP洗浄器※2
- 補助油水分離槽※2
- プルトリウム溶液受槽※3
- 油水分離槽※3
- プルトリウム濃縮缶供給槽※3
- プルトリウム溶液一時貯槽※3
- プルトリウム濃縮缶
- プルトリウム濃縮液受槽※3
- リサイクル槽※3
- 希釈槽※3
- プルトリウム濃縮液一時貯槽※3
- プルトリウム濃縮液計量槽※3
- プルトリウム濃縮液中間貯槽※3
- 第1一時貯留処理槽※2
- 第2一時貯留処理槽※3
- 第3一時貯留処理槽※3
- 第4一時貯留処理槽※2
- 第7一時貯留処理槽

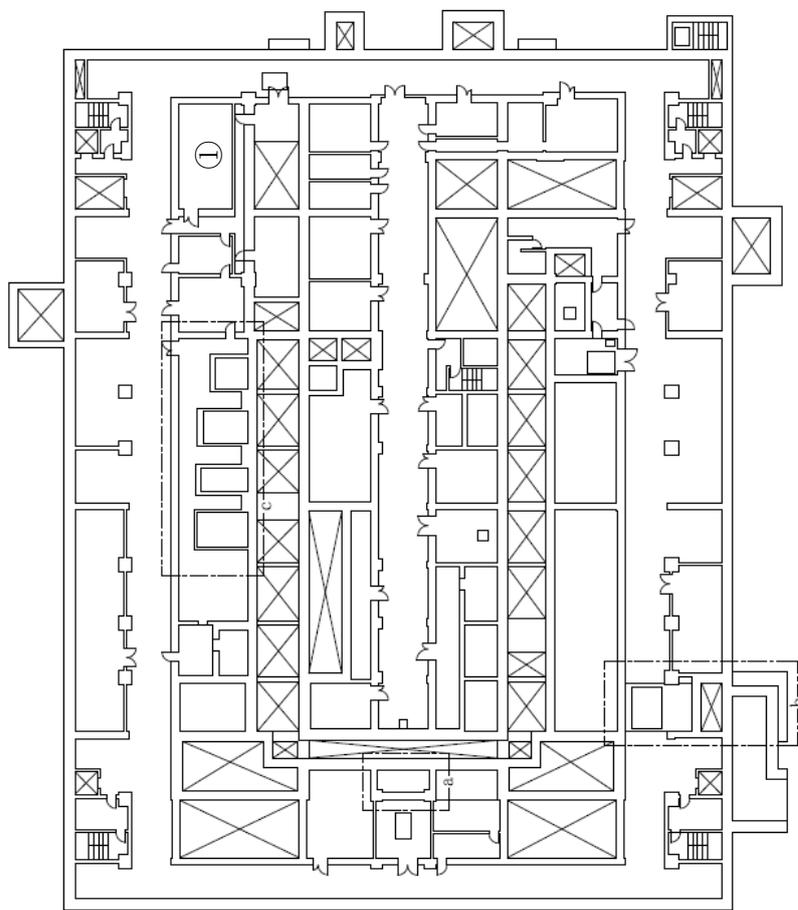
※2 水素爆発を想定しても重大事故とならない機器  
 ※3 手動圧縮空気ユニットからの圧縮空気の供給対象機器

- 常設重大事故等対処設備
- 可搬型重大事故等対処設備 (可搬型ホース等以外)
- 可搬型重大事故等対処設備 (可搬型ホース等)

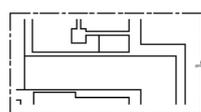
- ⊗ 弁・ダンパ (開)
- ⊘ 弁・ダンパ (閉止)
- || 接続口

対象機器※1

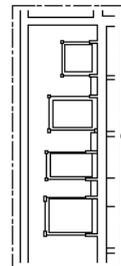
発生防止		発生防止	拡大防止
精製建屋 水素爆発	第1接続口	第2接続口	第2接続口
	フルトニウム溶液供給槽	地上2階 ④	地上1階 ③
	抽出塔	-	-
	核分裂生成物洗浄塔	-	-
	逆抽出塔	-	-
	ウラン洗浄塔	-	-
	補助油水分離槽	-	-
	TBP洗浄塔	-	-
	フルトニウム溶液受槽	地上2階 ④	地上1階 ③
	油水分離槽	-	-
	フルトニウム濃縮缶供給槽	地上3階 ⑤	地上4階 ①
	フルトニウム溶液一時貯槽	地上3階 ⑤	地上4階 ①
	フルトニウム濃縮缶	地上1階 ②	地上1階 ③
	フルトニウム濃縮液受槽	-	-
	フルトニウム濃縮液一時貯槽	地下1階 ①	地下1階 ①



T.M.S.L. 約+50,000



T.M.S.L. 約+51,500



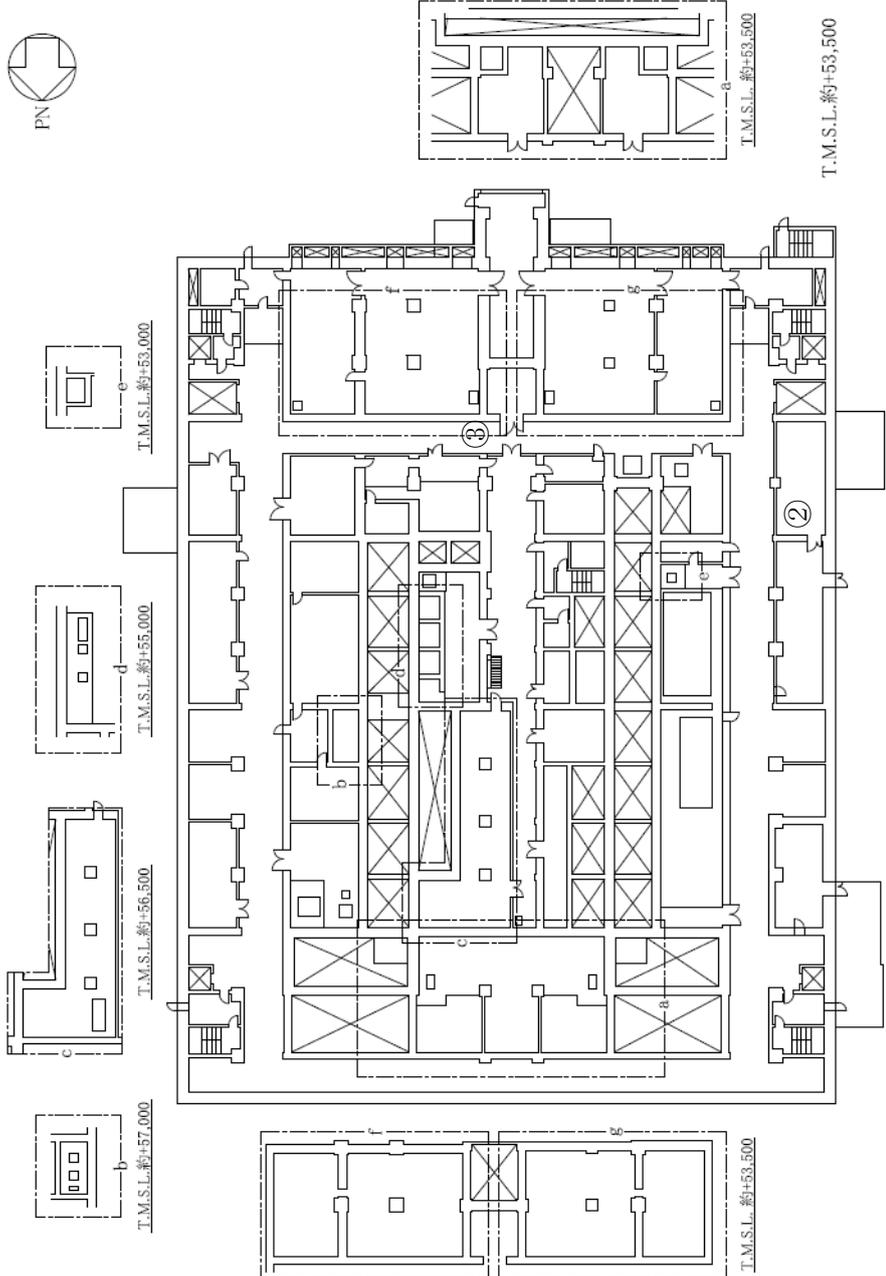
T.M.S.L. 約+51,500

T.M.S.L. 約+48,500

第2図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地下1階）

補 8-21-2

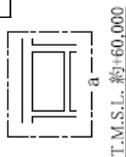
精製建屋 水源等宛	発生防止		発生防止		発生防止			
	第1接続口	地上2階 ④	第2接続口	地上2階 ④	第1接続口	地上1階 ③	第2接続口	地上2階 ④
フルトニウム溶液供給槽								
抽出塔								
核分裂生成物洗浄塔								
逆抽出塔								
ウラン花浄塔								
補助油水分離槽								
T.B.P.花浄塔								
フルトニウム溶液受槽								
油水分離槽								
フルトニウム濃縮抽出塔								
フルトニウム溶液一時貯槽								
フルトニウム濃縮缶								
フルトニウム濃縮液受槽								
フルトニウム濃縮液一時貯槽								
フルトニウム濃縮液計量槽								
リサイクル槽								
希釈槽								
フルトニウム濃縮液中間貯槽								
第1一時貯留処理槽								
第2一時貯留処理槽								
第3一時貯留処理槽								
第4一時貯留処理槽								
第7一時貯留処理槽								



第3図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上1階）

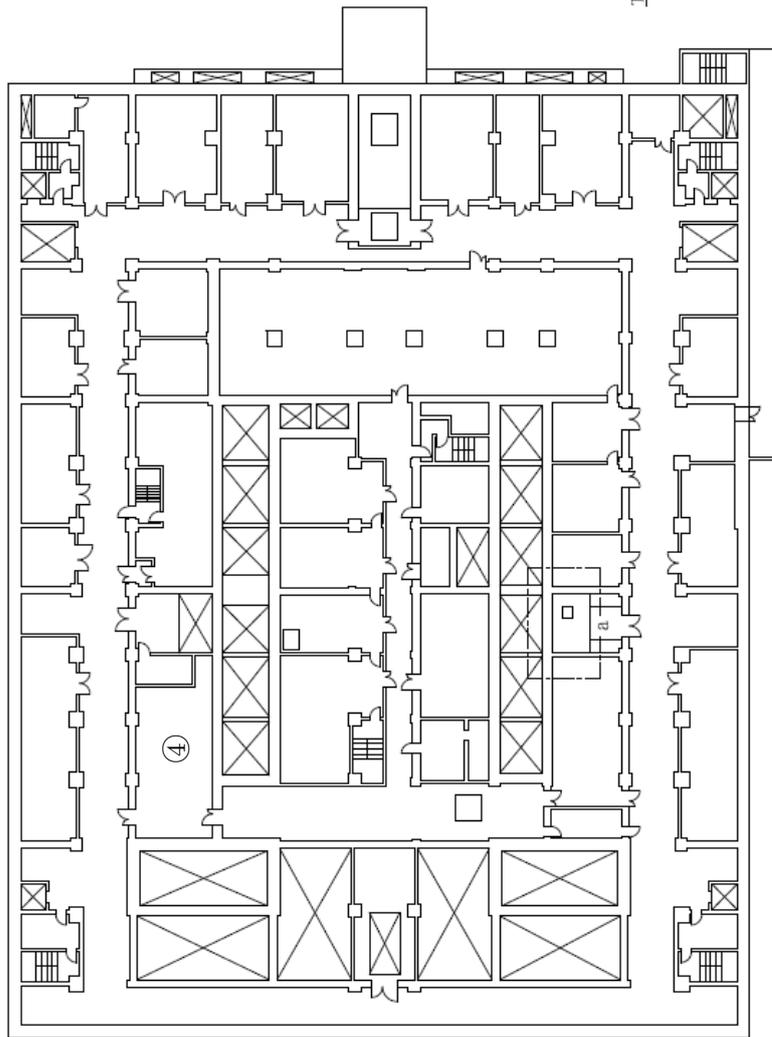


	発生防止		拡大防止	
	第1接続口	第2接続口	地上1階	地上2階
精製建屋 水素発生	フルトニウム溶液供給槽	地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	抽出槽	-	-	-
	程分架生成物洗浄塔	-	-	-
	逆相出塔	-	-	-
	ウラン洗浄塔	-	-	-
	補助加水分離槽	-	-	-
	T B P 洗浄器	-	-	-
	フルトニウム溶液受槽	地上2階 ④	地上1階 ③	地上2階 ④
	溜水分離槽	-	-	-
	フルトニウム濃縮缶供給槽	-	-	-
	フルトニウム溶液一時貯槽	-	-	-
	フルトニウム濃縮缶	地上3階 ②	地上4階 ①	地上3階 ③
	フルトニウム濃縮液受槽	地上1階 ②	-	-
	フルトニウム濃縮液一時貯槽	-	-	-
	フルトニウム濃縮液計量槽	地下1階 ①	地上1階 ③	地下1階 ①
	リサイクル槽	-	-	-
	希釈槽	-	-	-



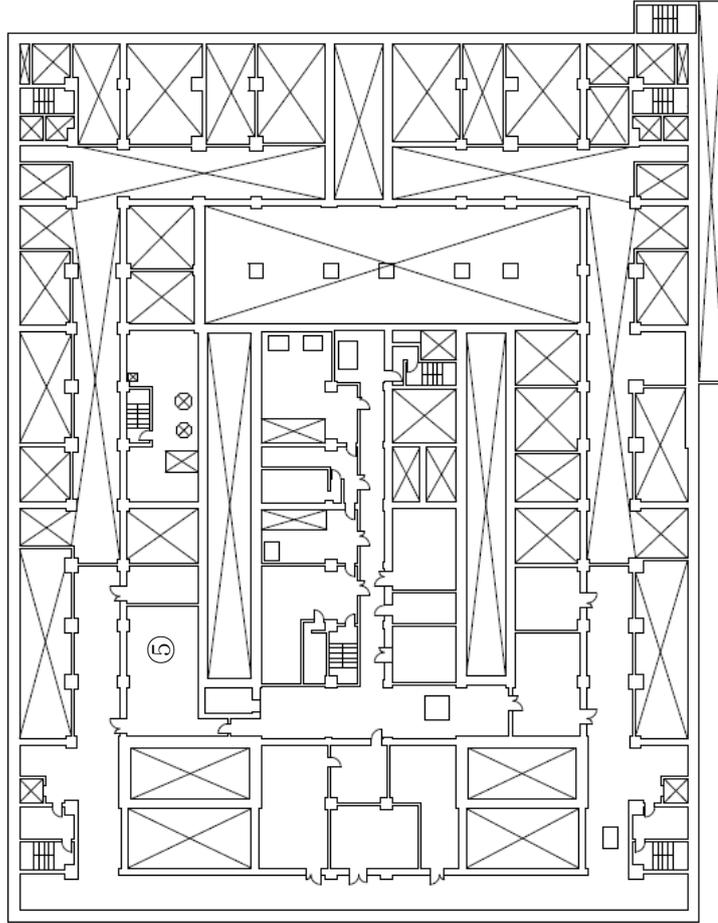
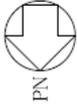
T.M.S.L. 約+60,000

T.M.S.L. 約+60,500



第4図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上2階）

補 8-21-4



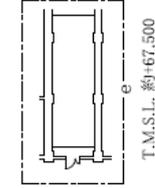
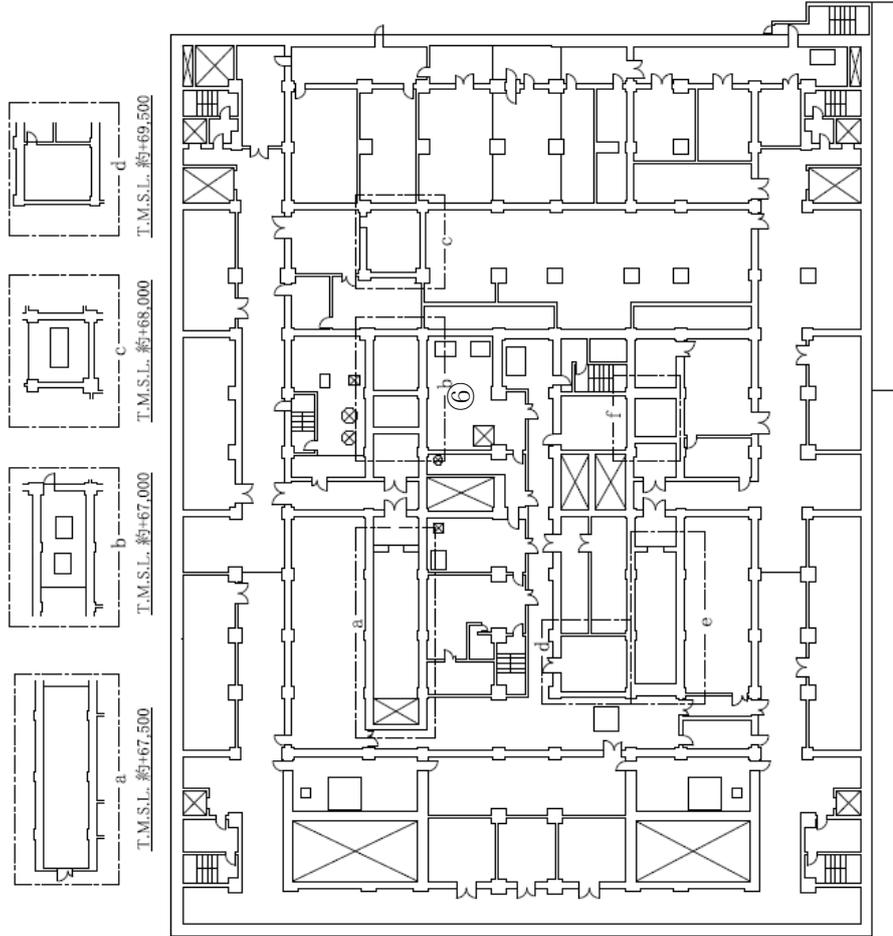
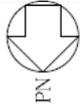
T.M.S.L.約+64,000

発生防止	発生防止	発生防止	発生防止	発生防止
第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口	第1接続口
地上1階	地上2階	地上1階	地上2階	地上1階
②	④	③	④	③
地上1階	-	-	-	-
②	-	-	-	-
地上1階	地上2階	地上1階	地上2階	地上2階
②	④	③	④	④
地上1階	地上3階	地上4階	地上3階	地上3階
②	⑤	④	⑤	⑤
地下1階	地下1階	地上1階	地下1階	地下1階
①	①	③	①	①
-	地上2階	-	-	-
④	④	地上1階	地上2階	地上2階
④	④	③	④	④
地下1階	地下1階	地上1階	地下1階	地下1階
①	①	③	①	②
-	-	-	-	-
④	④	地上4階	地上4階	地上2階
④	④	①	①	②

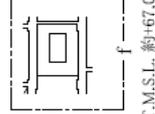
第5図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上3階）

補 8-21-5

発生防止	発生防止	発生防止	発生防止	発生防止	発生防止	発生防止
第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口	第1接続口	第2接続口	第2接続口
地上2階 ④	地上2階 ④	地上1階 ③	地上1階 ③	地上1階 ③	地上1階 ③	地上2階 ④
フルトニウム溶液供給槽 相出塔 酸分裂生成物洗浄塔 逆抽出塔 カラン洗浄塔 補助油水分離槽 TBP洗浄器 フルトニウム溶液槽 加水分離槽 フルトニウム濃縮液供給槽 フルトニウム溶液一時貯留槽 フルトニウム濃縮液一時貯留槽 フルトニウム濃縮液中間貯留槽 リサイクル槽 希釈槽 フルトニウム濃縮液中間貯留槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第4一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽						
精製庫 水素発生						
地上3階 ⑤	地上3階 ⑤	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上3階 ⑤
地下1階 ①	地下1階 ①	地下1階 ③	地下1階 ③	地下1階 ③	地下1階 ③	地下1階 ①
地下2階 ②	地下2階 ②	地下3階 ⑦	地下3階 ⑦	地下3階 ⑦	地下3階 ⑦	地下2階 ②
地上2階 ④	地上2階 ④	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上4階 ⑥	地上2階 ④

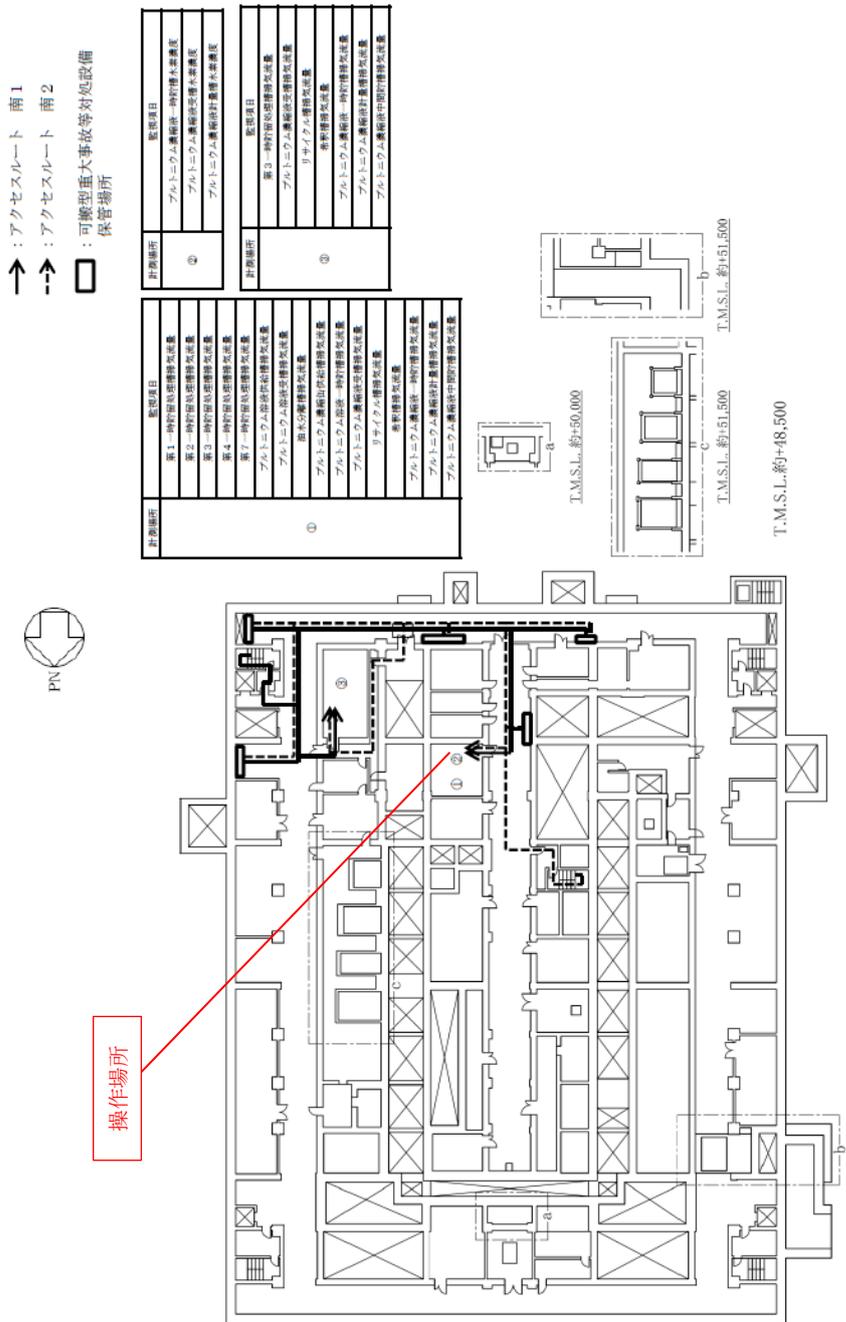


T.M.S.L. 約+67,000



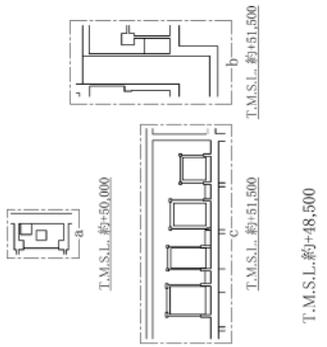
T.M.S.L. 約+65,500

第6図 「精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の圧縮空気の供給に使用する接続口配置図（地上4階）

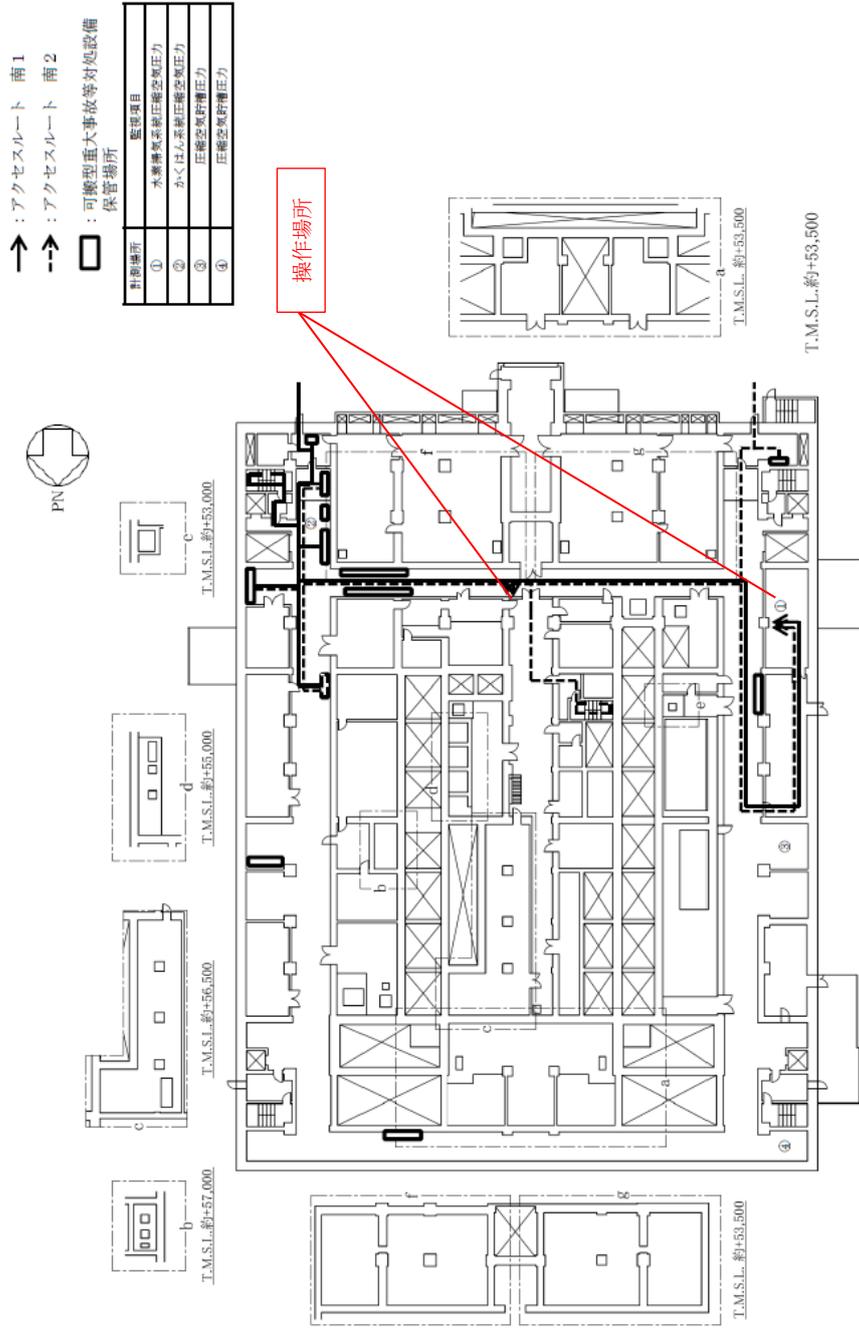


→ : アクセスルート 南1  
 - - - : アクセスルート 南2  
 □ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所

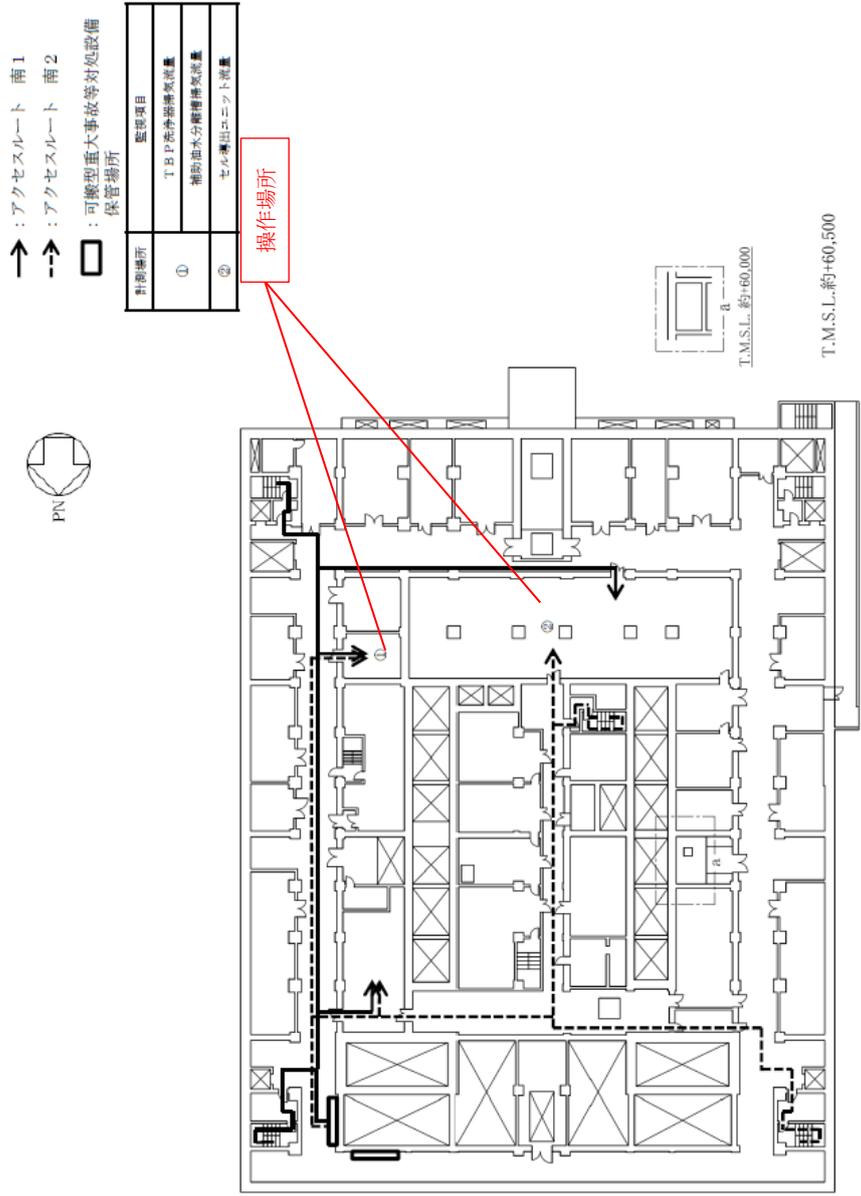
計画場所	監視項目
①	第1-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第2-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第3-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第4-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
②	第1-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第2-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第3-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第4-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第5-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第6-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第7-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第8-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第9-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第10-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第11-1 特殊事故発生時監視カメラ映像
	第12-1 特殊事故発生時監視カメラ映像



第7図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地下1階)



第 8 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上 1 階)



第9図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上2階)

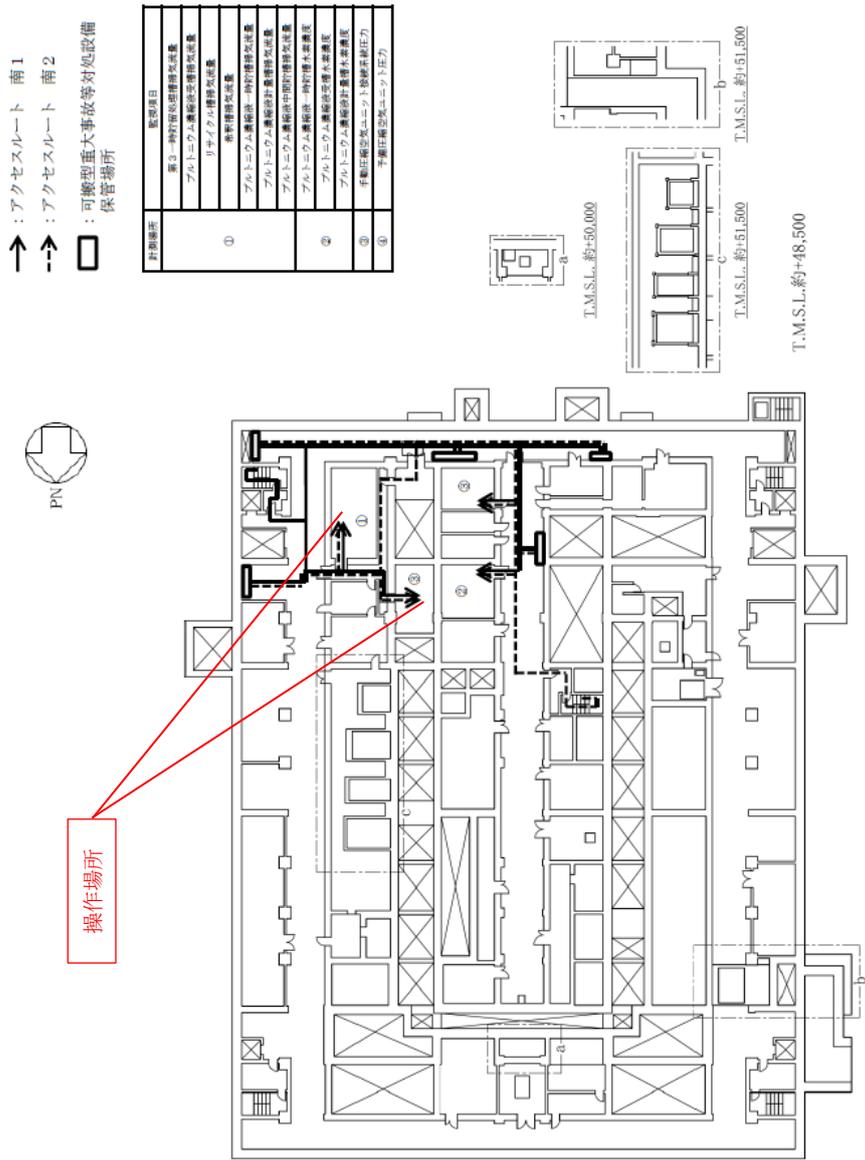


→ : アクセスルート 南1  
 - -> : アクセスルート 南2

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所

計測場所	監視項目
①	抽出機排気流量
	部分製生成物洗浄排気流量
	逆抽出機排気流量
	クラン洗浄排気流量
	アルトエリウム機抽出排気流量

第 10 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発を未然に防止するための空気の供給) (地上 3 階)

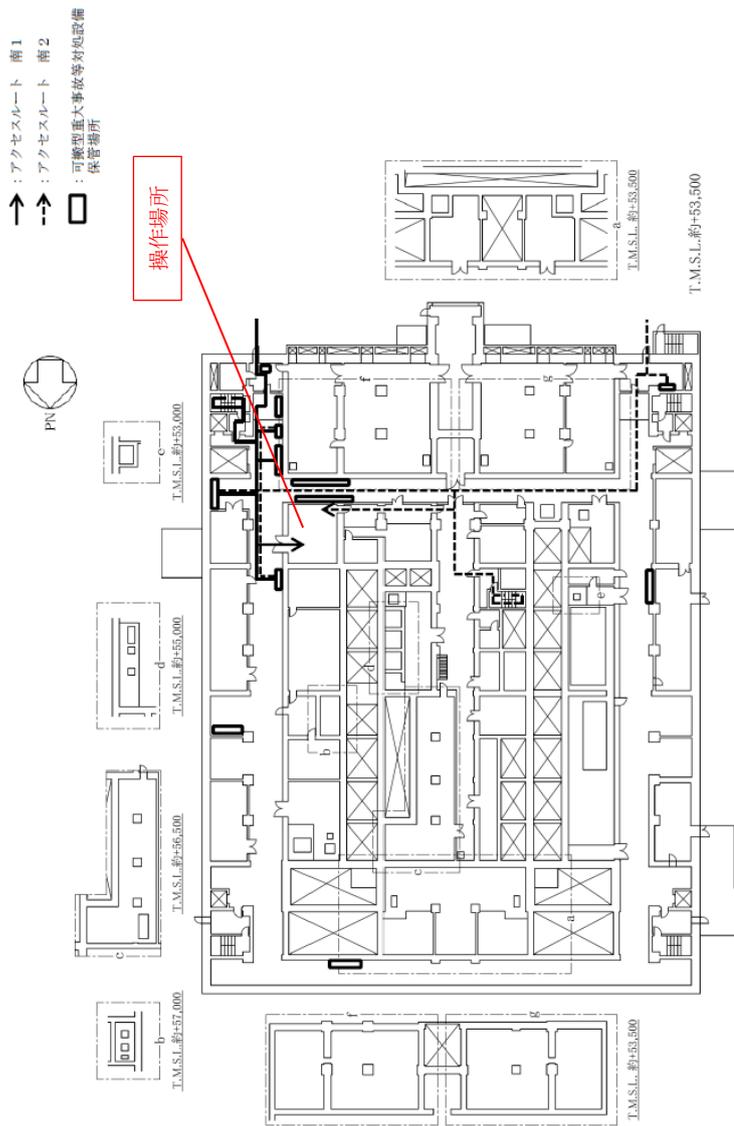


操作場所

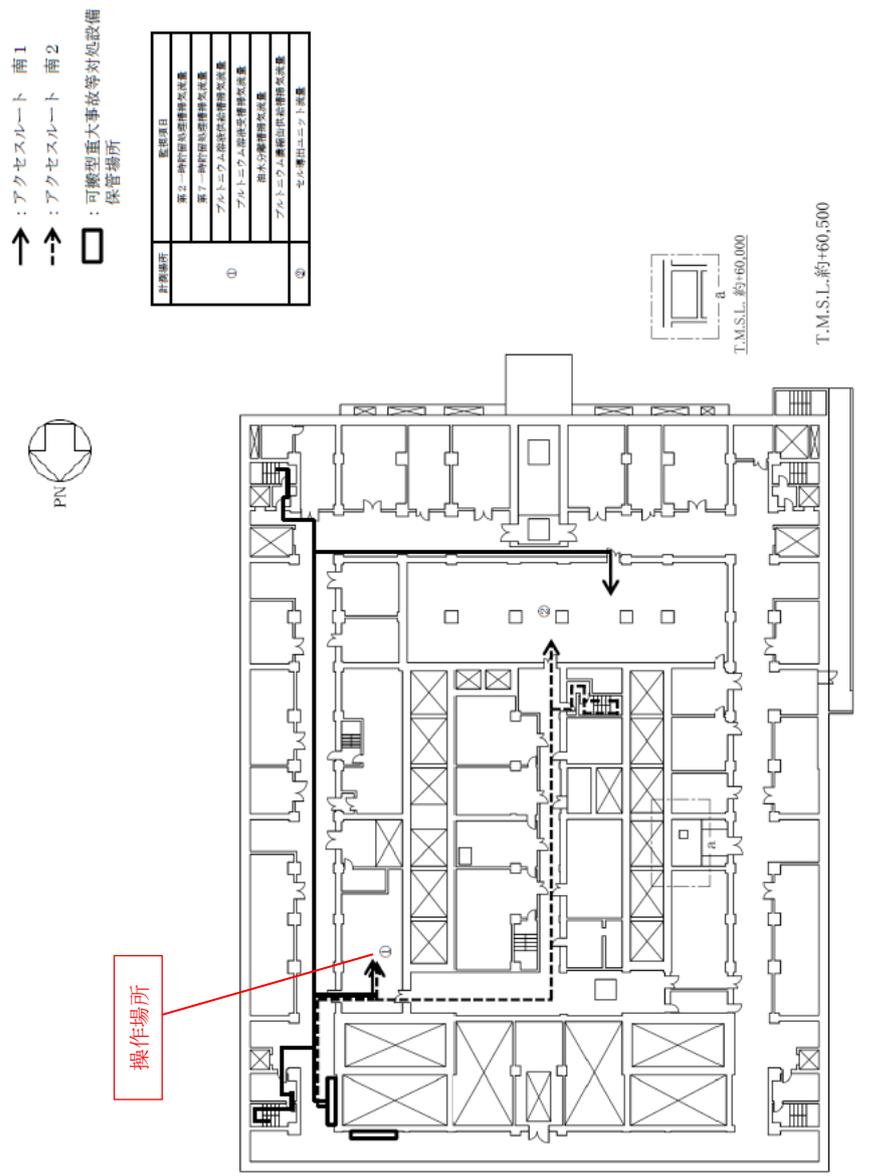
- ↑ : アクセスルート 南1
- ↑↑ : アクセスルート 南2
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

計画箇所	施設項目
①	第3-1号貯留気筒用排気装置
	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
②	リサイクル用排気装置
	蓄気用排気装置
	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
③	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
④	アルトニウム濃縮貯留用排気装置
	アルトニウム濃縮貯留用排気装置

第 11 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
(水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下1階)



第 12 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)



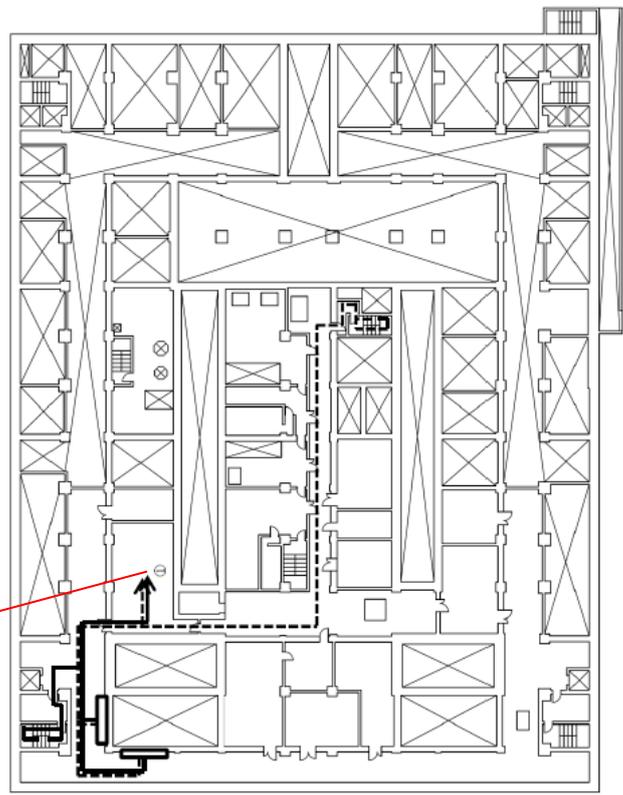
第13図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上2階)

- ↑ : アクセスルーフ 南1
- ↑- : アクセスルーフ 南2
- : 可搬型重大事故等対応処設備  
保管場所



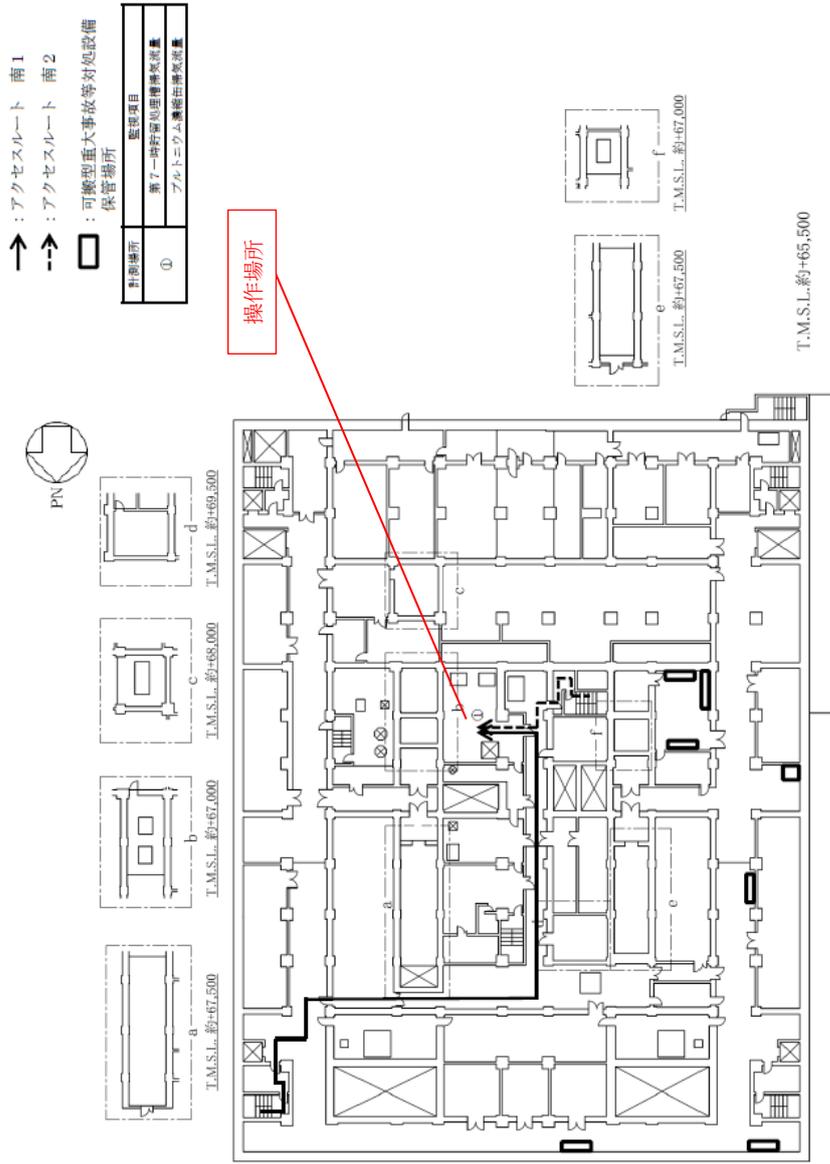
計画用途	施設名
①	フルタイム施設一時貯留施設 フルタイム施設出稼受取

操作場所

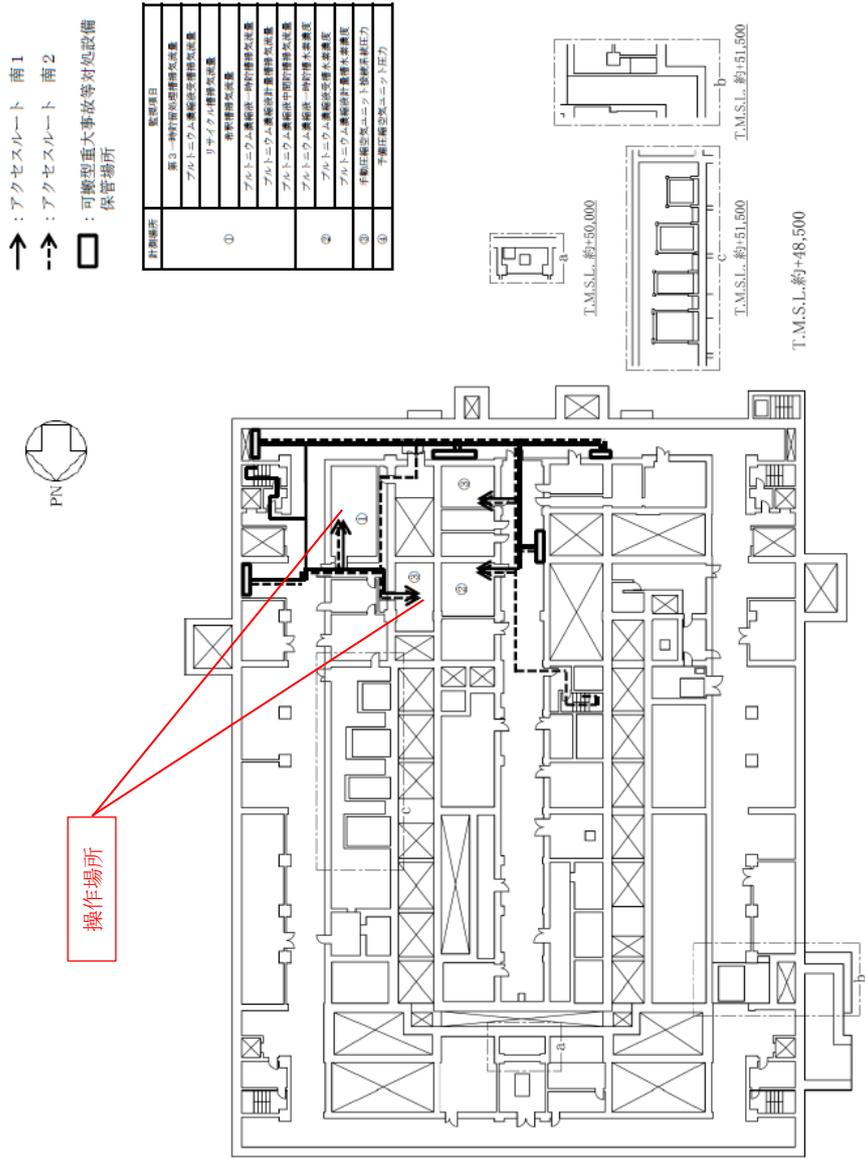


T.M.S.L.約+64,000

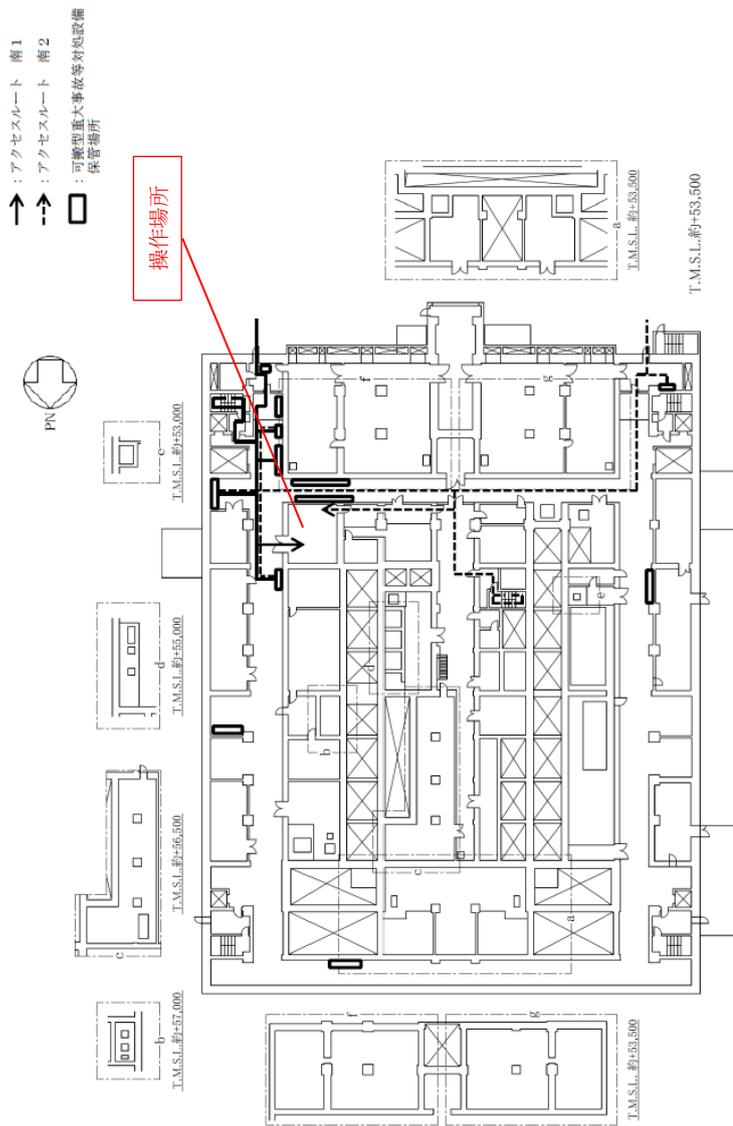
第14図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルーフ  
(水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上3階)



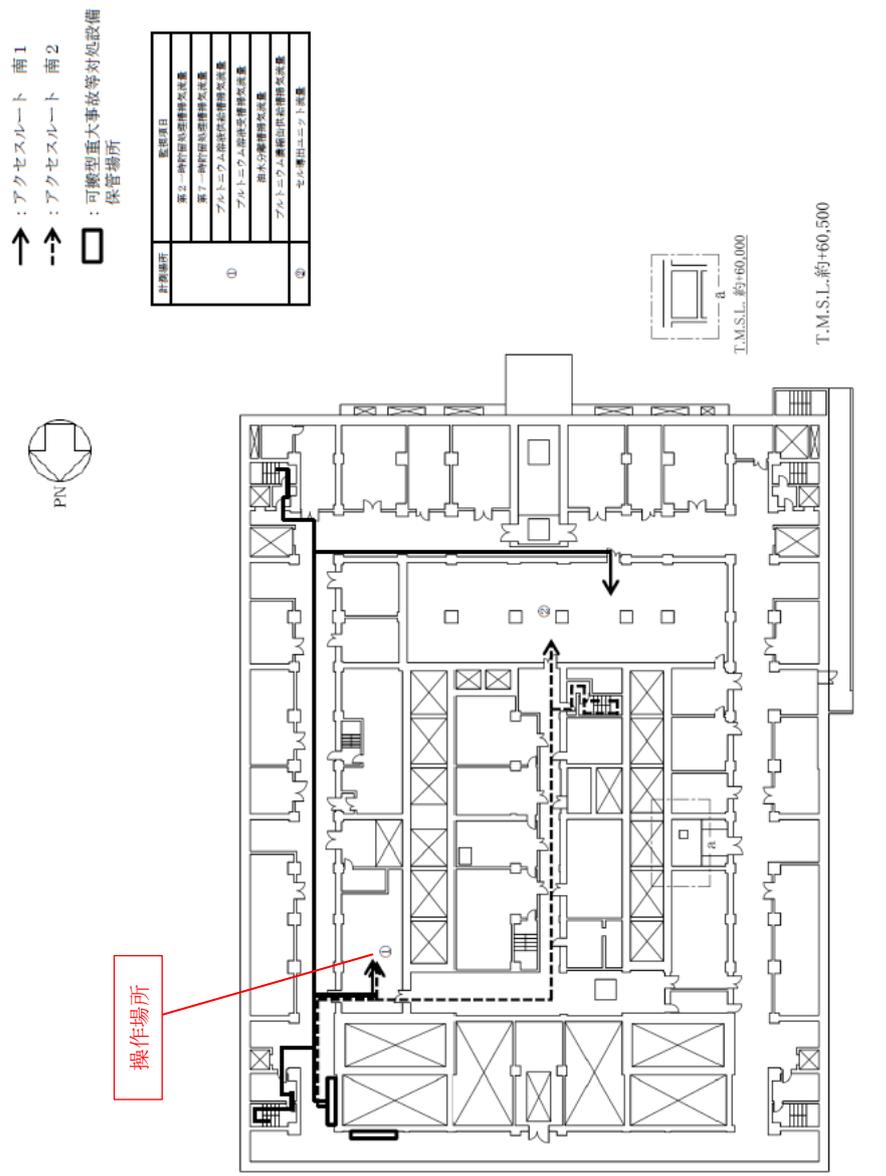
第 15 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 4 階)



第16図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地下1階)



第 17 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 1 階)



第 18 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 2 階)

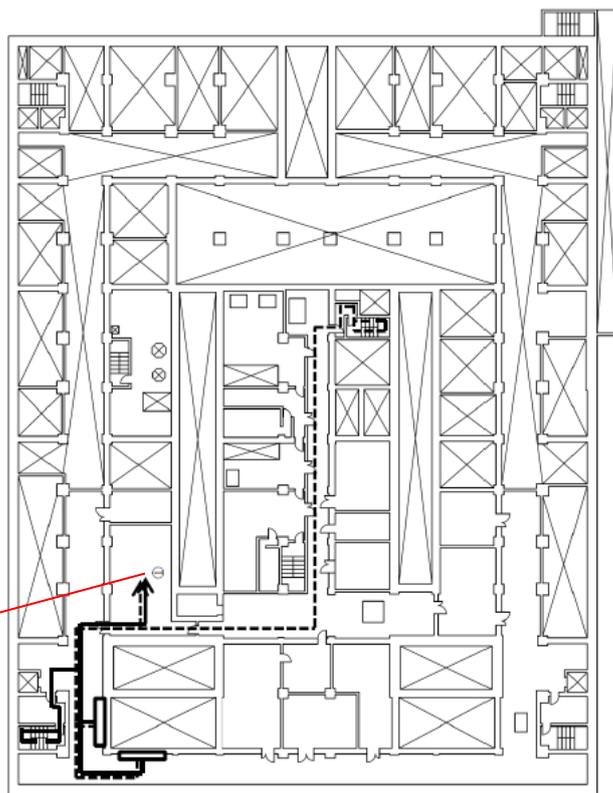
補 8-21-18

- ↑ : アクセスルーフ 南1
- ↑- : アクセスルーフ 南2
- : 可搬型重大事故等対応処設備  
保管場所



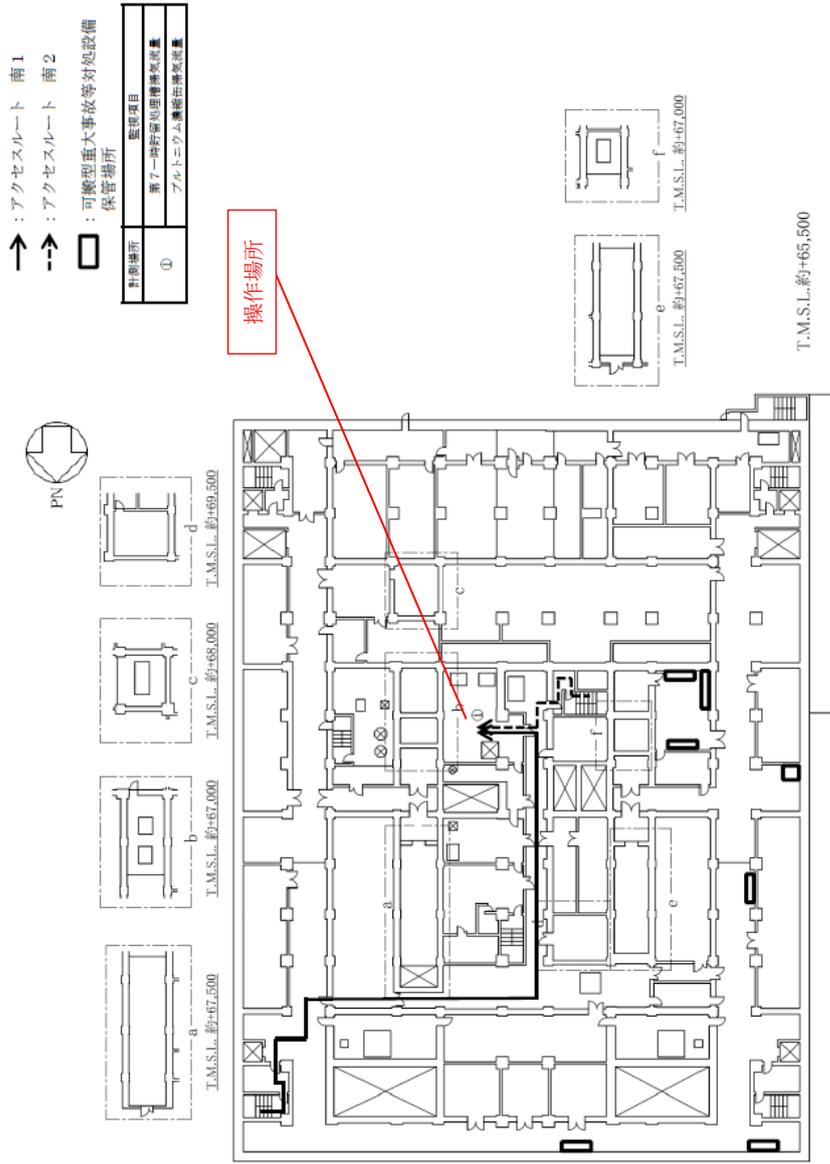
計画用途	施設名目
①	フルタイム施設一時貯留機室 フルタイム機室出稼機室

操作場所

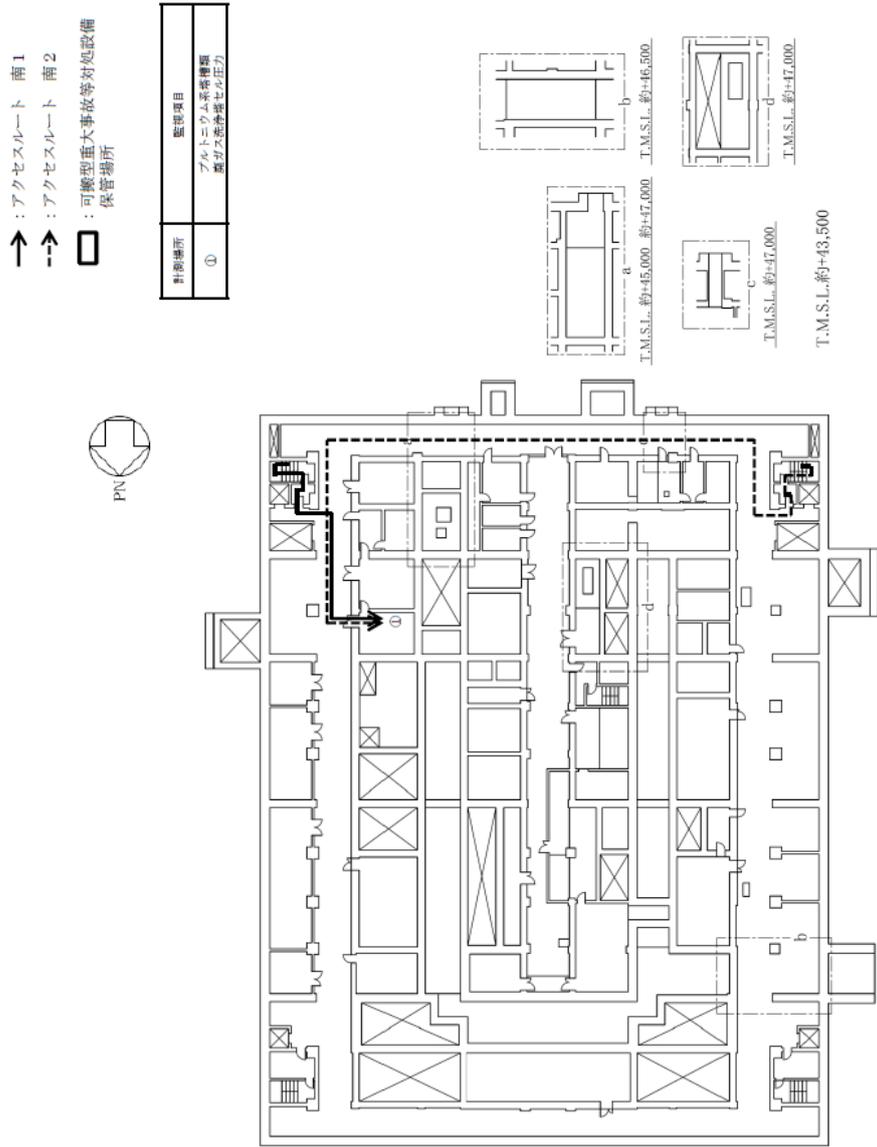


T.M.S.L.約+64,000

第 19 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルーフ  
(水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上 3 階)



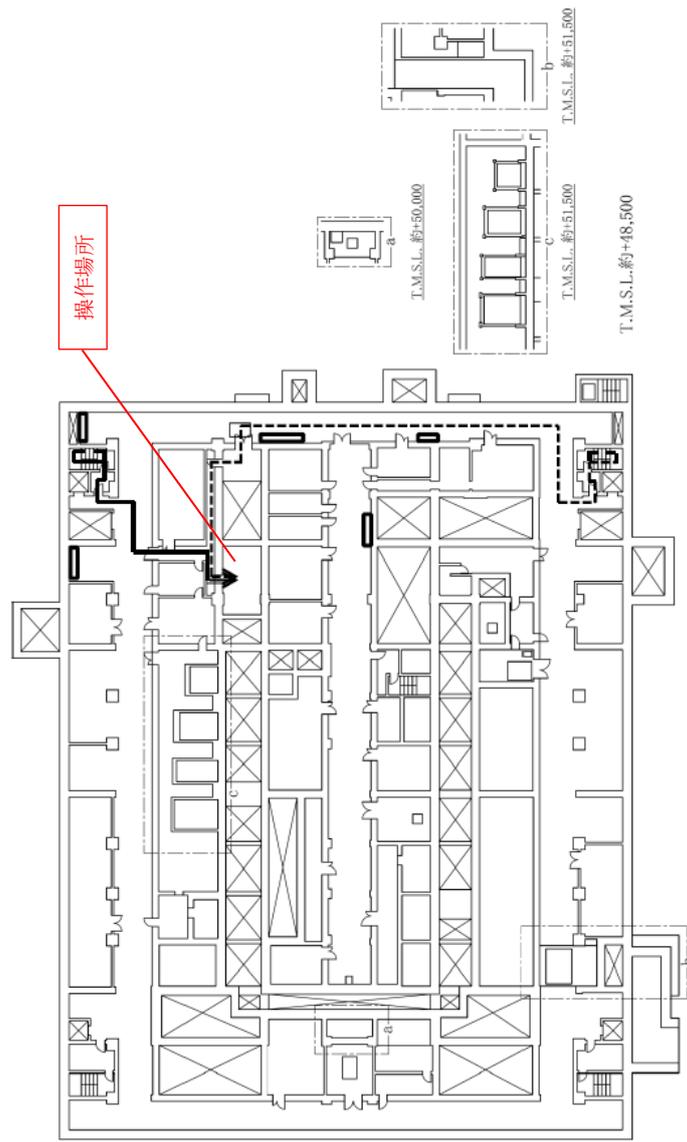
第20図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (水素爆発の再発を防止するための空気の供給) (地上4階)



第 21 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (放出低減対策) (地下2階)

補 8-21-21

- : アクセスルート 南1
- ⇄ : アクセスルート 南2
- : 可搬型重大事故等対応設備  
保管場所



第 22 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
(放出低減対策) (地下 1 階)

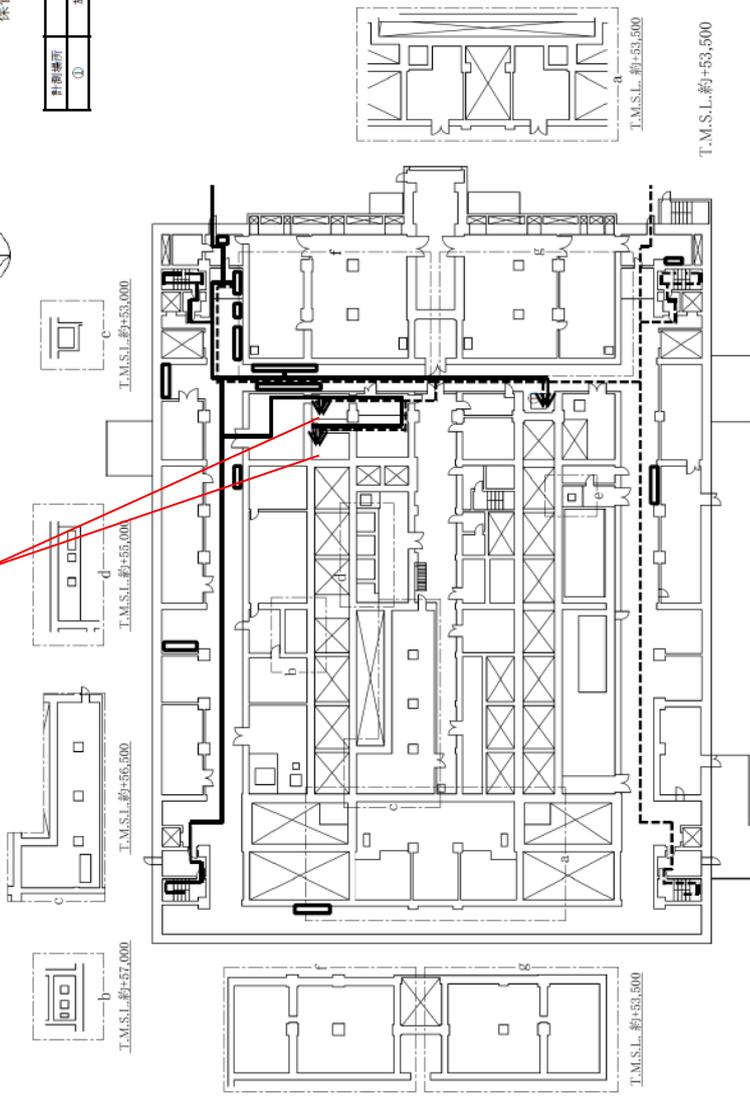
補 8-21-22

- ↑ : アクセスルート 南1
- ↑ : アクセスルート 南2
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

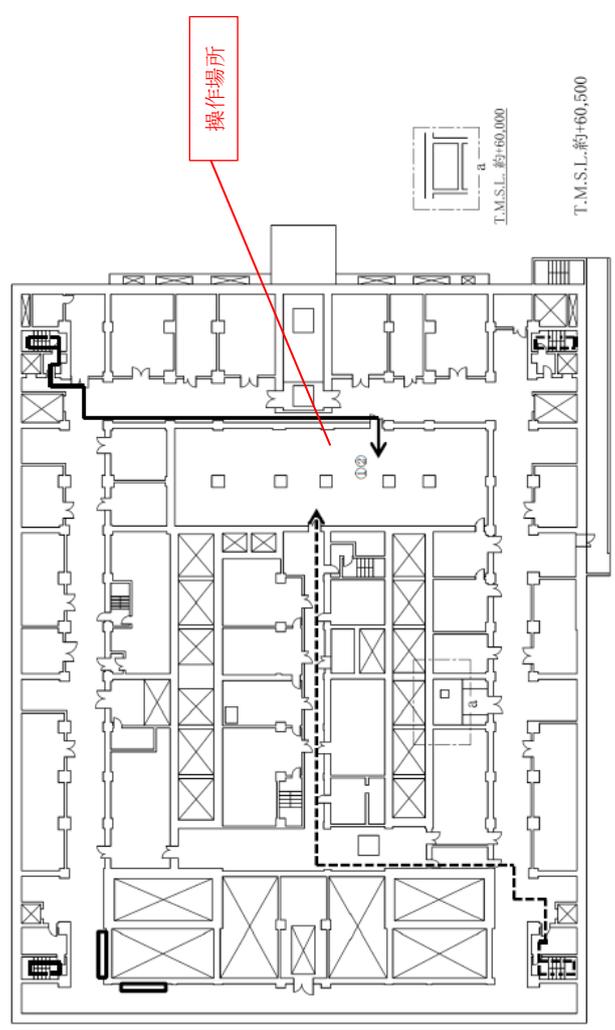
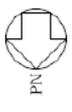
操作場所



計画場所	監視項目
①	放射線配管分岐部1セル圧力

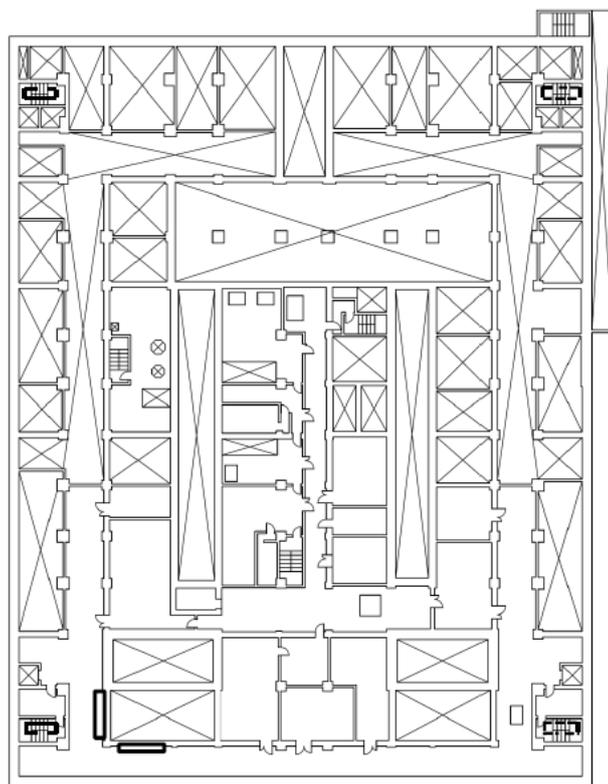


第23 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
(放出低減対策) (地上1階)



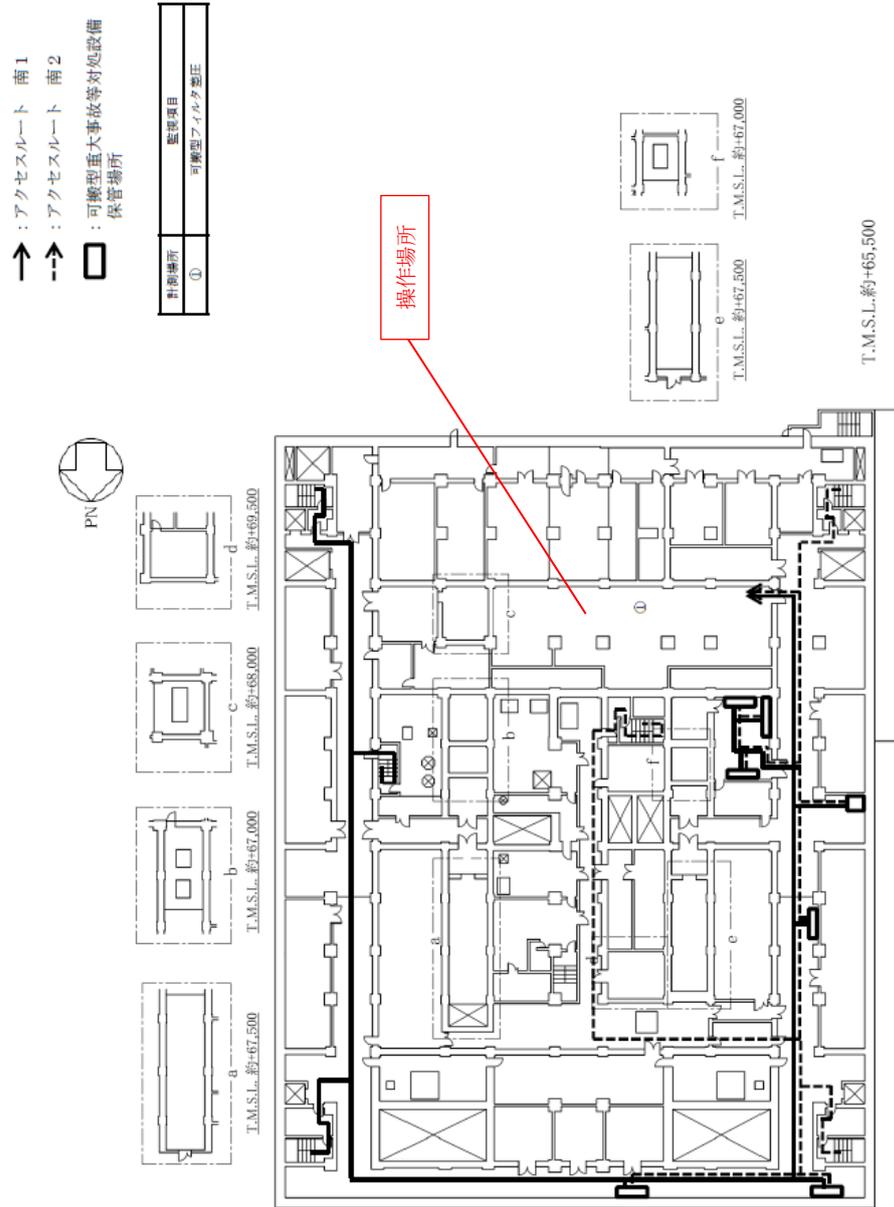
第24図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (放出低減対策) (地上2階)

- ↑ : アクセスルート 南 1
- ↑↑ : アクセスルート 南 2
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所



第 25 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
(放出低減対策) (地上 3 階)

補 8-21-25



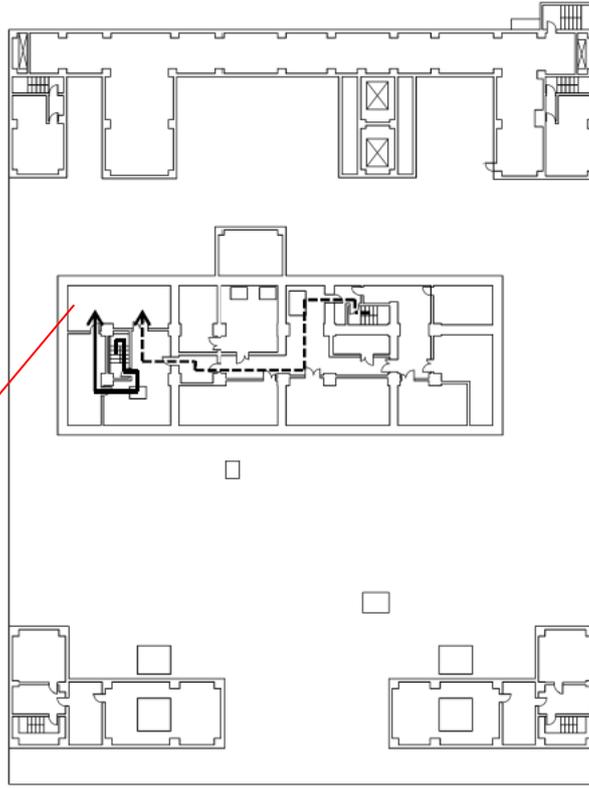
第 26 図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
 (放出低減対策) (地上 4 階)

補 8-21-26

- ↑ : アクセスルート 南1
- ↑ : アクセスルート 南2
- : 可搬型重大事故等対応設備  
保管場所



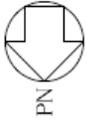
操作場所



T.M.S.L.約+73,500

第27図 「地震発生による全交流電源の喪失に伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の拡大防止対策のアクセスルート  
(放出低減対策) (地上5階)

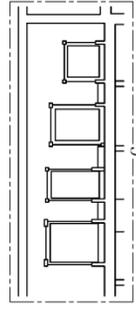
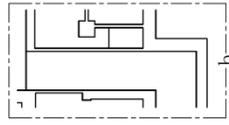
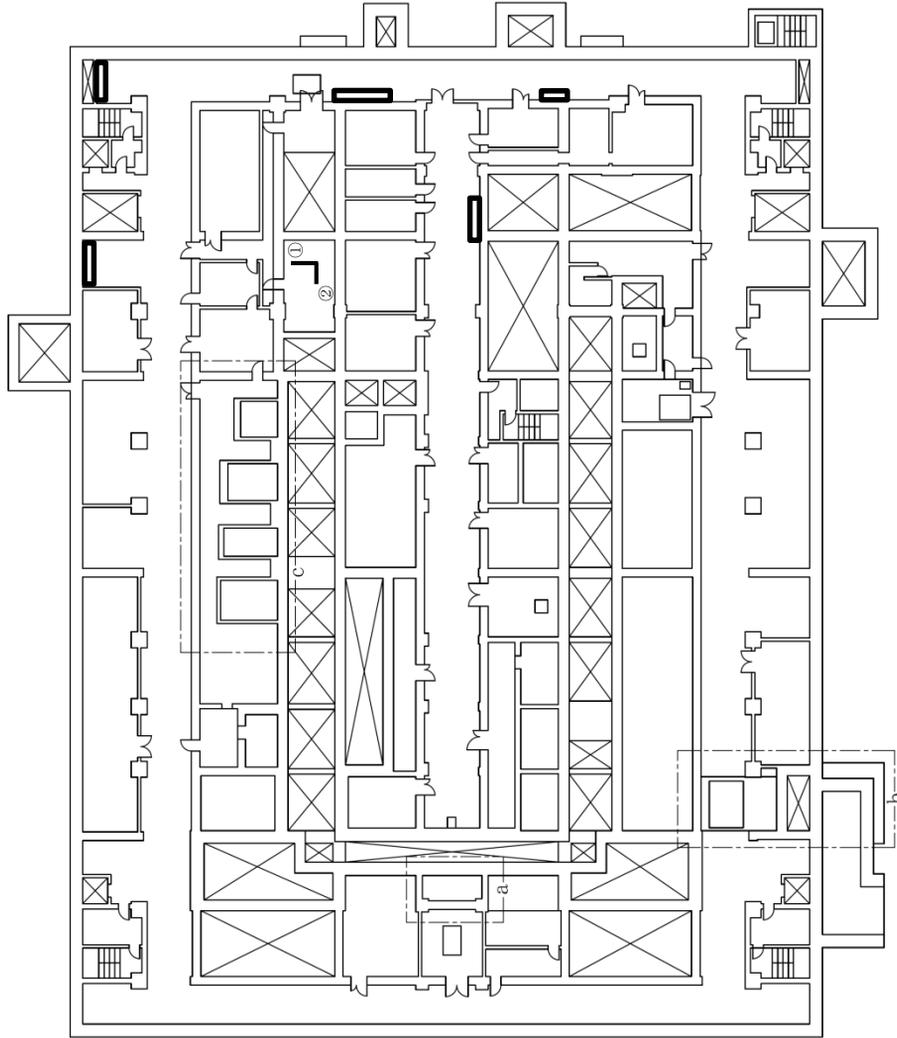
補 8-21-27



一：敷設ルート

□：可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

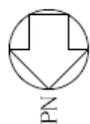
対象機器	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液供給槽 フルトニウム溶液受槽 油水分離槽 フルトニウム濃縮缶供給槽 フルトニウム溶液一時貯槽 フルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 フルトニウム濃縮液一時貯槽 フルトニウム濃縮液計量槽 フルトニウム濃縮液中間貯槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽	②



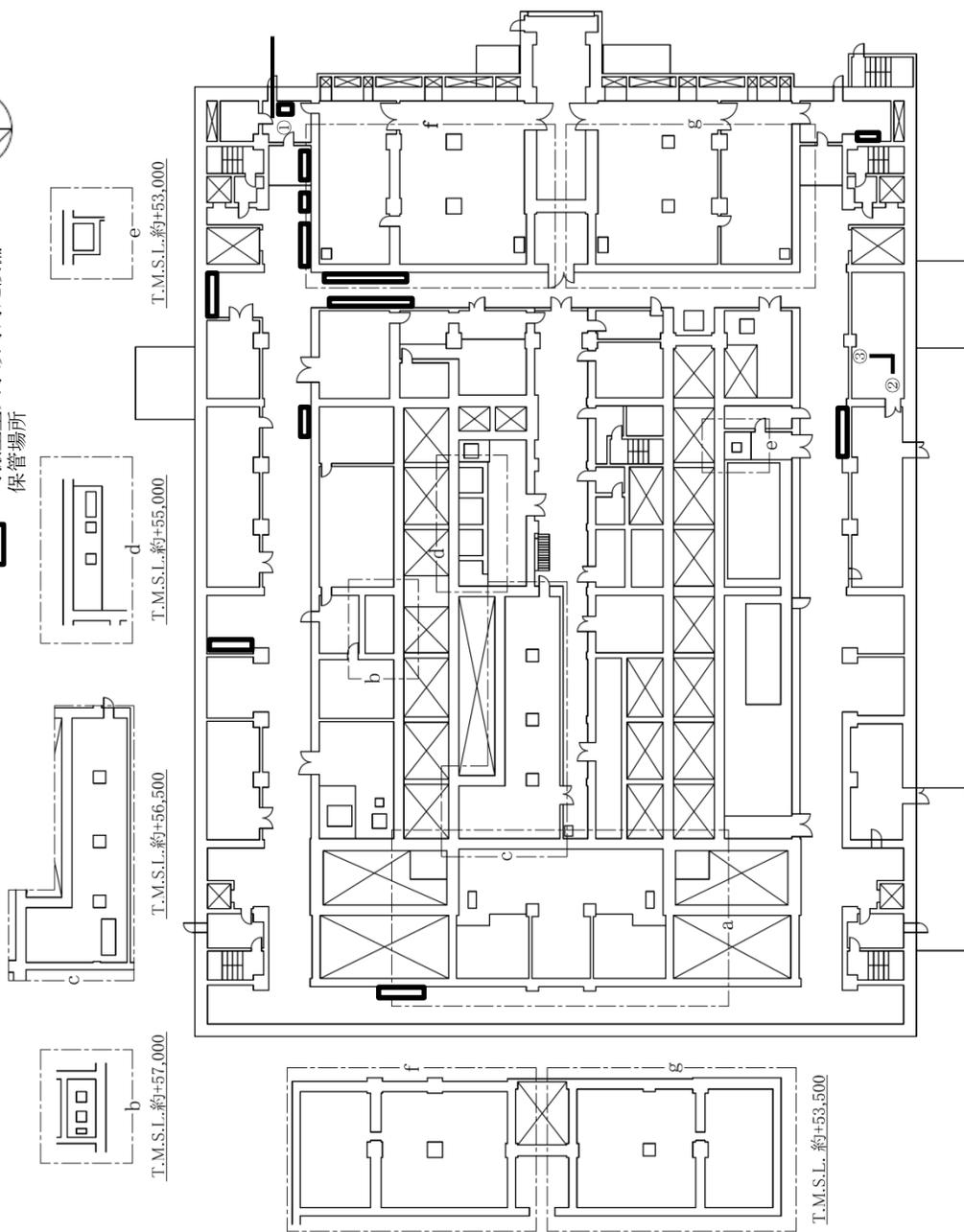
T.M.S.L. 約+48,500

第28図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（手動圧縮空気ユニット供給）の建屋内ホース敷設ルート（南1ルート及び南2ルート）（地下1階）

対象貯槽	接続箇所
—	①
—	②
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 抽出塔 核分裂生成物洗浄塔 ウラン洗浄塔 逆抽出塔 補助油水分離槽 TBP洗浄器 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶 プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第4一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	③

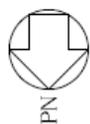


: 敷設ルート  
 : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

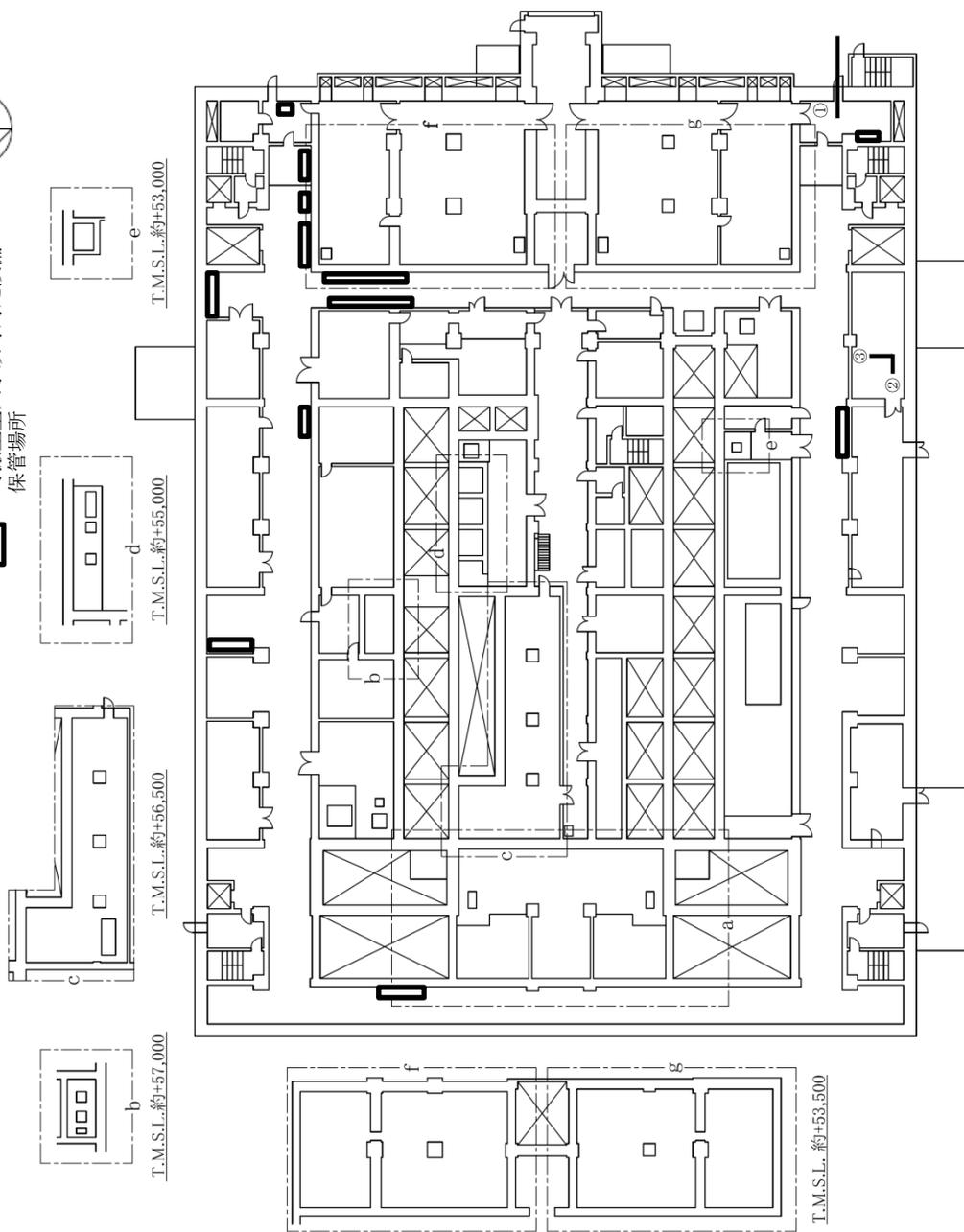


第29図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上1階）

対象貯槽	接続箇所
—	①
—	②
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 抽出塔 核分裂生成物洗浄塔 ウラン洗浄塔 逆抽出塔 補助油水分離槽 TBP洗浄器 プルトニウム溶液受槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮缶供給槽 プルトニウム溶液一時貯槽 プルトニウム濃縮缶 プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第4一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	③



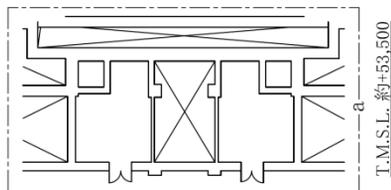
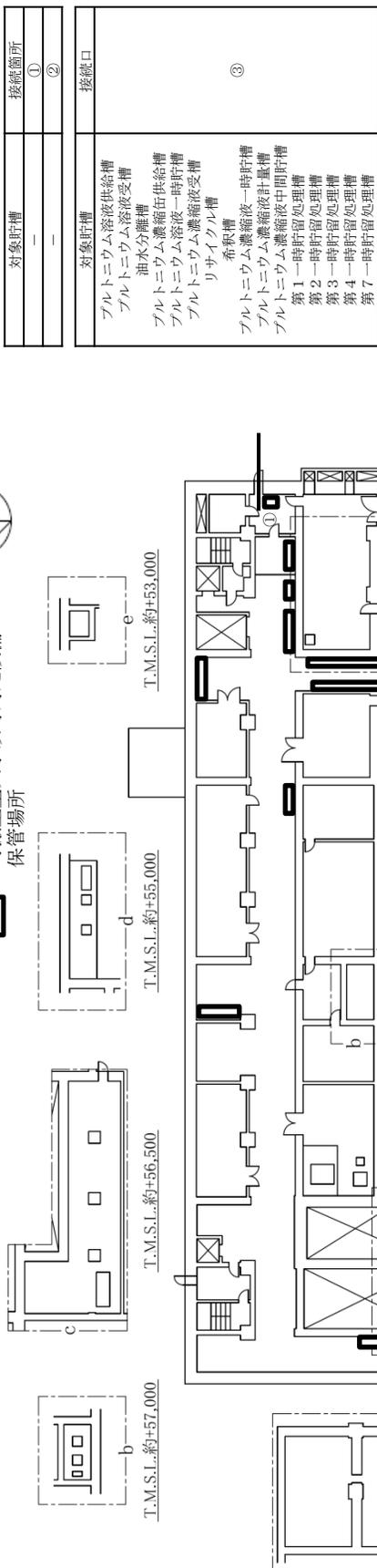
一 : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故等対応設備  
 保管場所



第30図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
 発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）  
 （南2ルート）（地上1階）

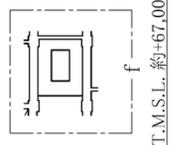
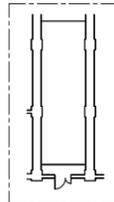
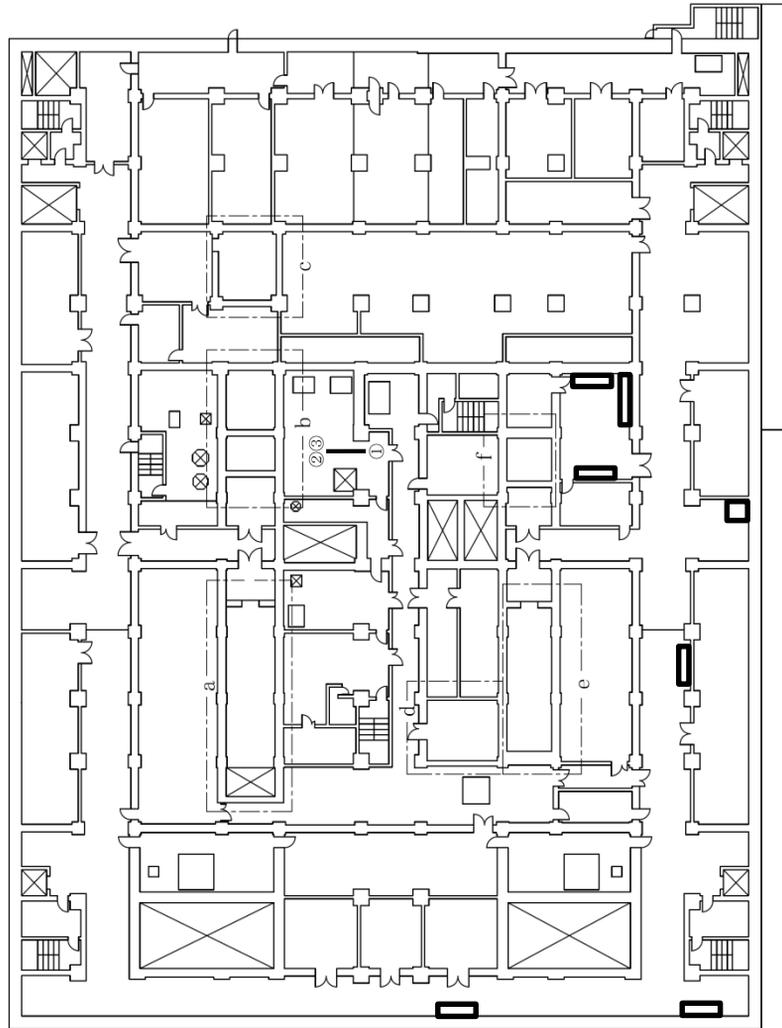
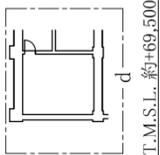
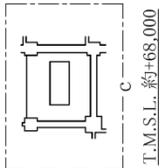
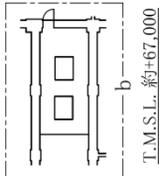
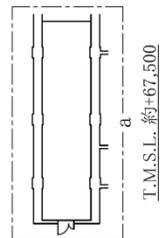


一 : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所



T.M.S.L.約+53,500

第31図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
 発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）  
 （南1ルート）（地上1階）



T.M.S.L. 約+65,500

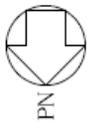
- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

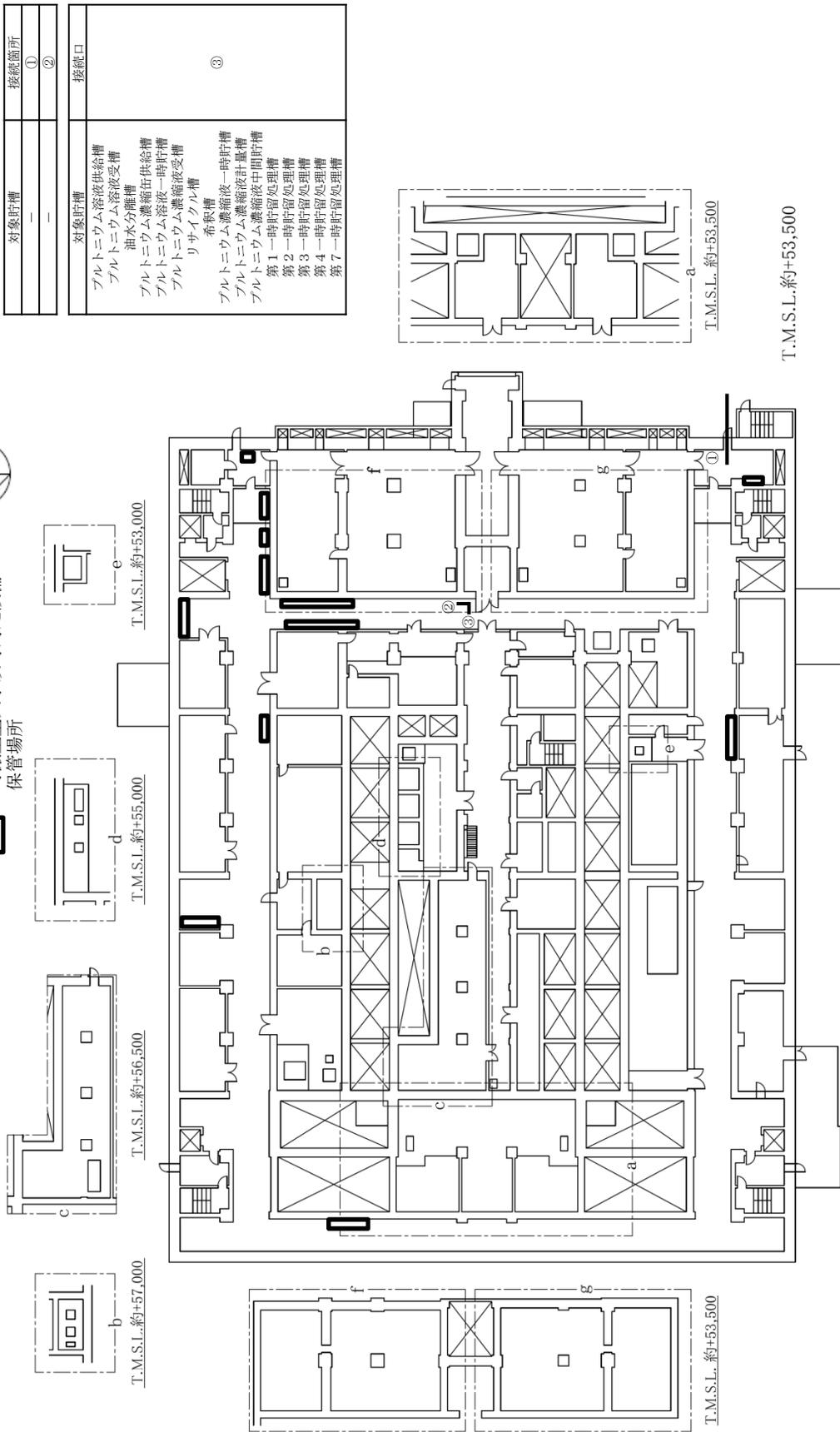
対象貯槽	接続口
フルトニウム濃縮缶槽	②
第7一時貯留処理槽	③※1

※1 未臨界確保設備を共用する接続口

第32図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上4階）

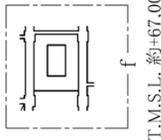
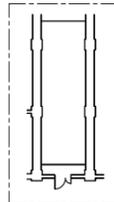
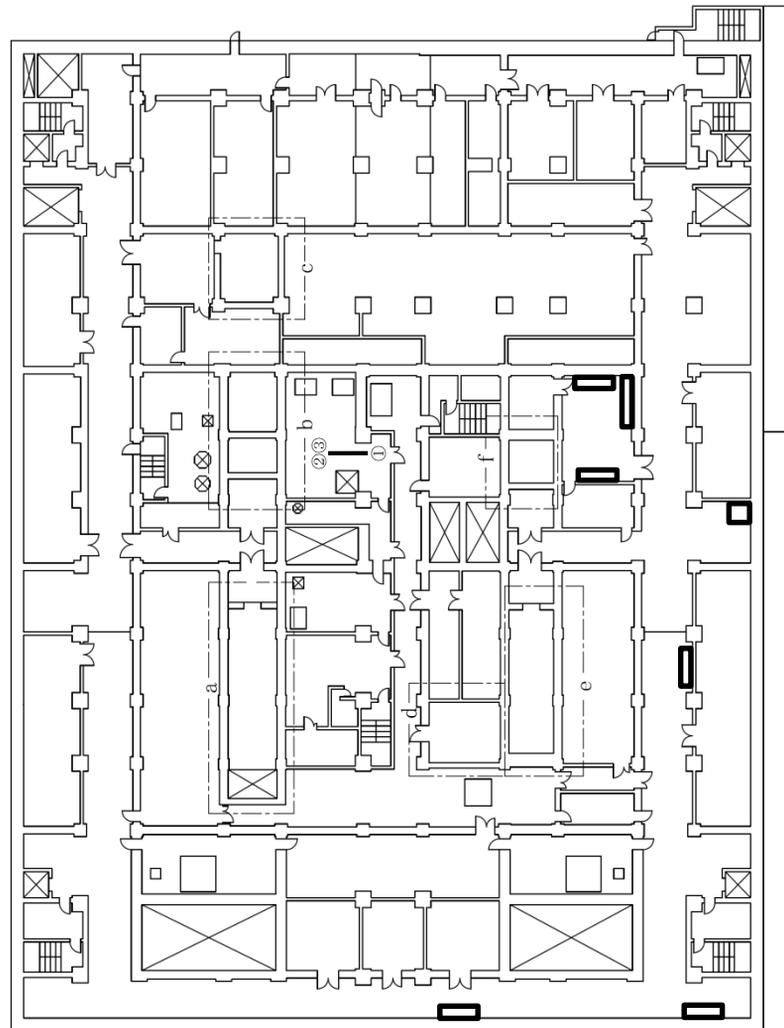
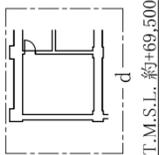
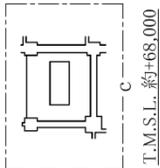
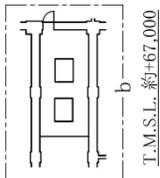
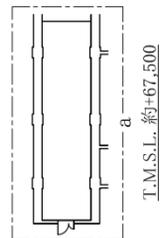


一 : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所



対象貯槽	接続箇所
—	①
—	②
対象貯槽	接続口
プルトニウム溶液供給槽 プルトニウム溶液受槽 プルトニウム濃縮液供給槽 油水分離槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 プルトニウム濃縮液一時貯槽 プルトニウム濃縮液計量槽 プルトニウム濃縮液中間貯槽 第1一時貯留処理槽 第2一時貯留処理槽 第3一時貯留処理槽 第4一時貯留処理槽 第7一時貯留処理槽	③

第33図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
 発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）  
 （南2ルート）（地上1階）



- : 敷設ルート
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

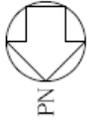
対象貯槽	接続箇所 ①
------	--------

対象貯槽	接続口 ②
フルトニウム濃縮缶槽	③※1
第7一時貯留処理槽	

※1 未臨界確保設備を共用する接続口

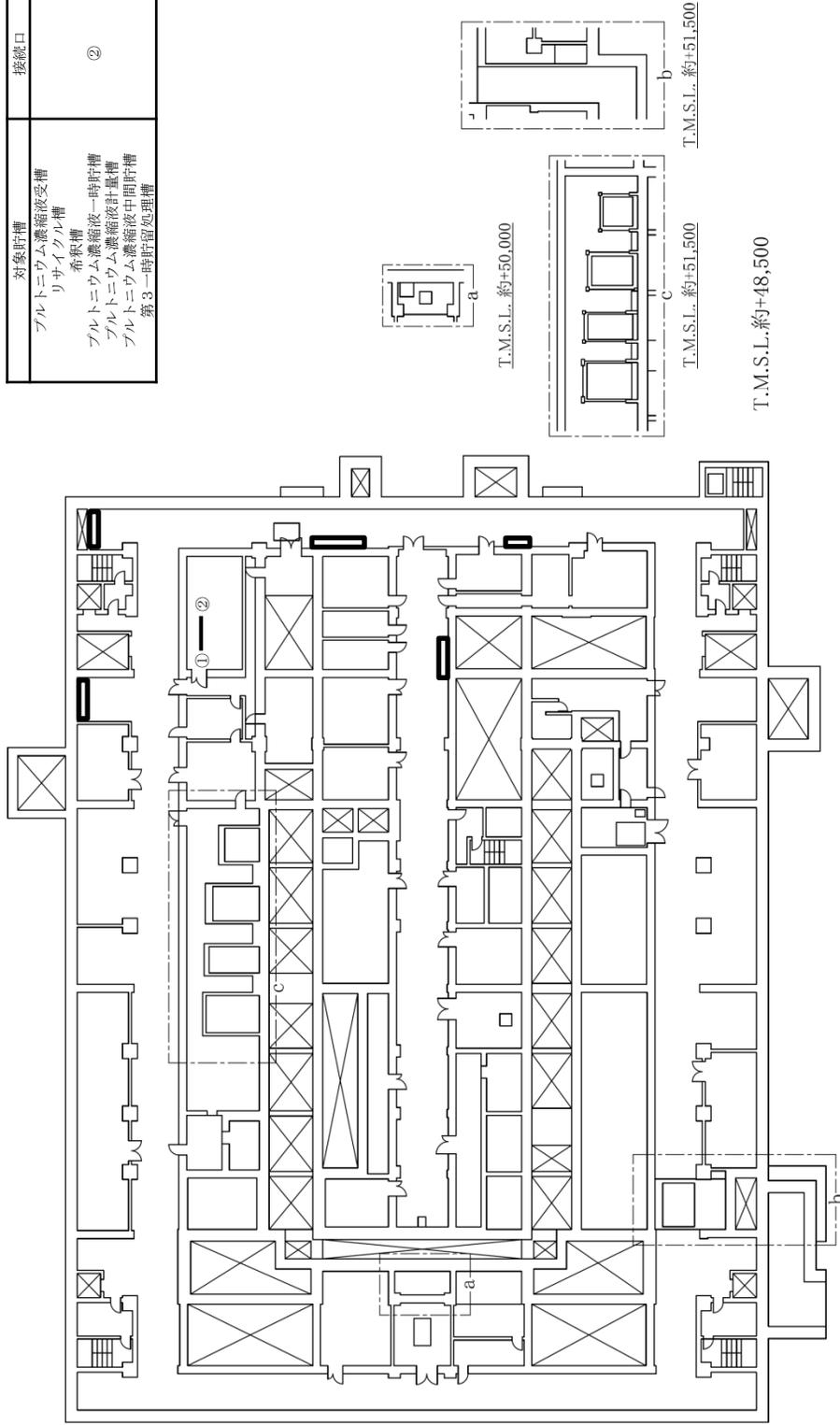
T.M.S.L.L. 約+65,500

第34図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の発生防止対策（個別供給）の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上4階）

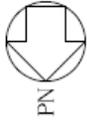


— : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
ブルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽 ブルトニウム濃縮液一時貯槽 ブルトニウム濃縮液計量槽 ブルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	②



第35図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地下1階）

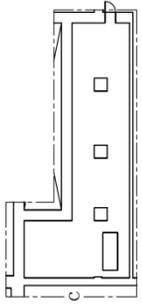


— : 敷設ルート

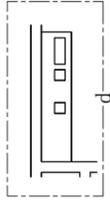
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所



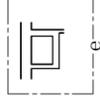
T.M.S.L.L. 約+57,000



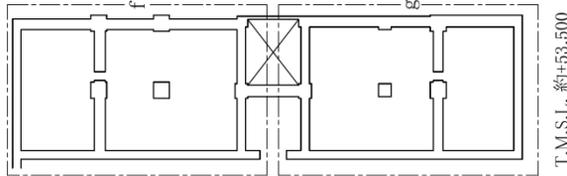
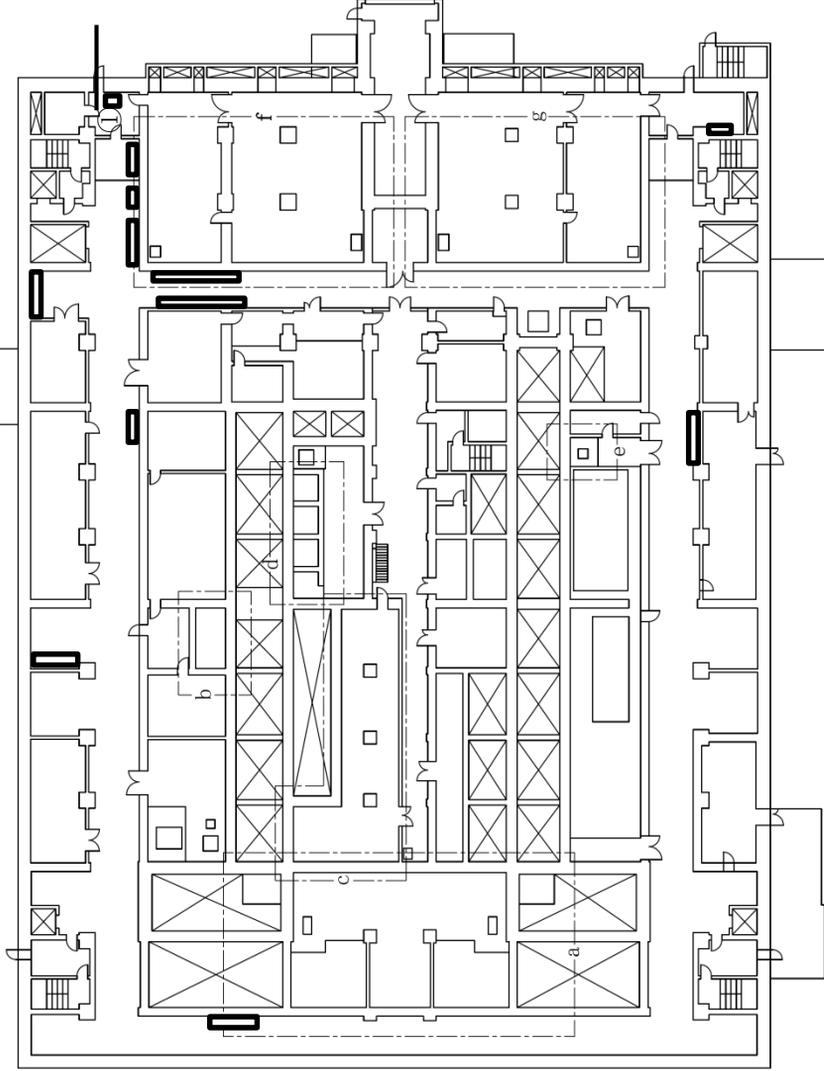
T.M.S.L.L. 約+56,500



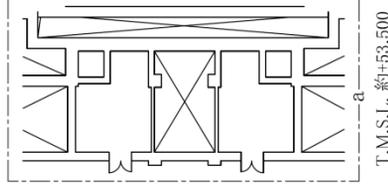
T.M.S.L.L. 約+55,000



T.M.S.L.L. 約+53,000



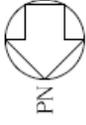
T.M.S.L.L. 約+53,500



T.M.S.L.L. 約+53,500

T.M.S.L.L. 約+53,500

第36図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上1階）

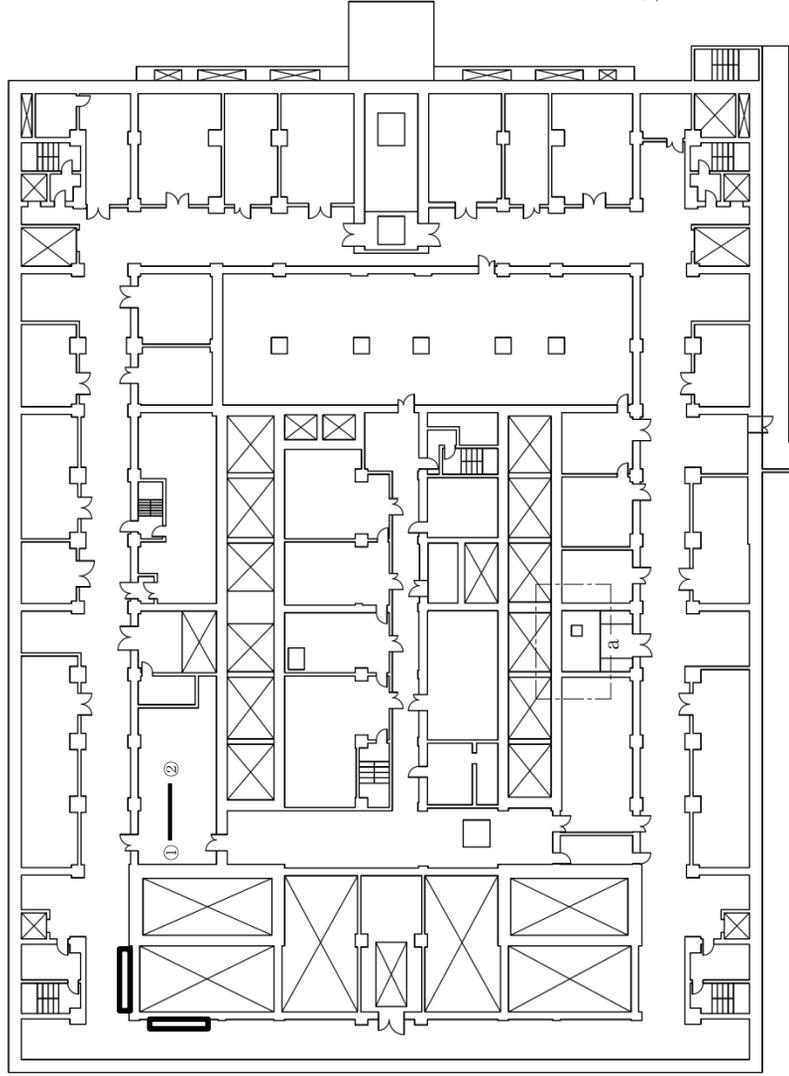


— : 敷設ルート

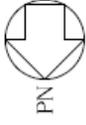
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液供給槽 フルトニウム溶液受槽 油水分離槽 フルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第1一時貯留処理槽	②



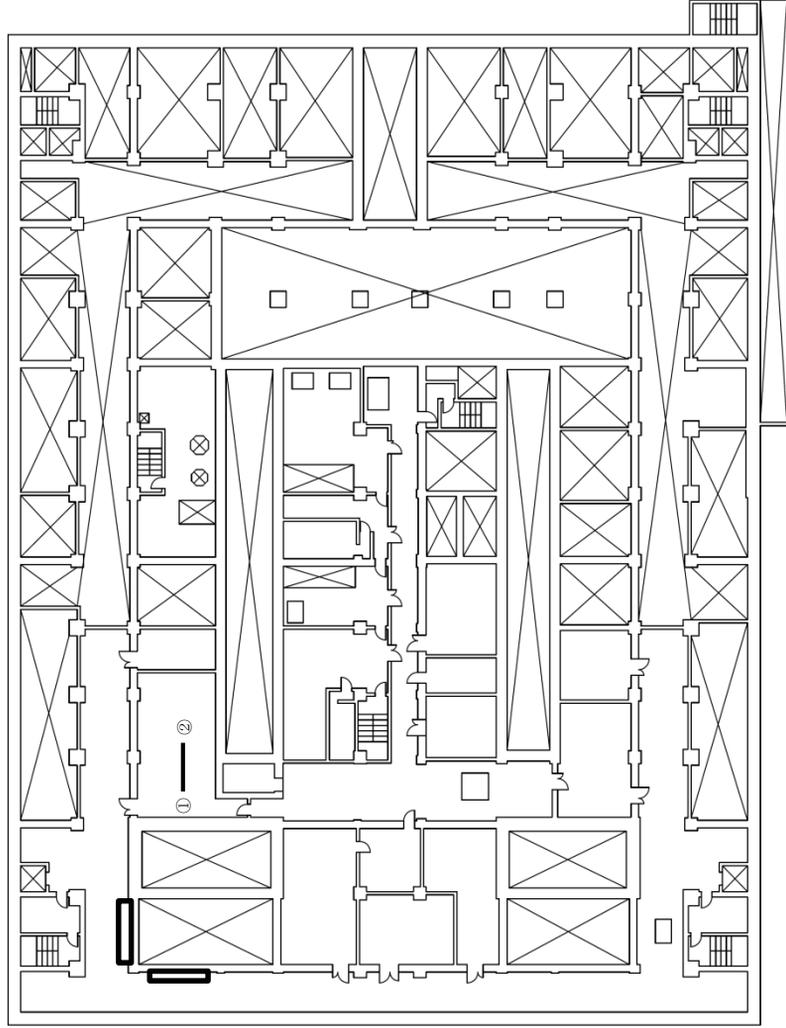
第37図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上2階）



— : 敷設ルート

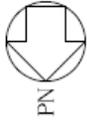
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液一時貯槽 フルトニウム濃縮缶	②



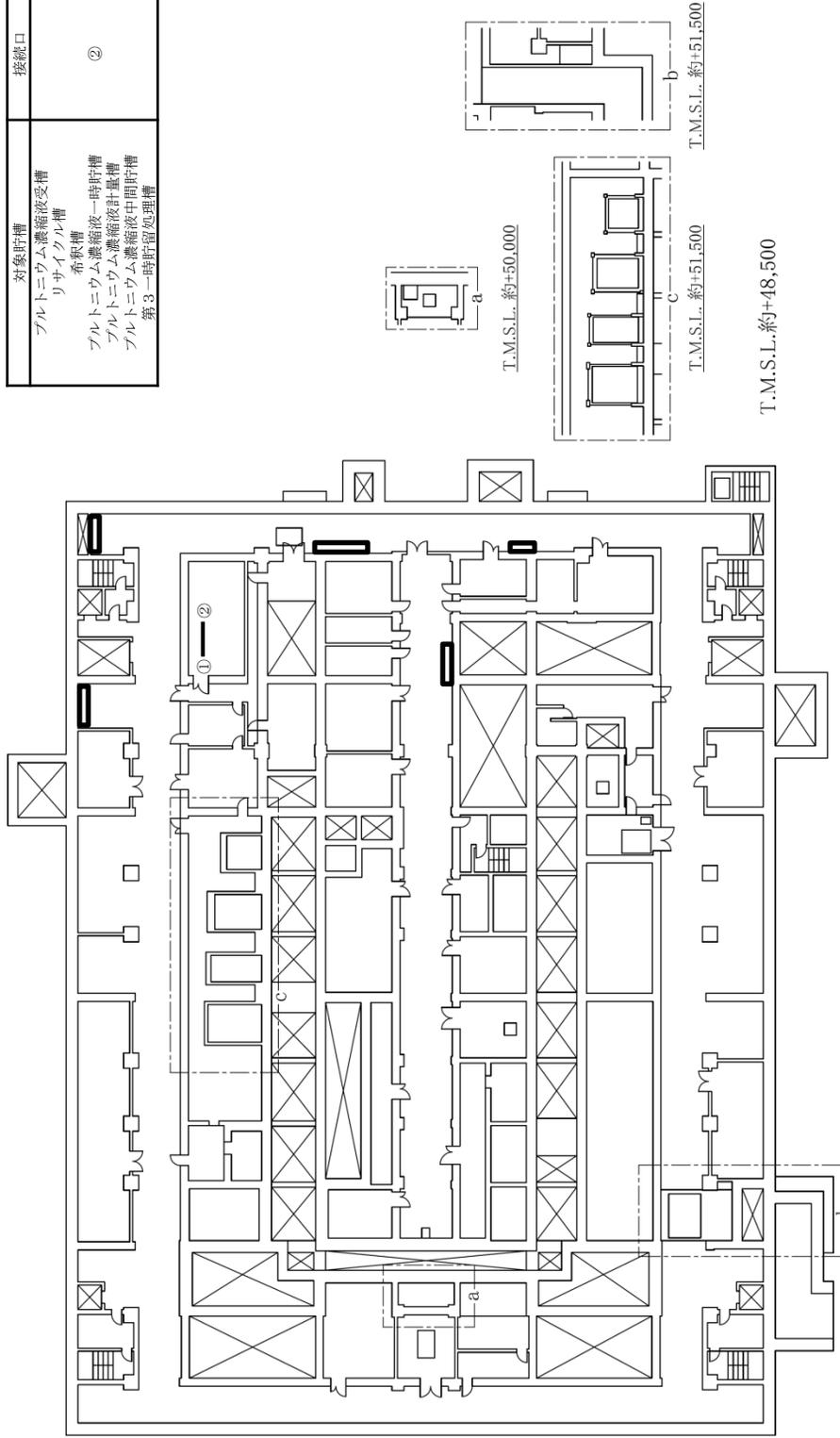
T.M.S.L.約+64,000

第38図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南1ルート）（地上3階）

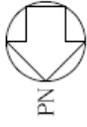


— : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故等対処設備  
 保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
ブルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽	②
ブルトニウム濃縮液一時貯槽 希釈槽	
ブルトニウム濃縮液計量槽	
ブルトニウム濃縮液中間貯槽	
第3一時貯留処理槽	



第39図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
 拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート (第1接続口) (南2ルート) (地下1階)

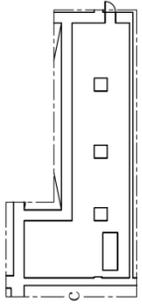


— : 敷設ルート

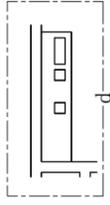
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所



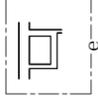
T.M.S.L.L. 約+57,000



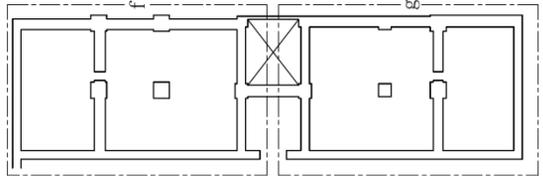
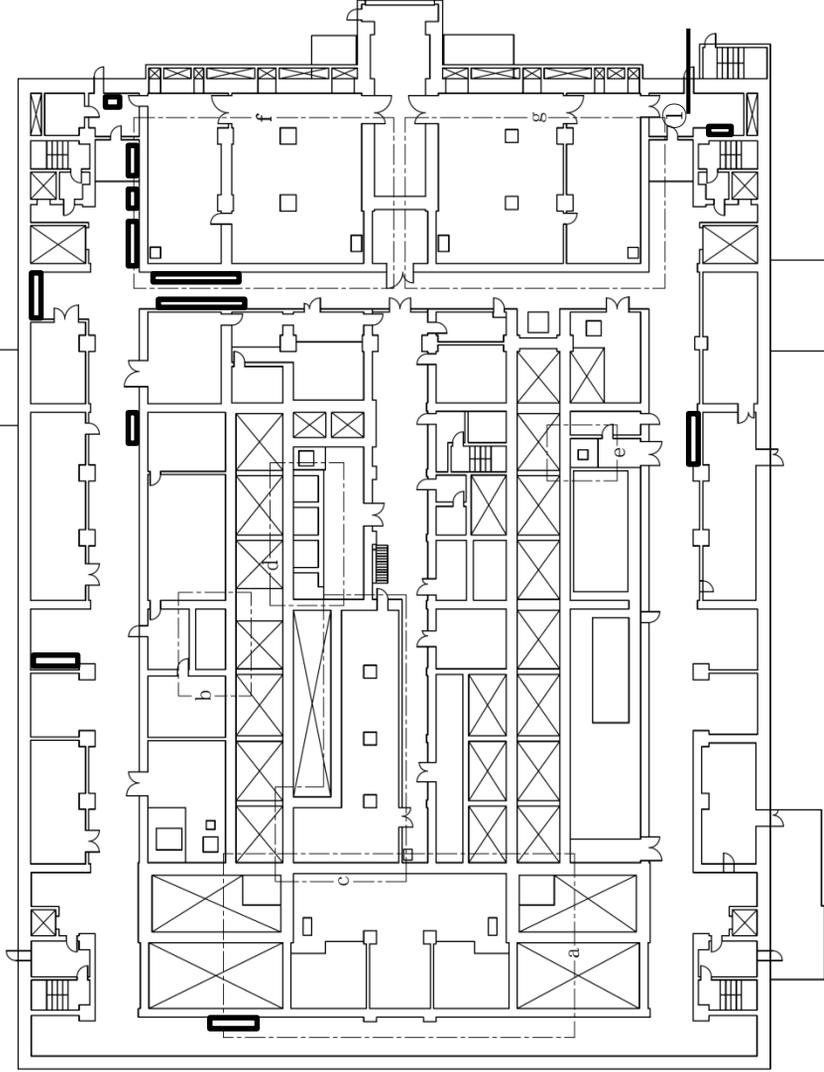
T.M.S.L.L. 約+56,500



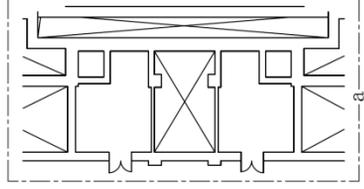
T.M.S.L.L. 約+55,000



T.M.S.L.L. 約+53,000



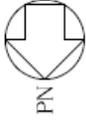
T.M.S.L.L. 約+53,500



T.M.S.L.L. 約+53,500

T.M.S.L.L. 約+53,500

第40図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上1階）

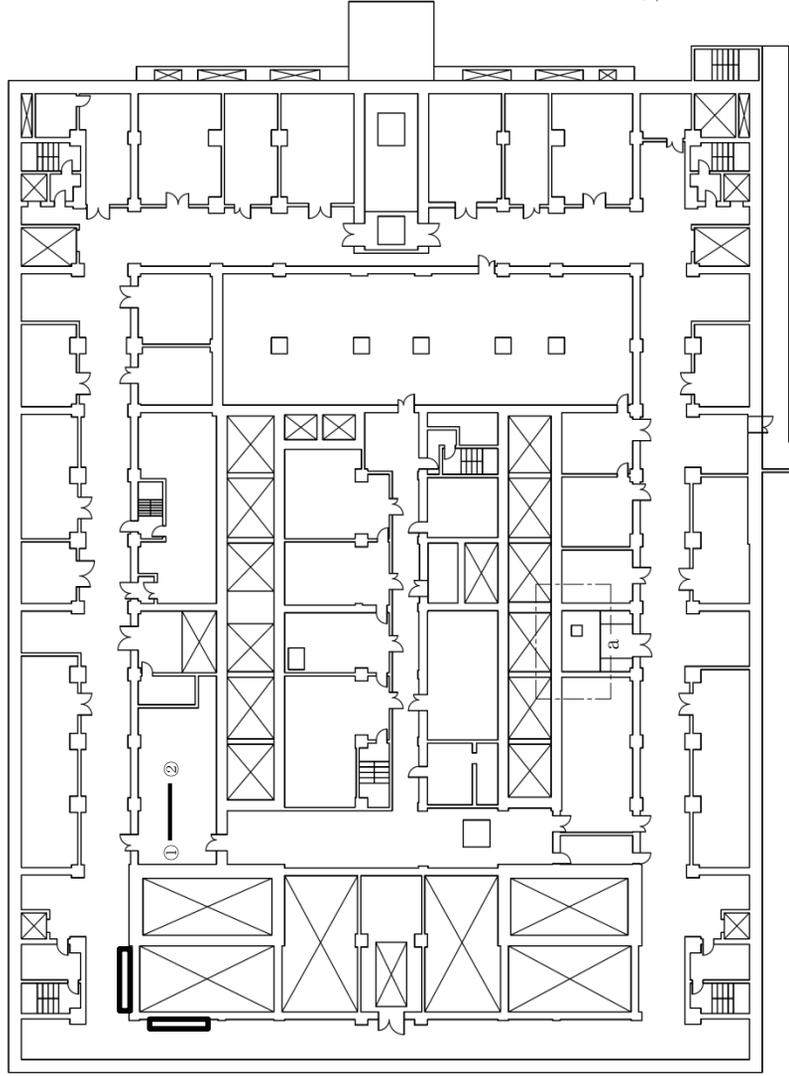


— : 敷設ルート

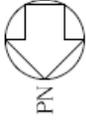
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液供給槽 フルトニウム溶液受槽 油水分離槽 フルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第1一時貯留処理槽	②



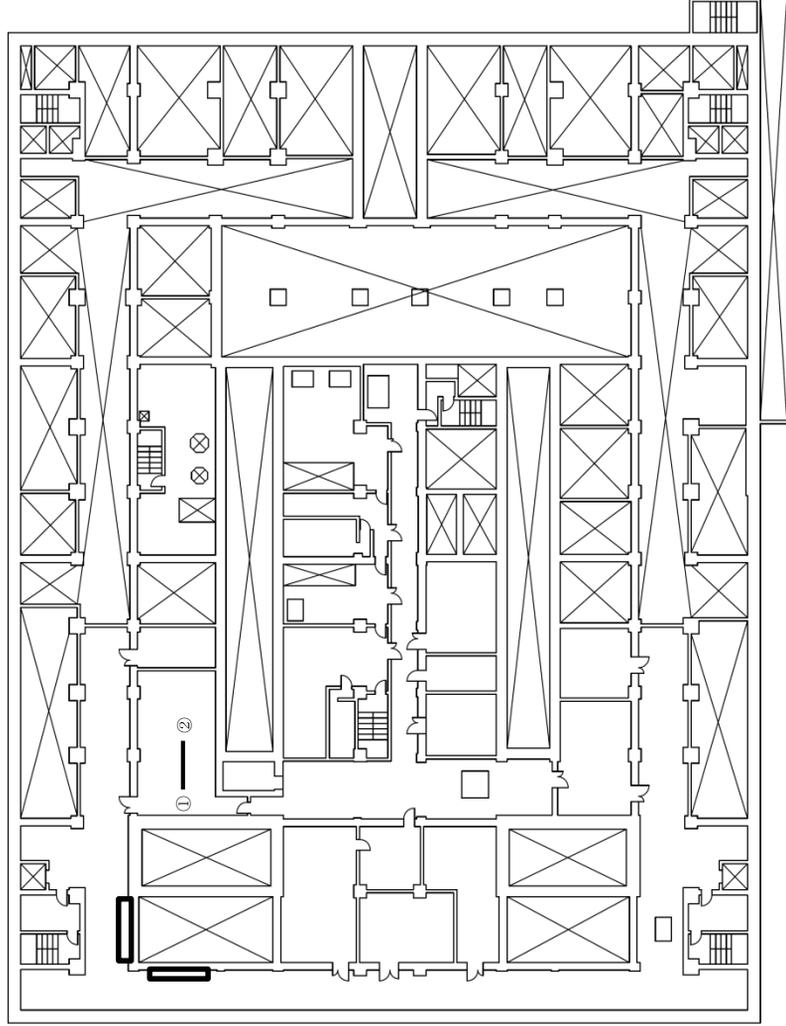
第41図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上2階）



— : 敷設ルート

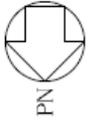
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液一時貯槽 フルトニウム濃縮缶	②



T.M.S.L.約+64,000

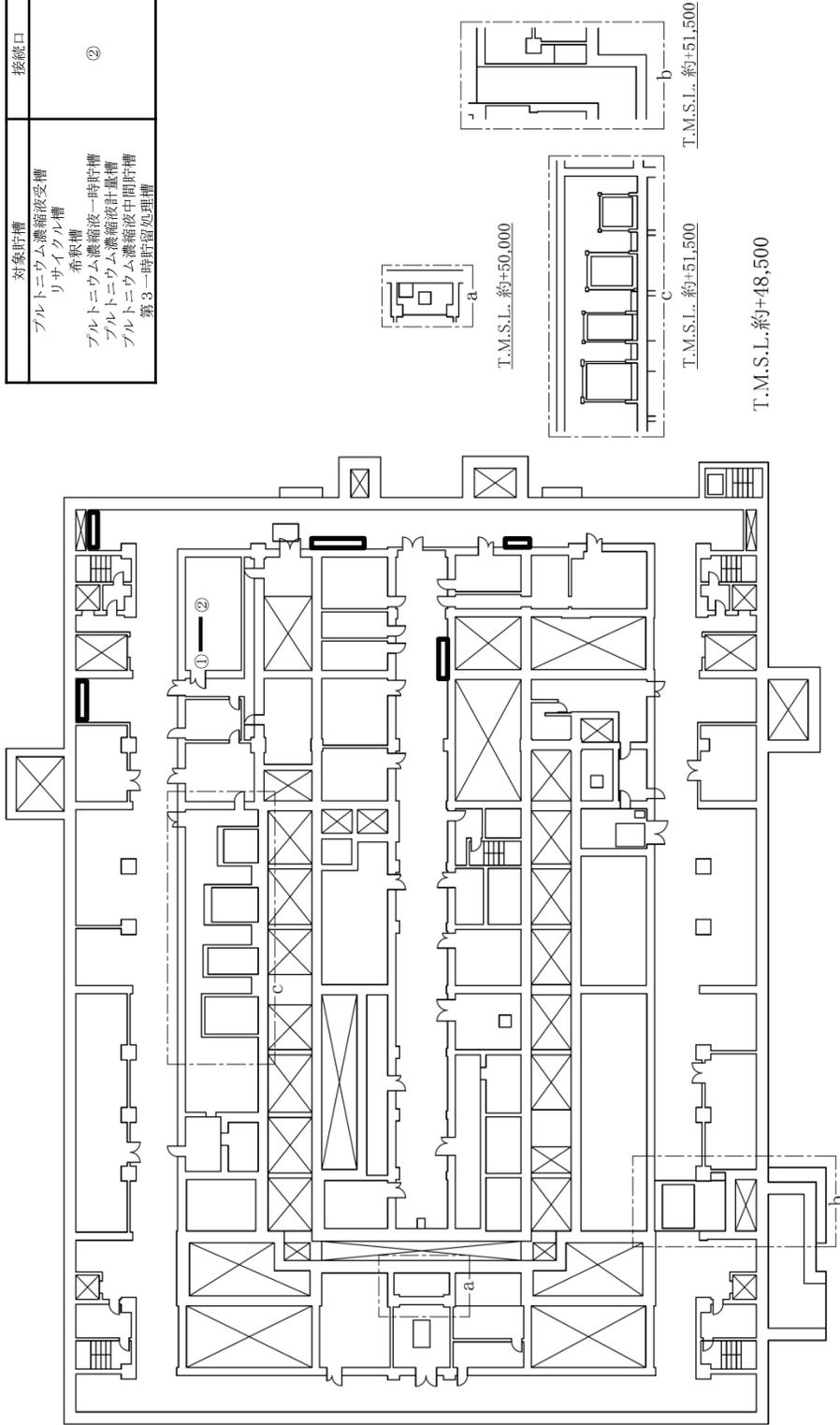
第42図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第1接続口）（南2ルート）（地上3階）



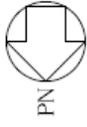
— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対応設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽	②
フルトニウム濃縮液一時貯槽 フルトニウム濃縮液計量槽 フルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	



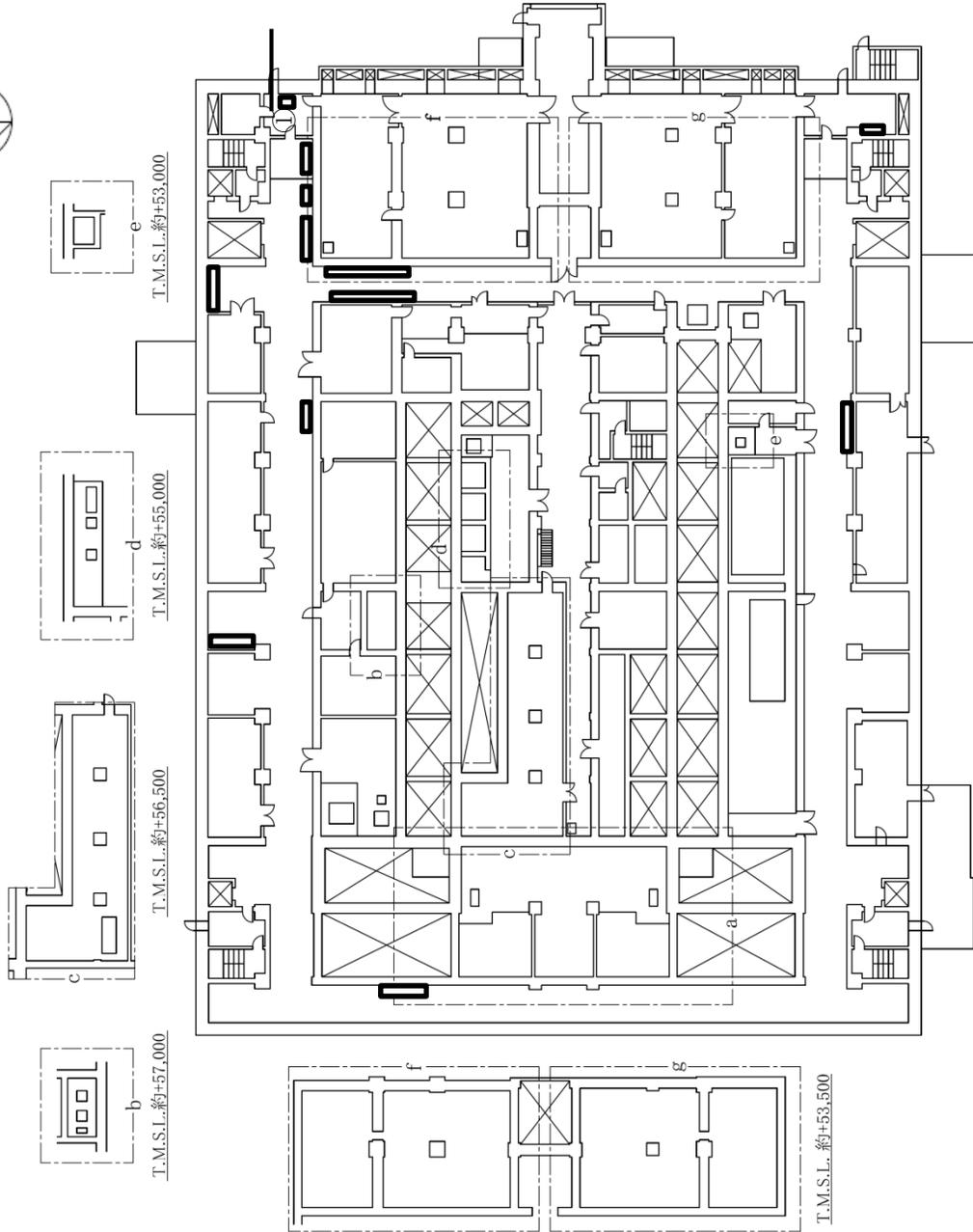
第43図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地下1階）



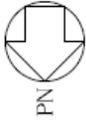
— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所 ①
------	--------



第44図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上1階）

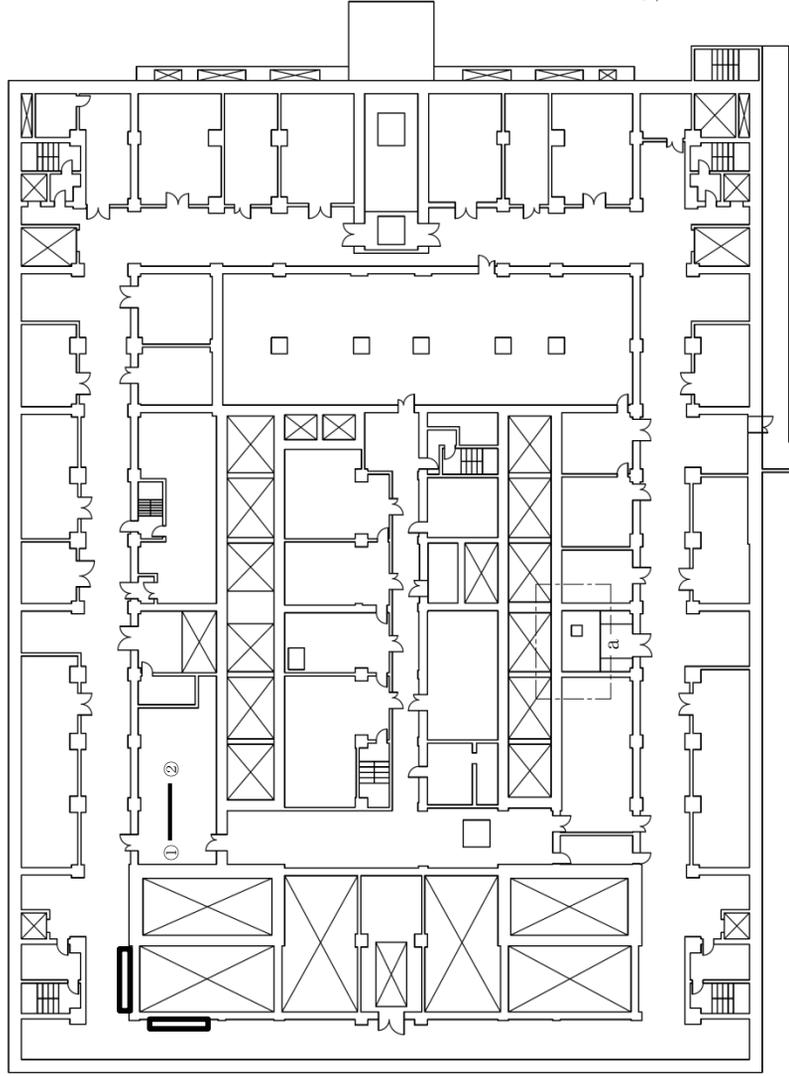


— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

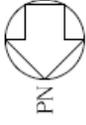
対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液供給槽 フルトニウム溶液受槽 油水分離槽 フルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第1一時貯留処理槽	②



T.M.S.L. 約+60,500

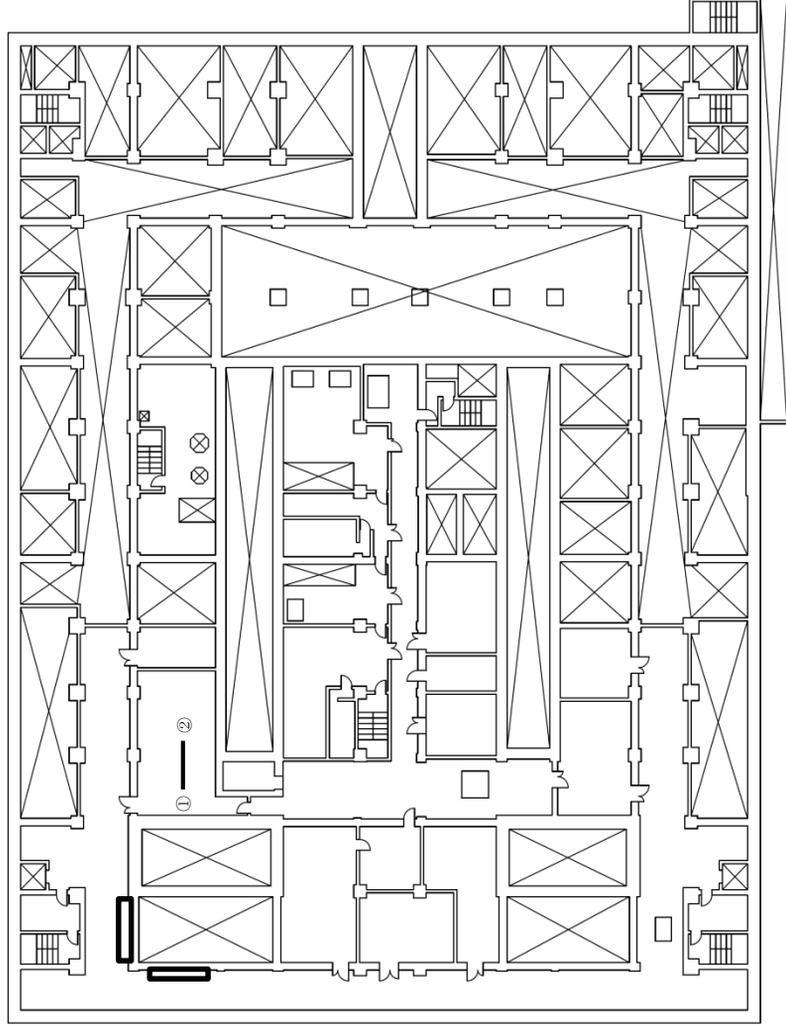
第45図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上2階）



— : 敷設ルート

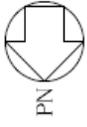
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液一時貯槽 フルトニウム濃縮缶	②



T.M.S.L.約+64,000

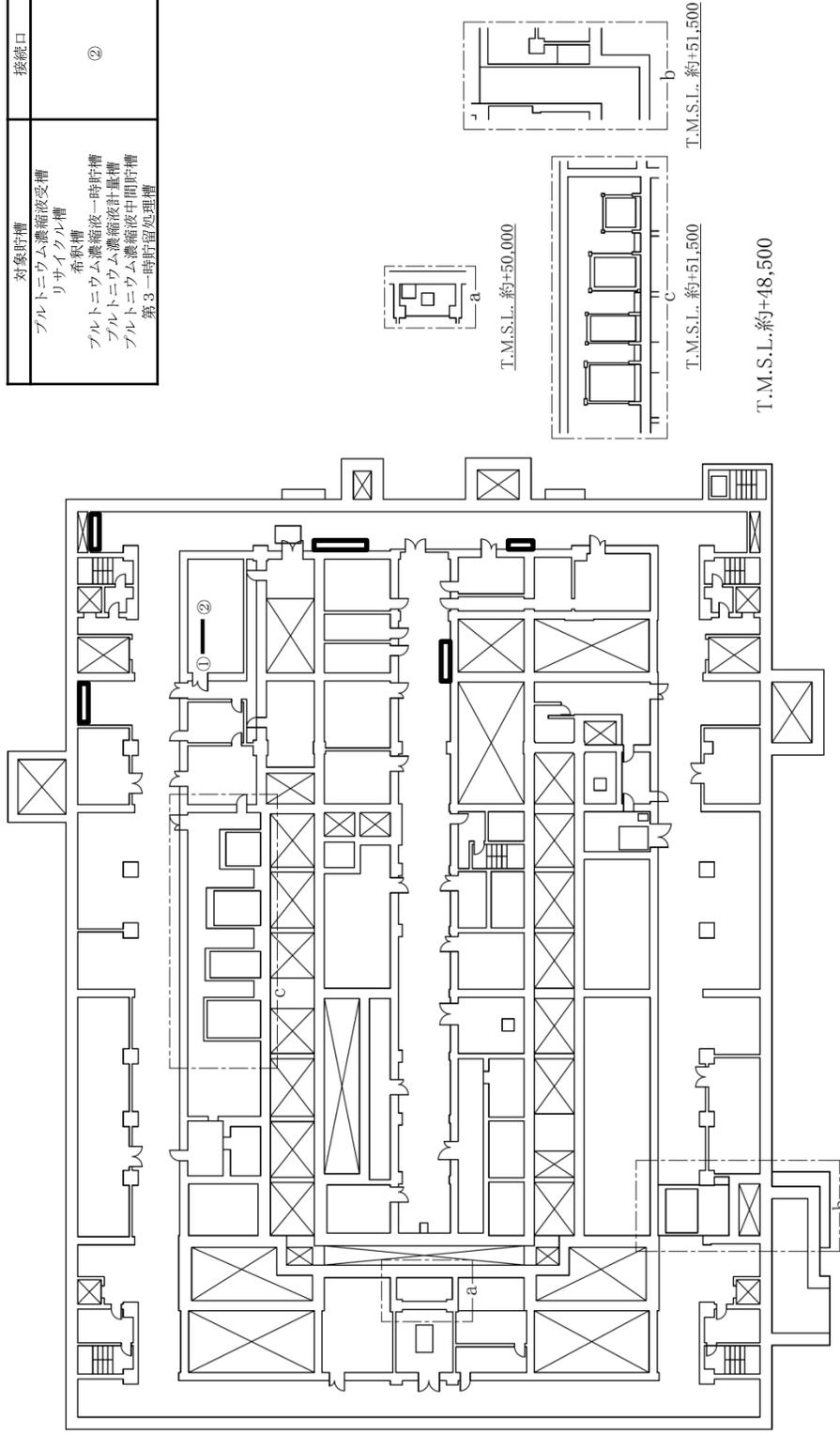
第46図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南1ルート）（地上3階）



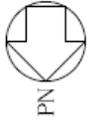
— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
ブルトニウム濃縮液受槽 リサイクル槽 希釈槽	②
ブルトニウム濃縮液一時貯槽	
ブルトニウム濃縮液計量槽	
ブルトニウム濃縮液中間貯槽 第3一時貯留処理槽	



第47図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地下1階）

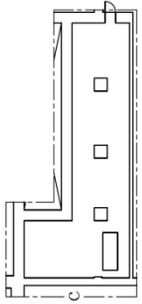


— : 敷設ルート

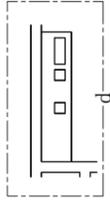
□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所



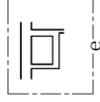
T.M.S.L.L. 約+57,000



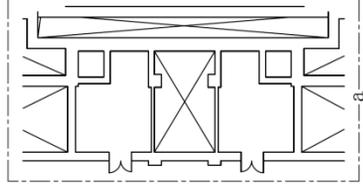
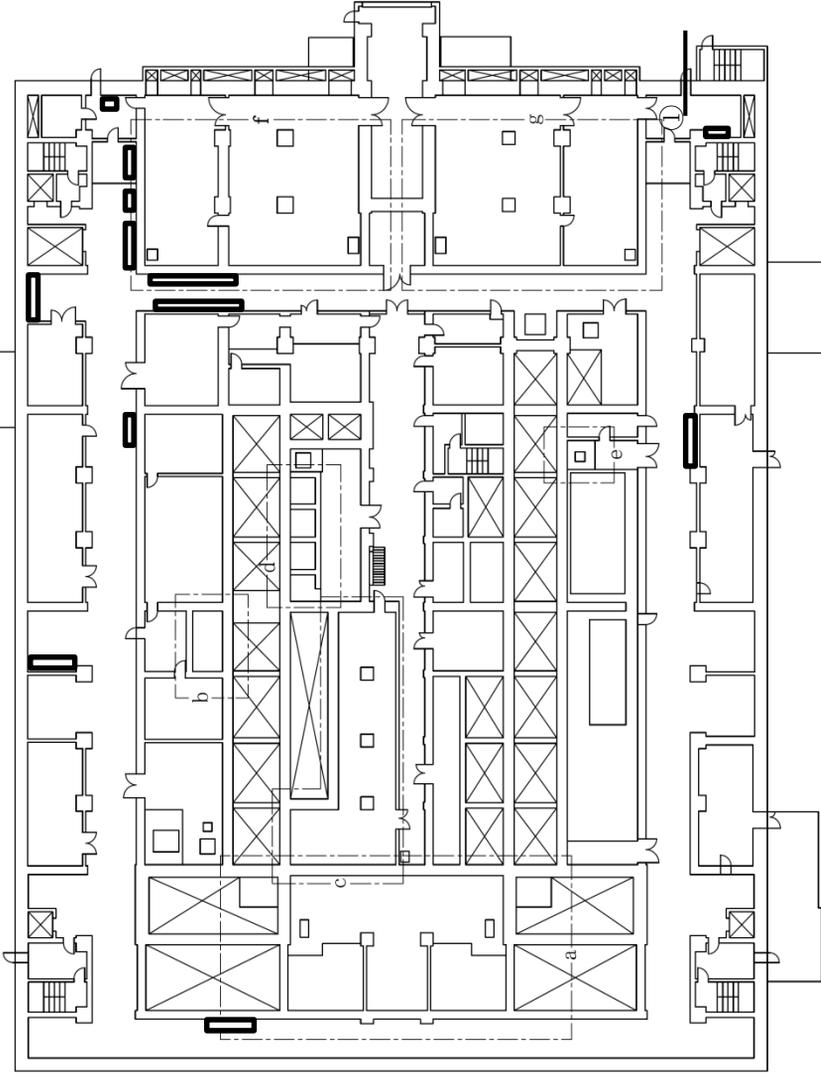
T.M.S.L.L. 約+56,500



T.M.S.L.L. 約+55,000



T.M.S.L.L. 約+53,000

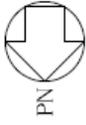


T.M.S.L.L. 約+53,500

T.M.S.L.L. 約+53,500

対象貯槽	接続箇所 ①
------	--------

第48図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（南2接続口）（南2ルート）（地上1階）

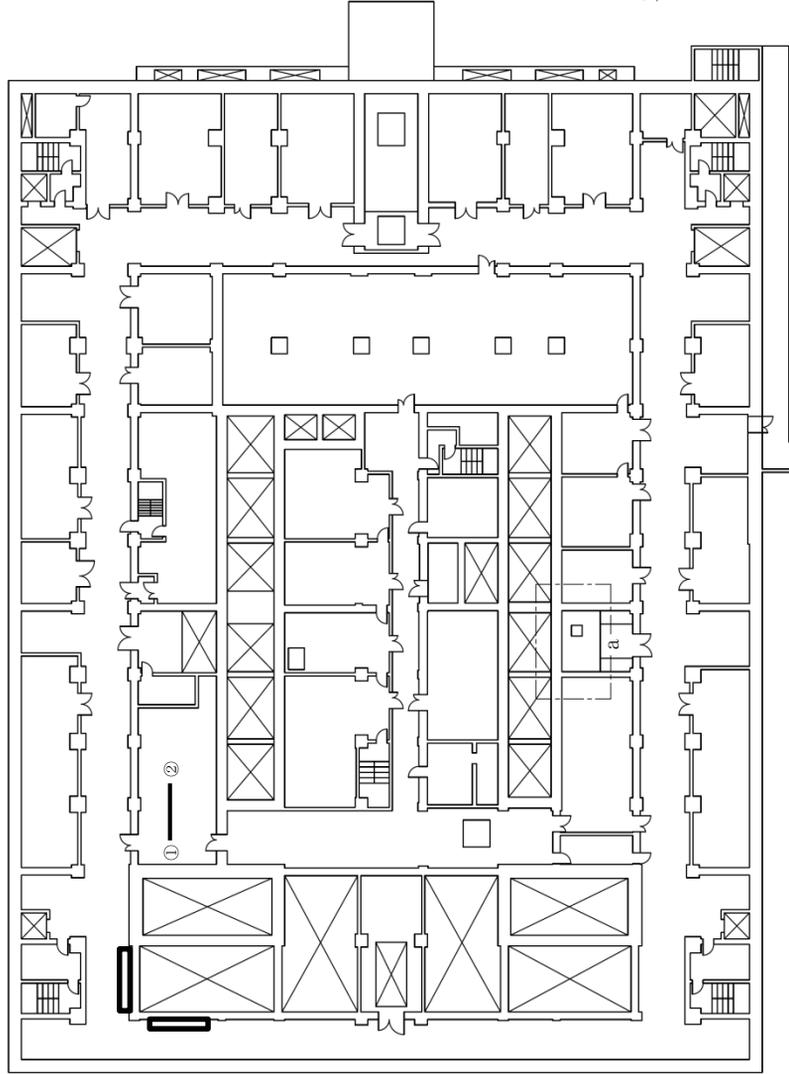


— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

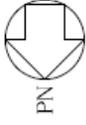
対象貯槽	接続箇所
—	①

対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液供給槽 フルトニウム溶液受槽 油水分離槽 フルトニウム濃縮缶供給槽 第2一時貯留処理槽 第1一時貯留処理槽	②



T.M.S.L. 約+60,500

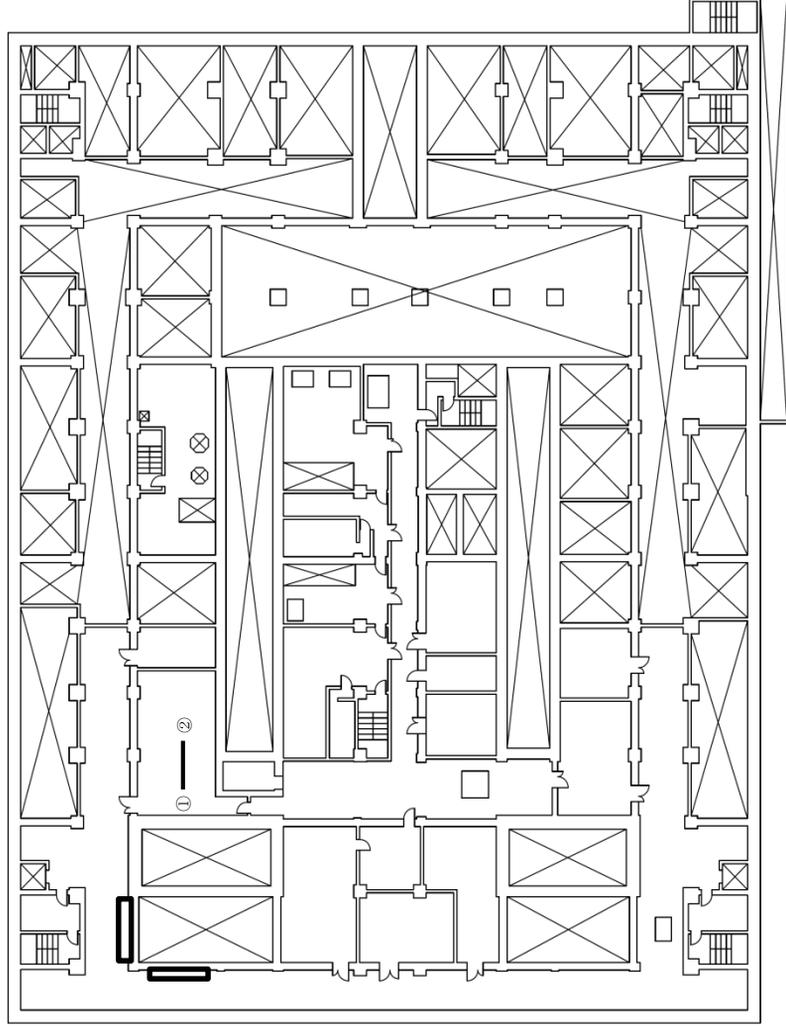
第49図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上2階）



— : 敷設ルート

□ : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

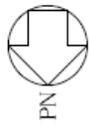
対象貯槽	接続箇所
—	①
対象貯槽	接続口
フルトニウム溶液一時貯槽 フルトニウム濃縮缶	②



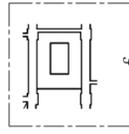
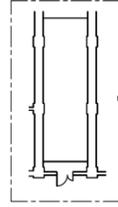
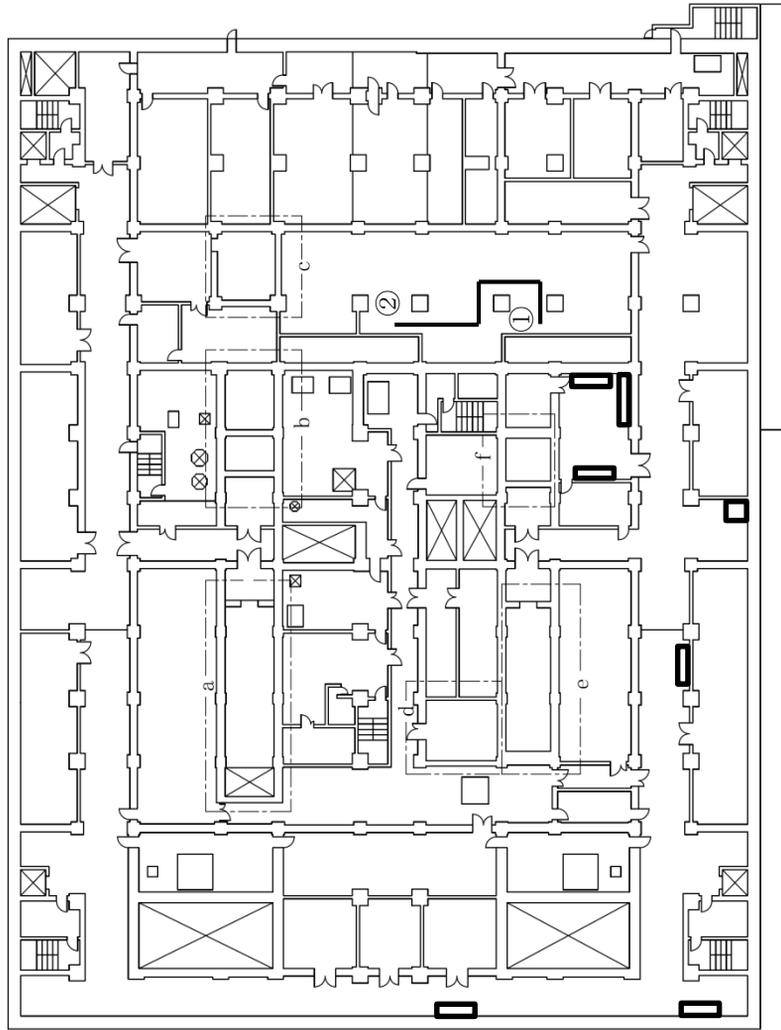
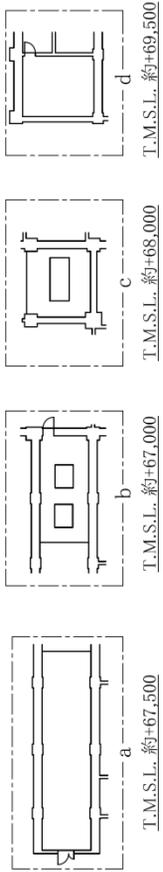
T.M.S.L.約+64,000

第50図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の  
拡大防止対策の建屋内ホース敷設ルート（第2接続口）（南2ルート）（地上3階）

— : 敷設ルート  
 □ : 可搬型重大事故対処設備  
 保管場所



対象機器	接続箇所
—	①及び②



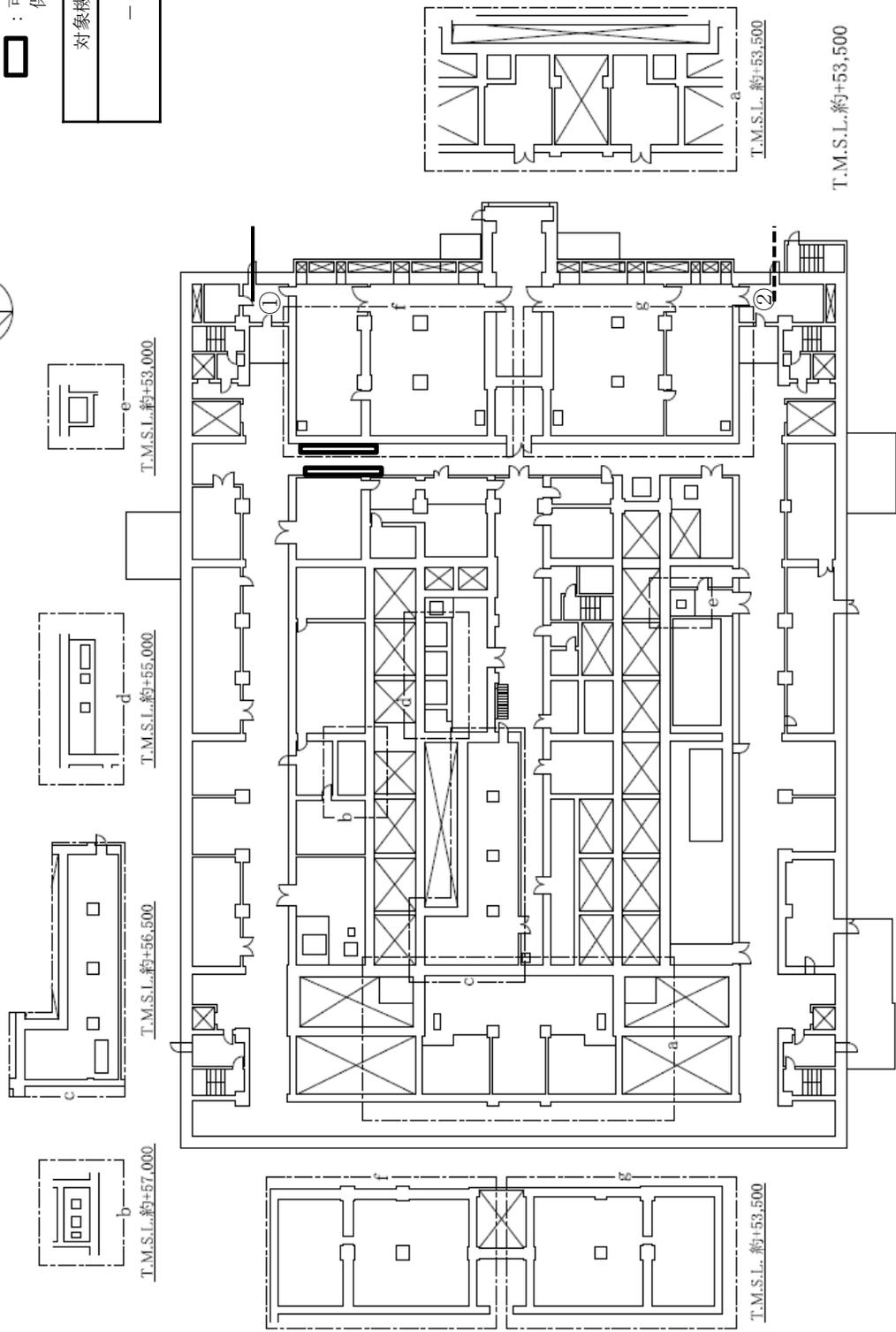
T.M.S.L.L.約+65,500

第51図 「地震発生による全交流動力電源の喪失を伴う精製建屋の水素掃気機能喪失事故」の異常な水準の放出防止対策の可搬型ダクト敷設ルート（南1ルート及び南2ルート）（地上4階）

- : 敷設ルート 南1
- - - : 敷設ルート 南2
- : 可搬型重大事故等対処設備  
保管場所

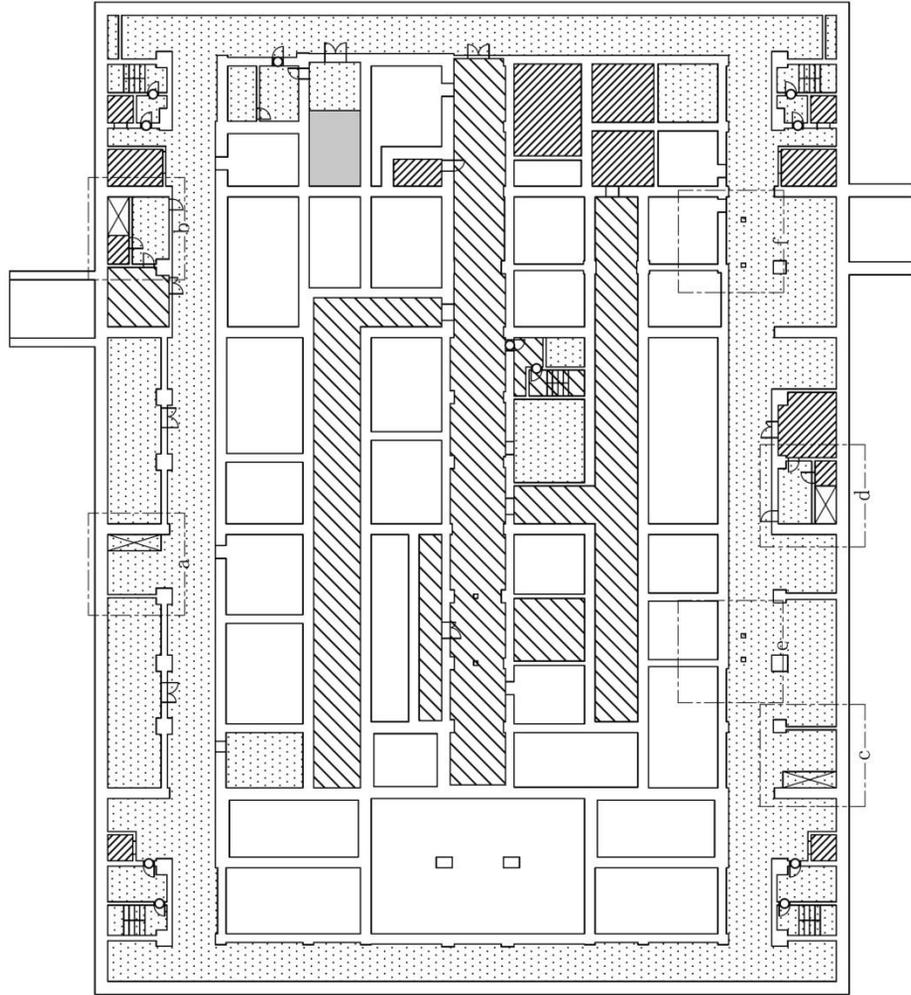
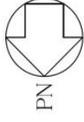


対象機器	接続口
—	①または②



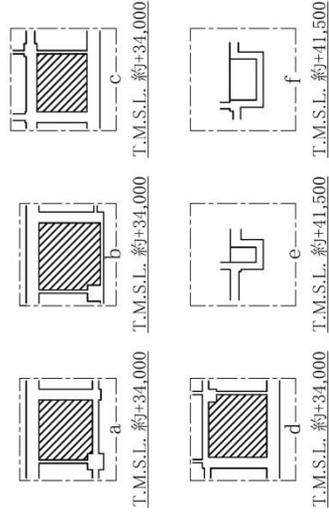
第52図 ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋可搬型発電機からの給電に係る精製建屋内  
可搬型電源ケーブル敷設ルート（第1接続口及び第2接続口）（地上1階）





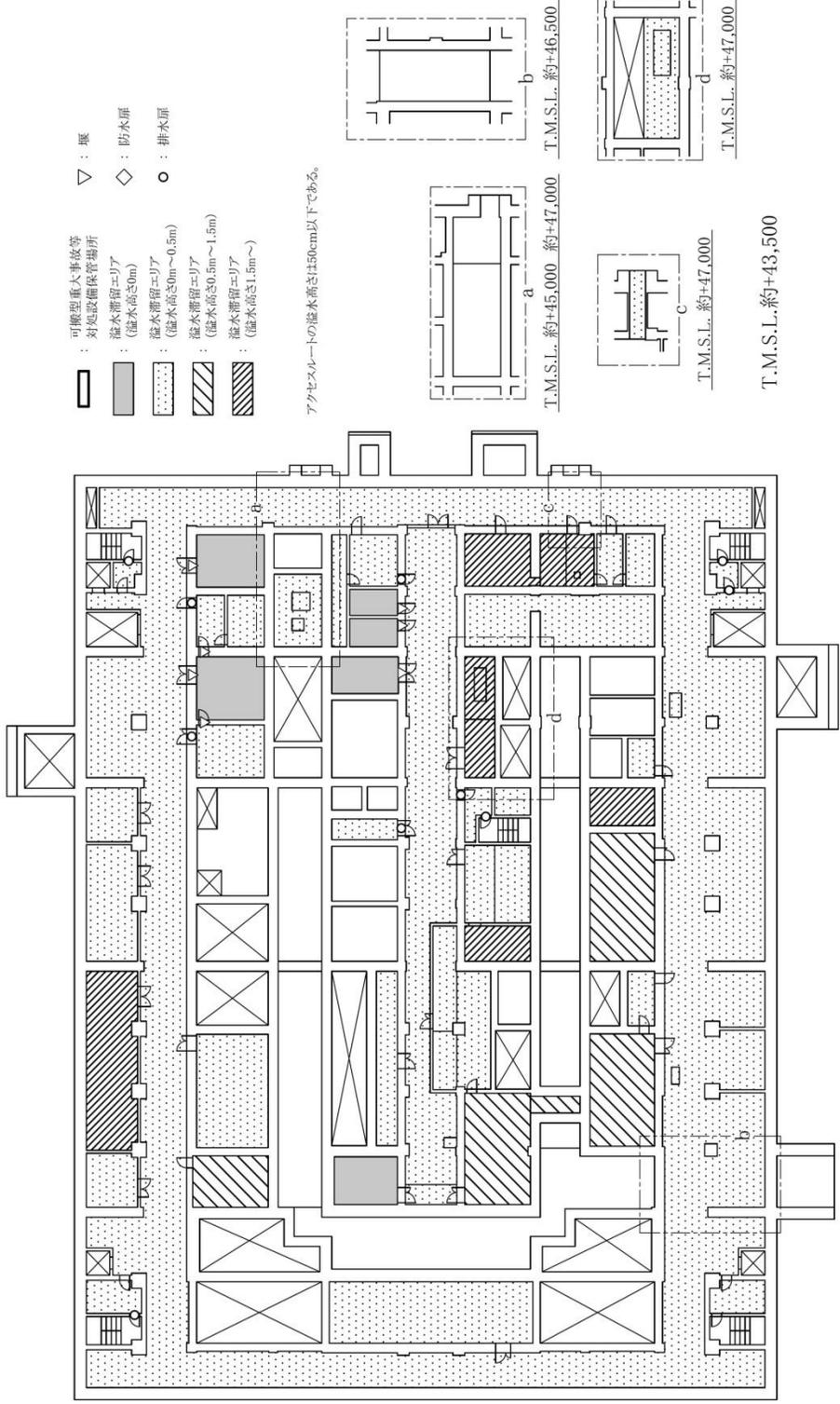
- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- 可搬型重大事故等  
対応設備保管場所
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アクリルシート等の溢水高さは50cm以下である。



T.M.S.L. 約+38,500

第54図 溢水ハザードマップ 精製建屋 (地下3階)



- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- : 可搬型重大事故等  
対処設備保管場所
- : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- ▨ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- ▧ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- ▩ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アクセスレートの溢水高さは50cm以下である。

T.M.S.L. 約+46,500

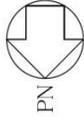
T.M.S.L. 約+47,000

T.M.S.L. 約+45,000 約+47,000

T.M.S.L. 約+47,000

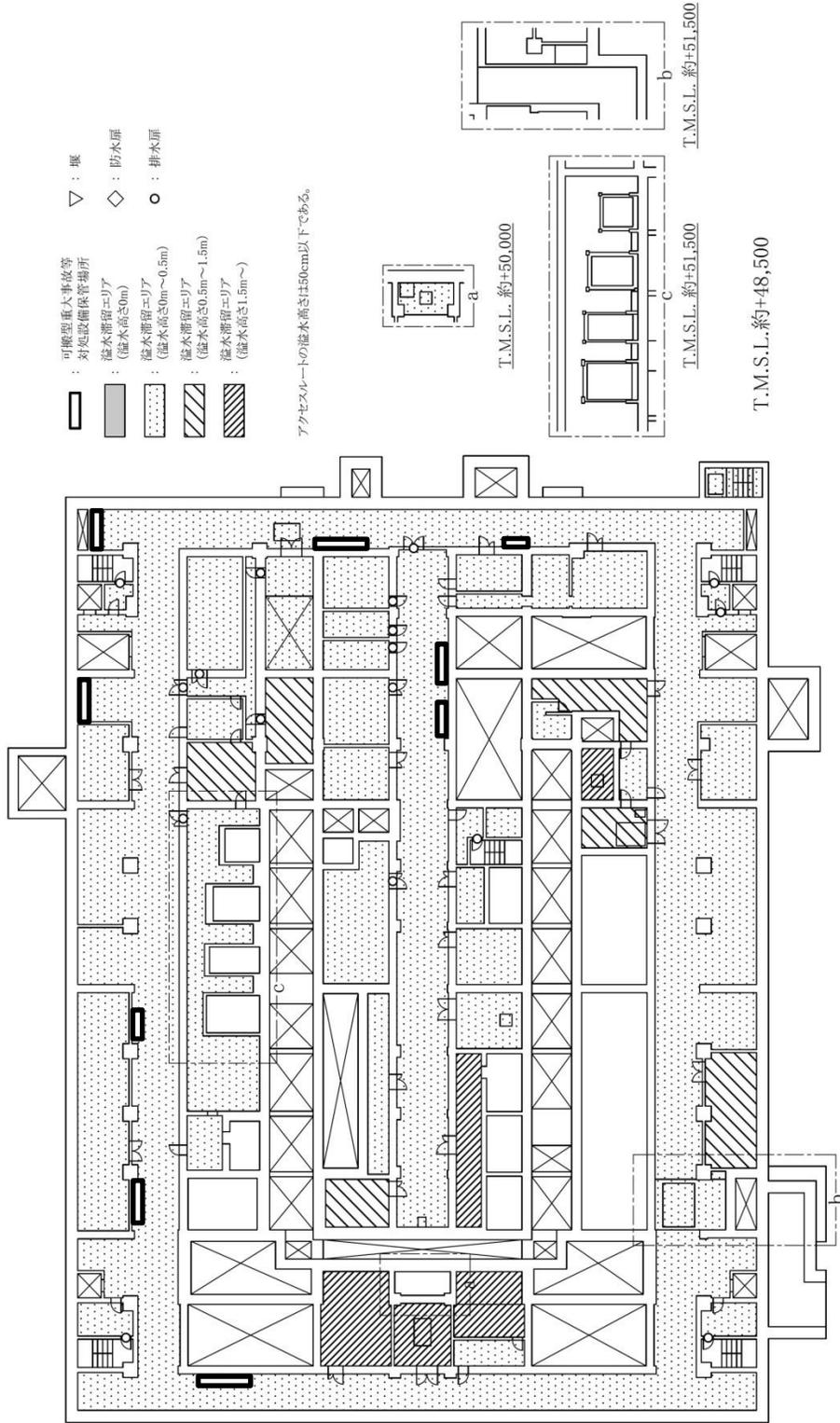
T.M.S.L. 約+43,500

第55図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地下2階）

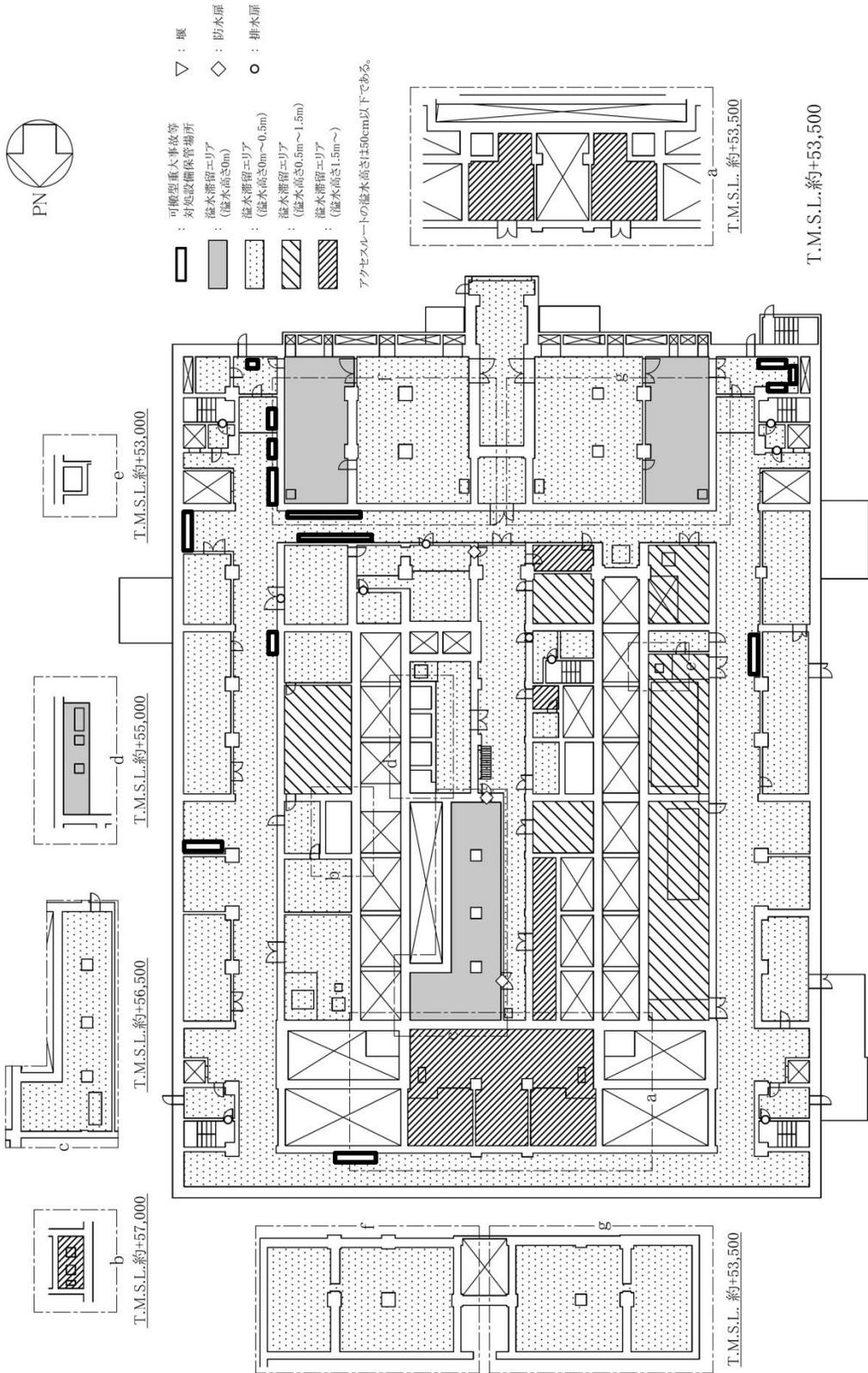


- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- 可搬型重大事故等  
対応設備保管場所
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アケレスルートの溢水高さは50cm以下である。



第56図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地下1階）

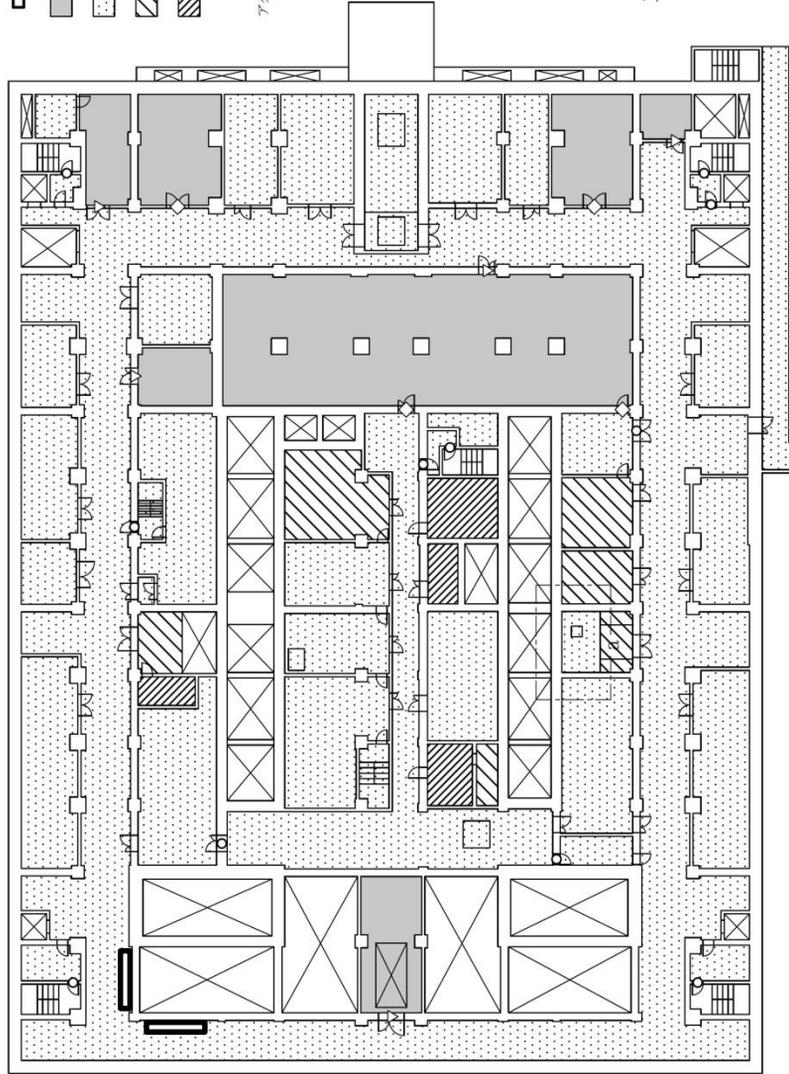


第57図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- 可搬型重大事故等  
対応設備稼働場所
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

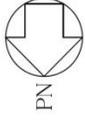
アケレスルートの溢水高さは50cm以下である。



T.M.S.L. 約+60,000

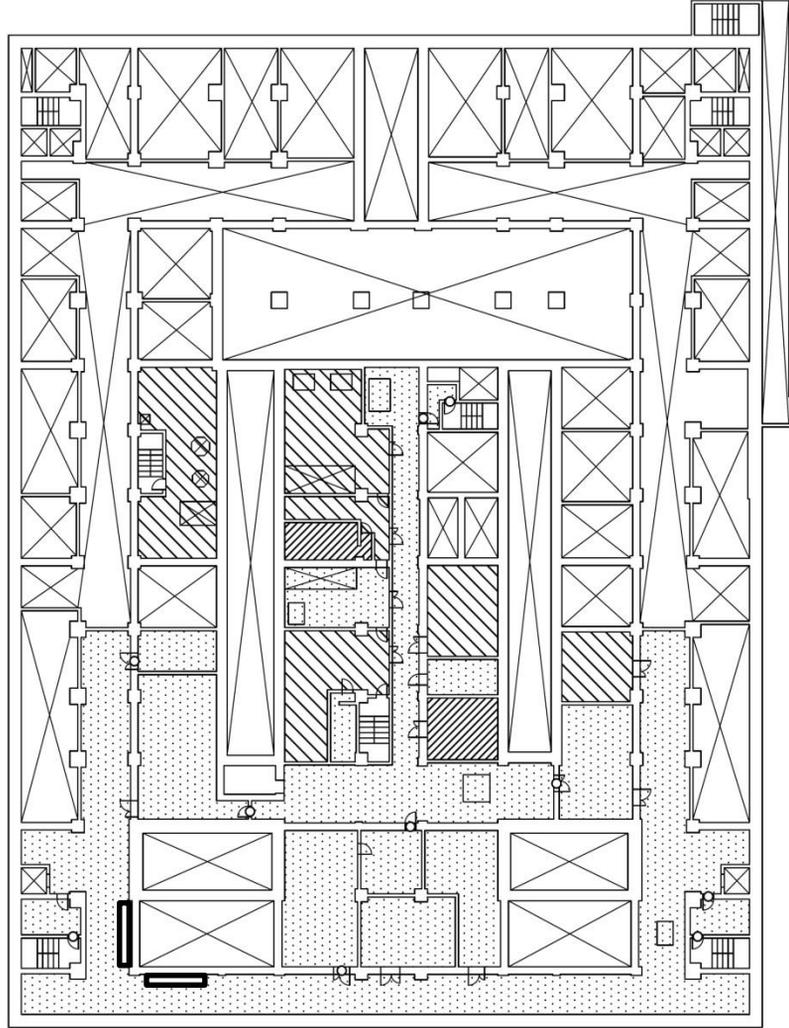
T.M.S.L. 約+60,500

第58図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上2階）



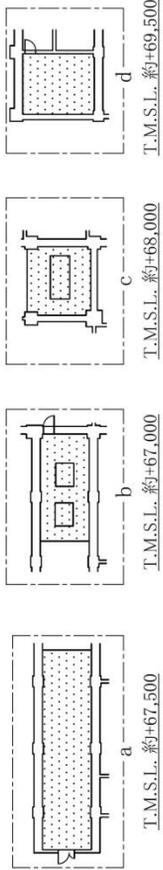
- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- : 可搬型重大事故等  
対応設備保管場所
- : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- ▨ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- ▧ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- ▩ : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アケレスルートの溢水高さは50cm以下である。



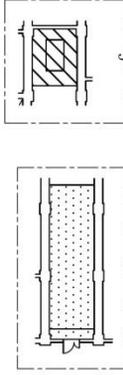
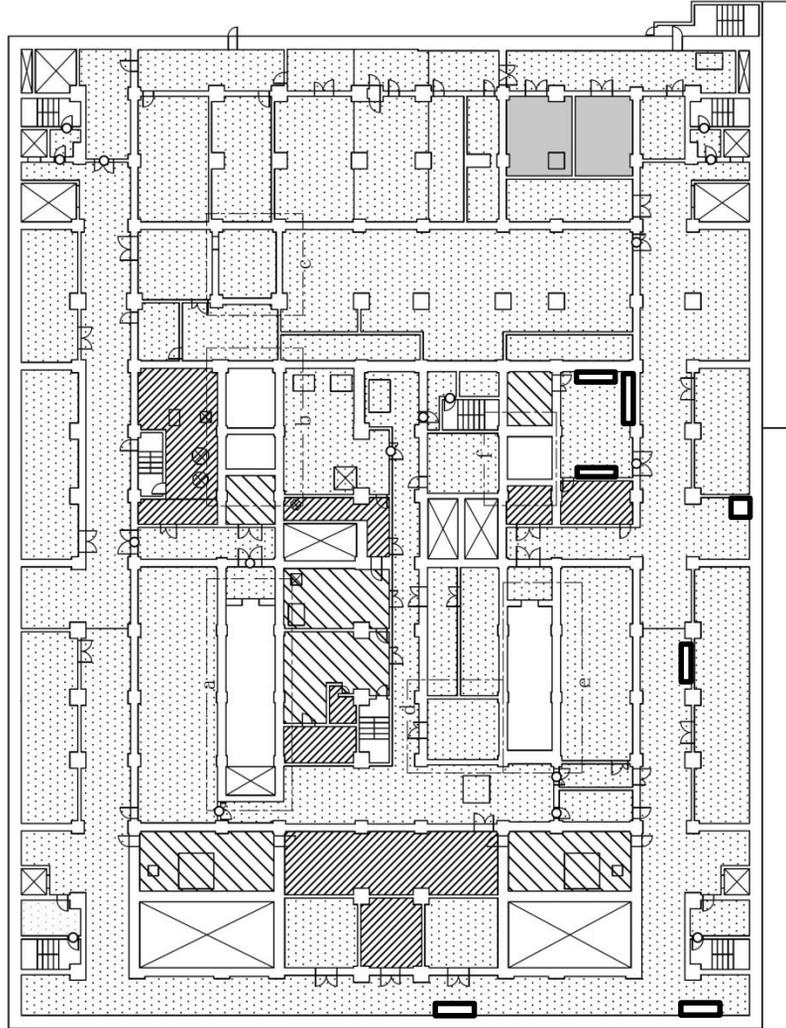
T.M.S.L.約+64,000

第59図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上3階）



- ▽ : 堰
- ◇ : 防水層
- : 排水層
- 可搬型重大事故等  
対処設備保管場所
- 溢水潜留エリア  
(溢水高さ0m)
- 溢水潜留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- 溢水潜留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- 溢水潜留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アケスルーの溢水高さは50cm以下である。



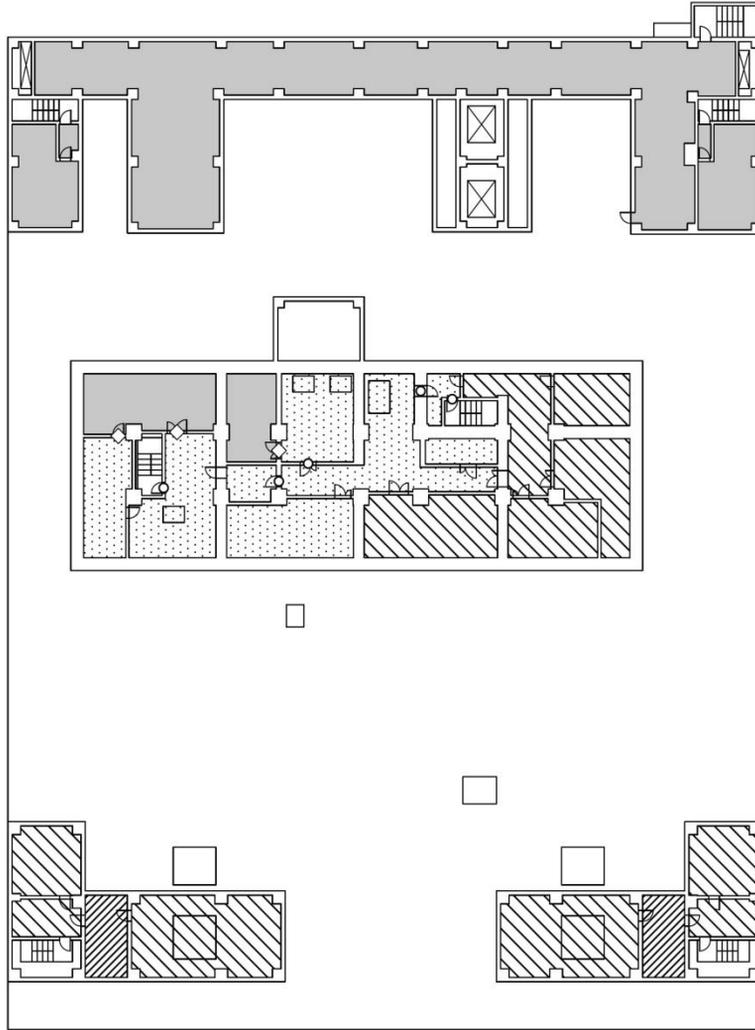
T.M.S.L. 約+65,500

第60図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



- ▽ : 扉
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- 可搬型重大事故等  
対処設備設置場所
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

アタセスルートの溢水高さは50cm以下である。



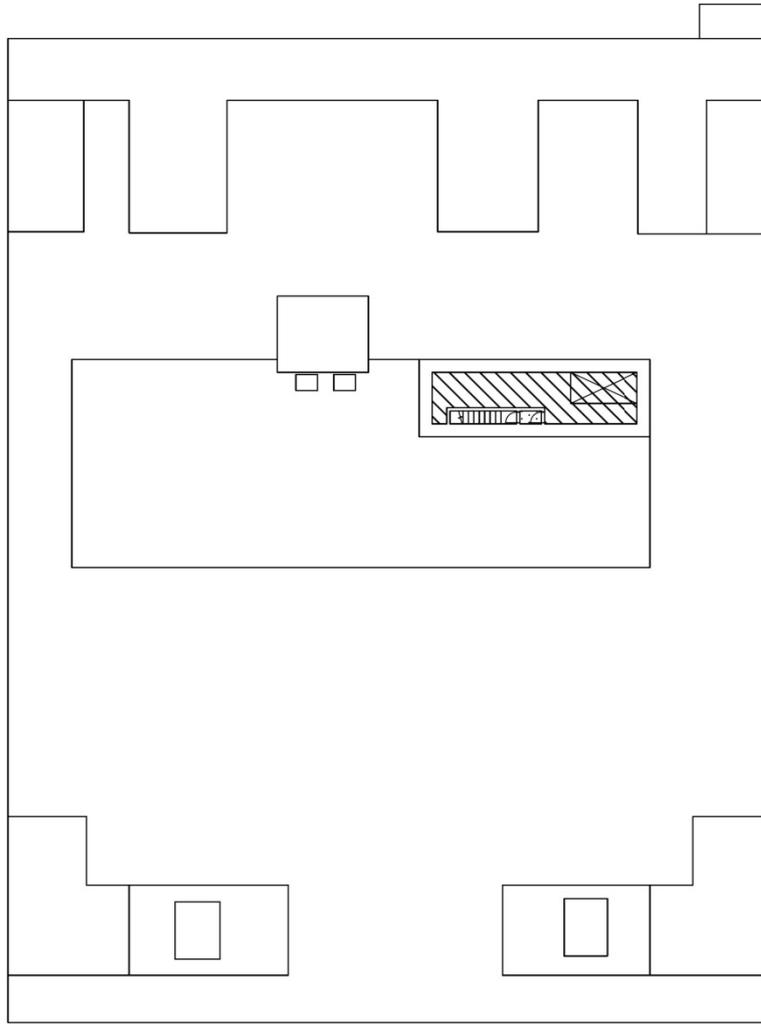
T.M.S.L.約+73,500

第61図 溢水ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



- ▽ : 堰
- ◇ : 防水扉
- : 排水扉
- : 可搬型重大事故等  
対処設備保管場所
- (点線) : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m)
- (斜線) : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0m~0.5m)
- (縦線) : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ0.5m~1.5m)
- (横線) : 溢水滞留エリア  
(溢水高さ1.5m~)

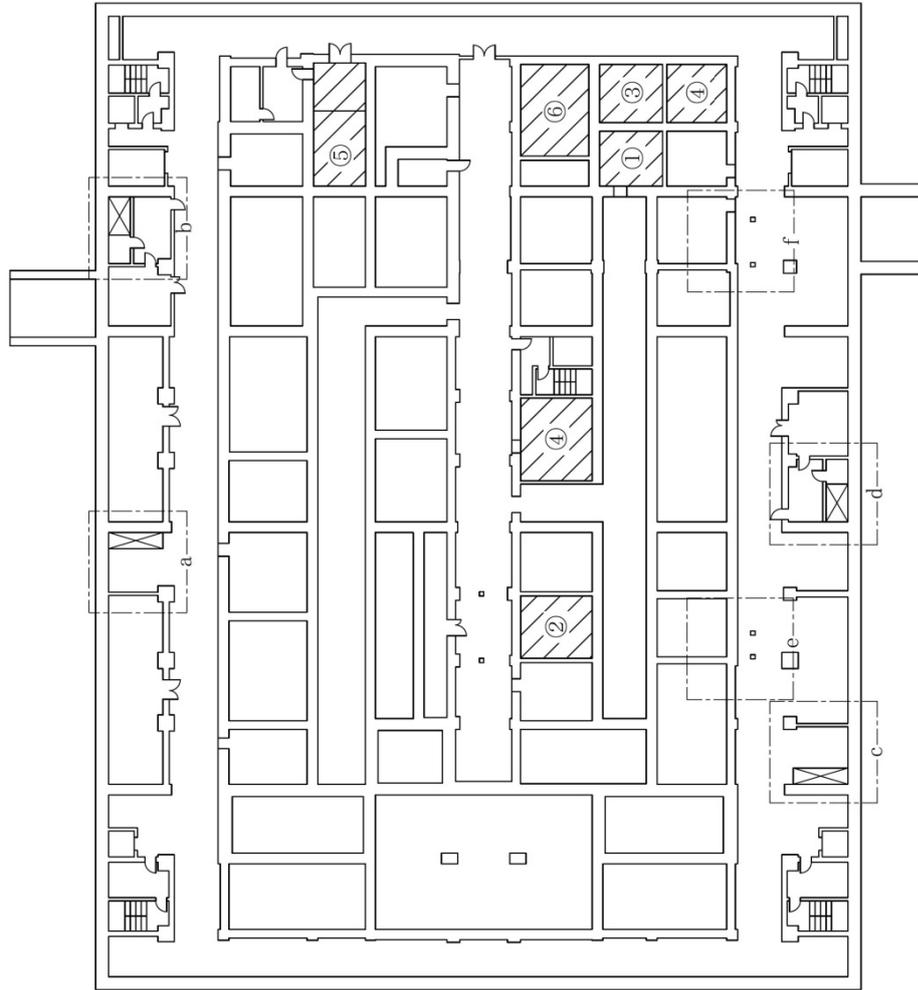
アケスレートの溢水高さは50cm以下である。



T.M.S.L.約+79,000

第62図 溢水ハザードマップ 精製建屋（屋上階）

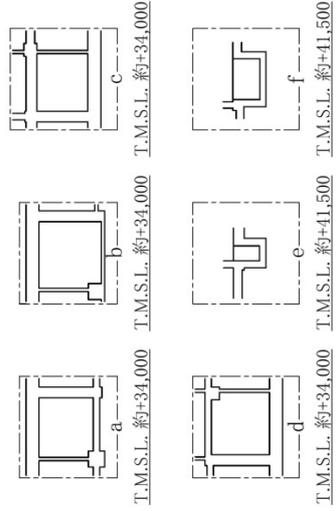
補8-21-62



- : 可搬型重大事故等対応処置設備保管場所
- : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン
②	硝酸ケマニル
③	硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ケマニル
④	りん酸三ブチル n-ドデカン
⑤	硝酸フルトニウム
⑥	硝酸 硝酸ケマニル

アケセルート上にある化学薬品漏えい源は、基亜地  
震動による地震力に対して耐震性を確保する。



T.M.S.L. 約+38,500

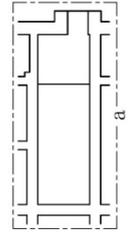
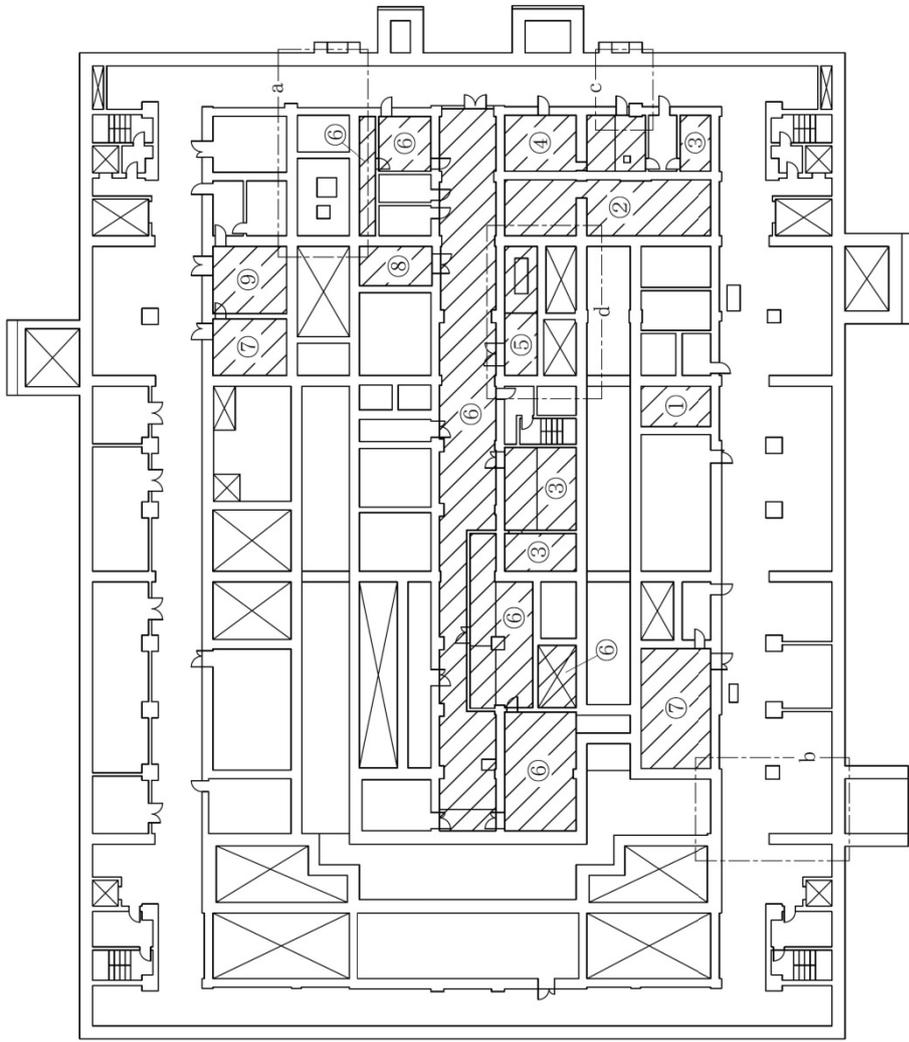
第63図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下3階）



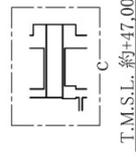
- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
- : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類	番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドラン ウラナス	④	硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル
②	硝酸 りん酸三ブチル n-ブチル 硝酸ウラニル	⑤	硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル
③	硝酸 りん酸三ブチル n-ブチル	⑥	硝酸 硝酸アルミニウム 硝酸
		⑦	硝酸 硝酸アルミニウム 硝酸
		⑧	硝酸 硝酸アルミニウム 硝酸
		⑨	硝酸 硝酸アルミニウム 硝酸

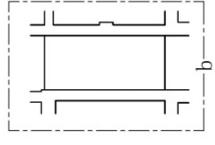
アタセスル-トにある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。



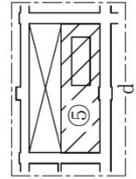
T.M.S.L.L. 約+47,000 約+47,000



T.M.S.L.L. 約+47,000



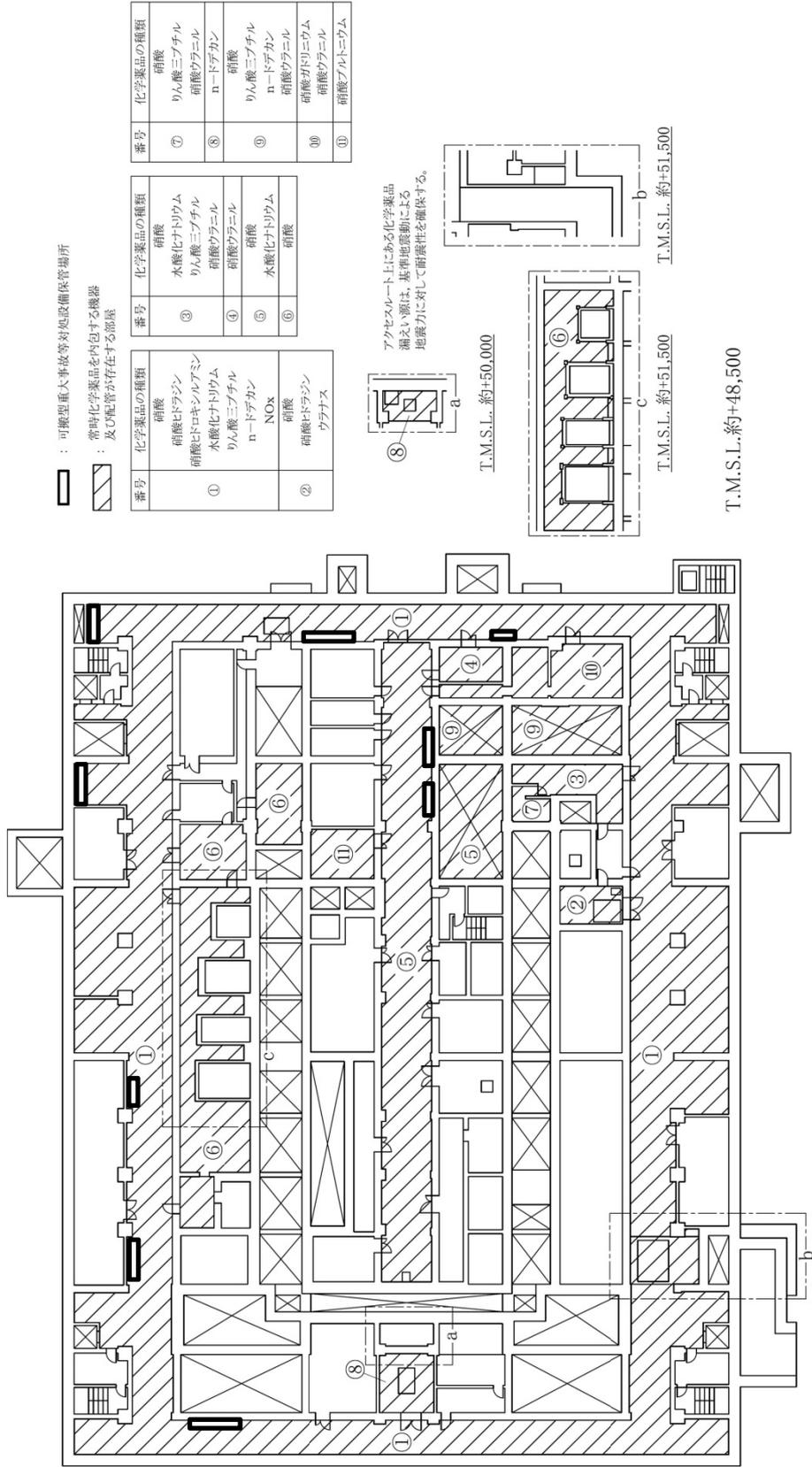
T.M.S.L.L. 約+46,500



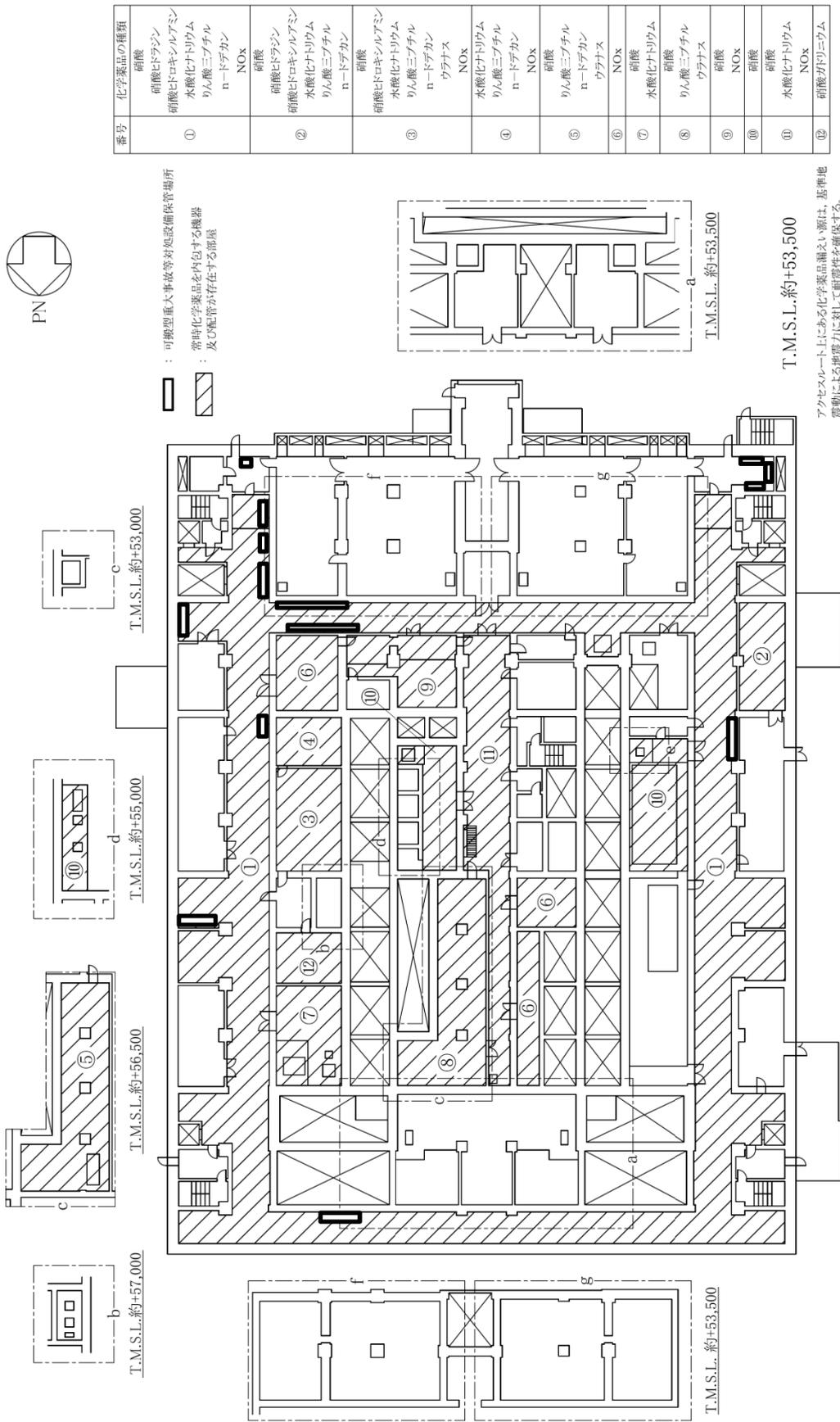
T.M.S.L.L. 約+47,000

T.M.S.L.L. 約+43,500

第64図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下2階）



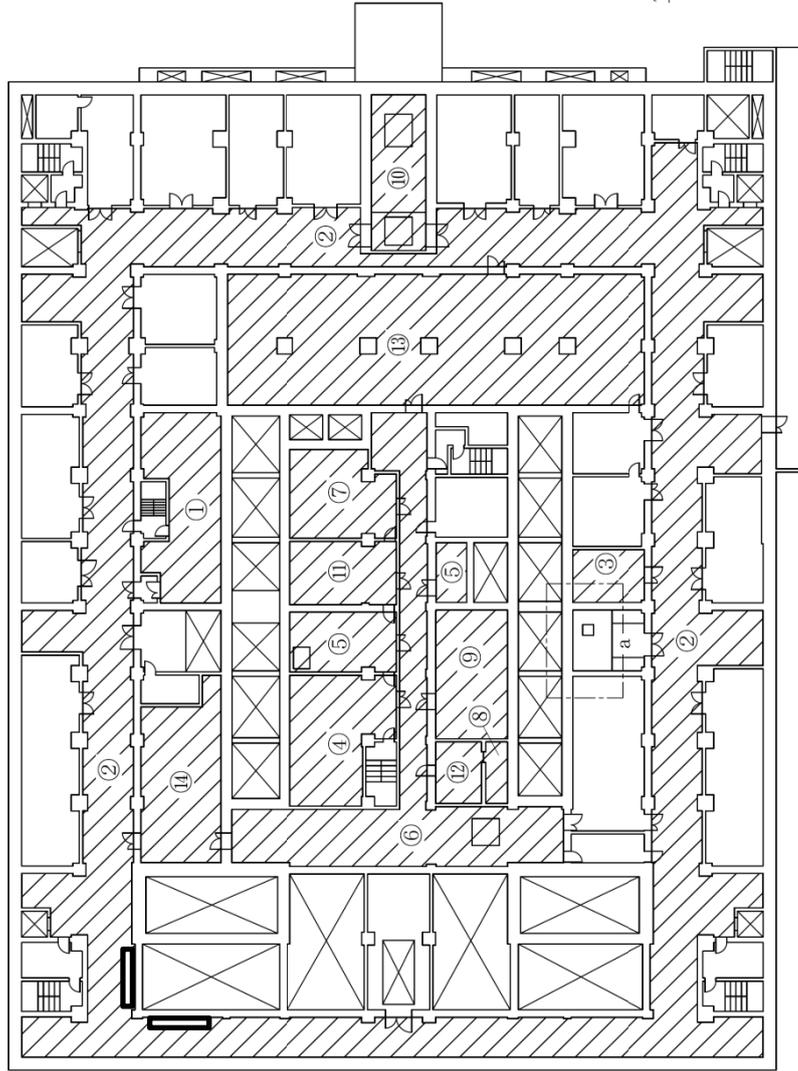
第65図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地下1階）



第66図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



□ : 可搬型重大事故等対処設備保管場所  
 ▨ : 常時化学薬品を内包する機器  
 ▩ : 及び配管が存在する部屋



番号	化学薬品の種類	番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドラジン 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン	⑤	硝酸 りん酸三ブチル n-ドデカン
②	NOx 硝酸 硝酸ヒドラジン 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム	⑥	硝酸 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル ウラナス
③	NOx 硝酸 硝酸ヒドラジン 硝酸ヒドロキシルアミン 硝酸ガドリニウム 硝酸ヒドラルアミン 水酸化ナトリウム	⑦	NOx 硝酸 りん酸三ブチル
④	硝酸 りん酸三ブチル n-ドデカン ウラナス	⑧	硝酸 りん酸三ブチル
		⑨	硝酸 りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸ウラニル ウラナス
		⑩	硝酸ヒドラルアミン 水酸化ナトリウム
		⑪	硝酸 水酸化ナトリウム
		⑫	ウラナス
		⑬	NOx
		⑭	水酸化ナトリウム
		⑮	硝酸ガドリニウム

アクセルコート上にある化学薬品  
 補えいり源は、基準地震動による  
 地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L. 約+60,000

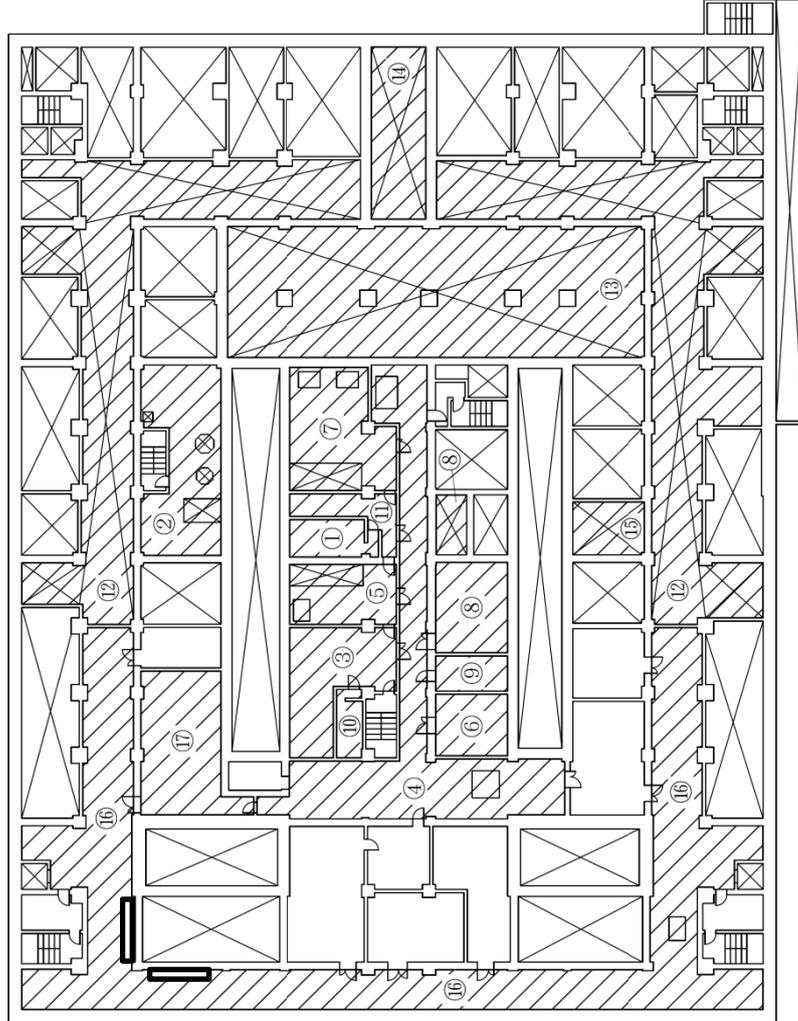
T.M.S.L. 約+60,500

第67図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上2階）



□ : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

▨ : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋



番号	化学薬品の種類
⑭	硝酸ヒドランジ 水酸化ナトリウム
⑮	硝酸ヒドランジ 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム
⑯	硝酸 水酸化ナトリウム

番号	化学薬品の種類
⑤	硝酸 りん酸三ブチル n-ドデカン ウラナス
⑥	りん酸三ブチル 硝酸
⑦	水酸化ナトリウム 硝酸
⑧	りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸
⑨	りん酸三ブチル 硝酸ウラニル ウラナス
⑩	硝酸ウラニル ウラナス
⑪	硝酸 硝酸ウラニル
⑫	硝酸 硝酸ヒドランジ 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム NOx
⑬	硝酸ガドリニウム 水酸化ナトリウム

番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドランジ 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸ウラニル ウラナス
②	硝酸 硝酸ヒドランジ 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン NOx
③	硝酸 硝酸ヒドランジ 硝酸ウラニル ウラナス
④	硝酸 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸ウラニル ウラナス NOx

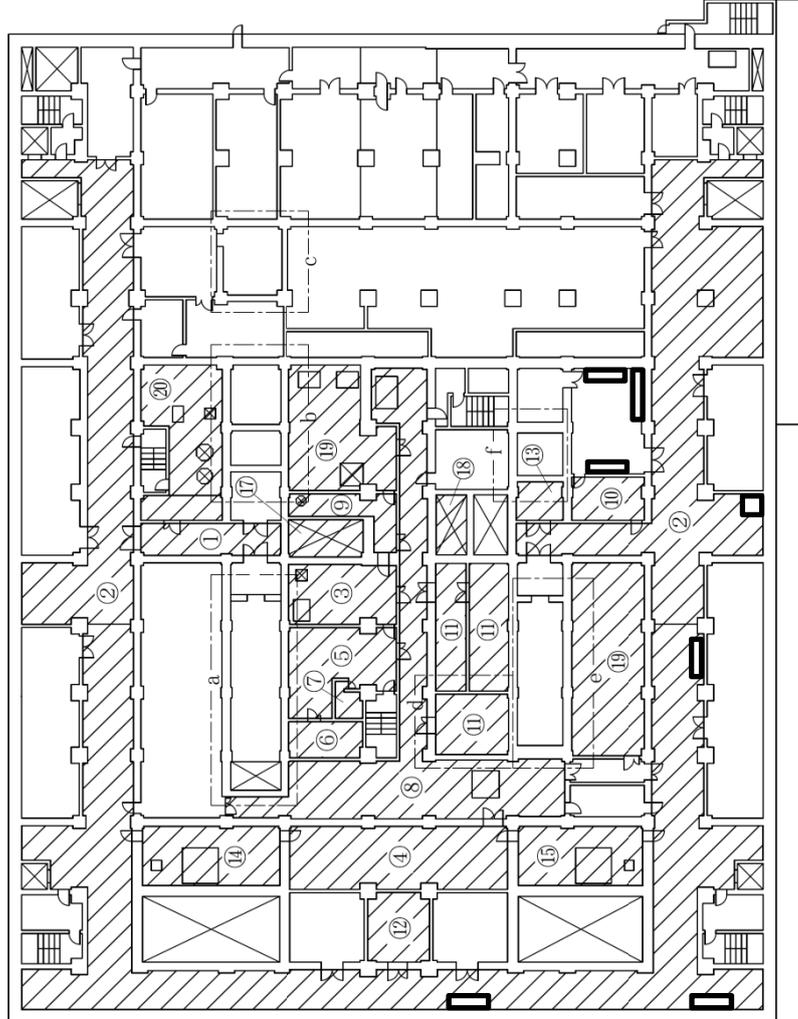
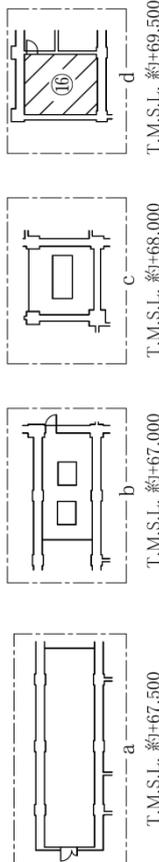
アケスルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L.約+64,000

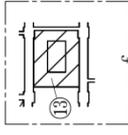
第68図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上3階）



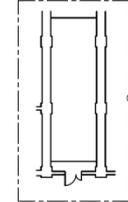
: 可搬型重大事故等対応設備保管場所  
 : 常時化学薬品を内蔵する機器及び配管が存在する部屋



番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル 硝酸ウラニル
②	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム NOx
③	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン
④	硝酸 NOx
⑤	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル ウラナス
⑥	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム ウラナス
⑦	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 硝酸ウラニル
⑧	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル 硝酸ウラニル ウラナス NOx
⑨	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル ウラナス
⑩	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸ウラニル ウラナス
⑪	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン
⑫	NOx
⑬	硝酸 水酸化ナトリウム
⑭	硝酸
⑮	硝酸 n-ドデカン
⑯	硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル ウラナス
⑰	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン 硝酸ウラニル ウラナス
⑱	硝酸 りん酸三ブチル n-ドデカン
⑳	硝酸 水酸化ナトリウム 硝酸ウラニル ウラナス
㉑	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-ドデカン NOx



T.M.S.L. 約+67,000



T.M.S.L. 約+67,500

アラセスレート上にある化学薬品箱はいずれも、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L. 約+65,500

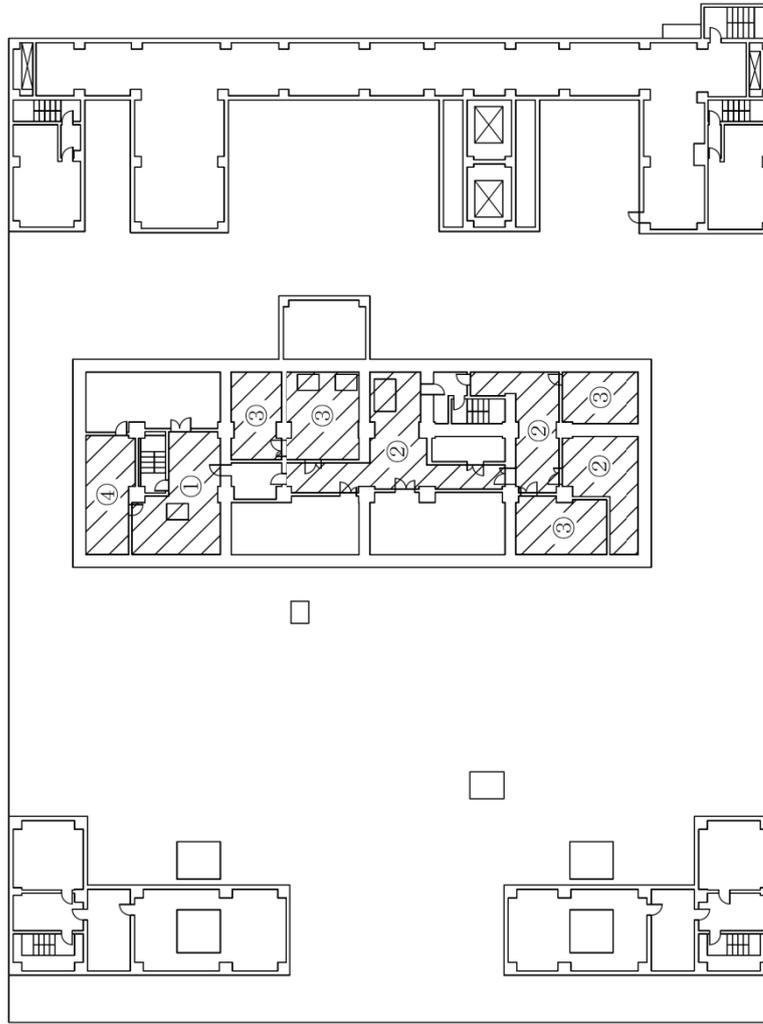
第69図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



- : 可搬型重大事故等対処設備保管場所
- ▨ : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドランジ 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-トデカン
②	硝酸 硝酸ヒドロキシアルアミン 水酸化ナトリウム
③	硝酸 水酸化ナトリウム りん酸三ブチル n-トデカン
④	

アグセムルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。



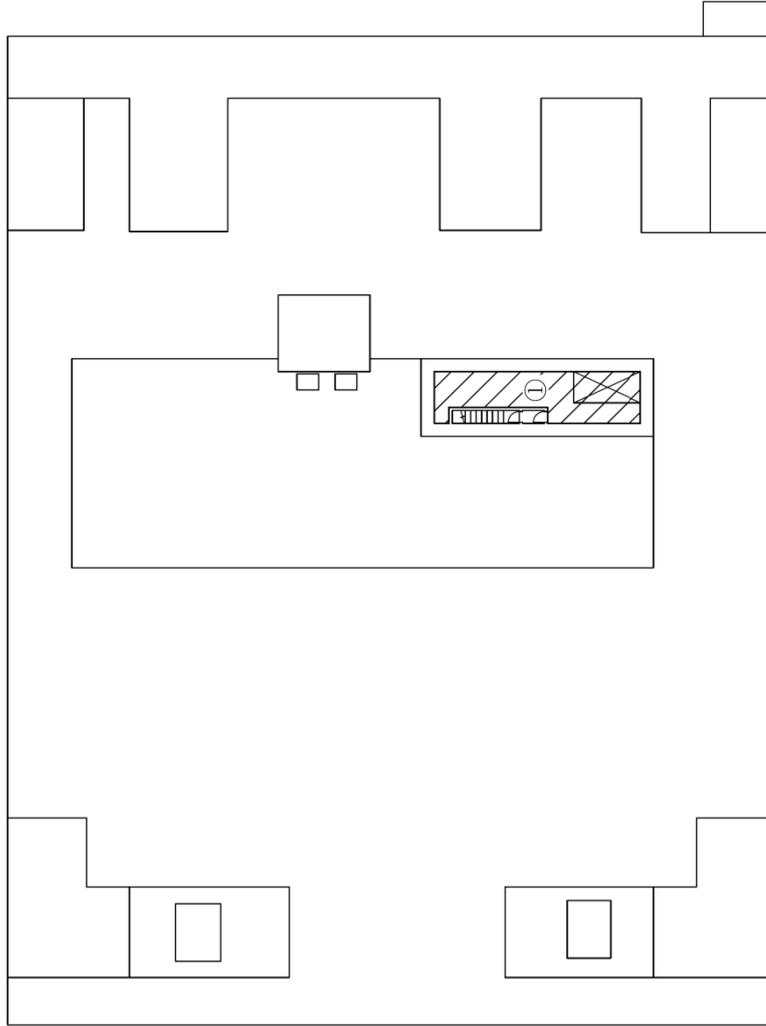
T.M.S.L.約+73,500

第70図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（地上5階）



-  : 可搬型重大事故等対応設備保管場所
-  : 常時化学薬品を内包する機器及び配管が存在する部屋

番号	化学薬品の種類
①	硝酸 硝酸ヒドロキシルアミン 水酸化ナトリウム

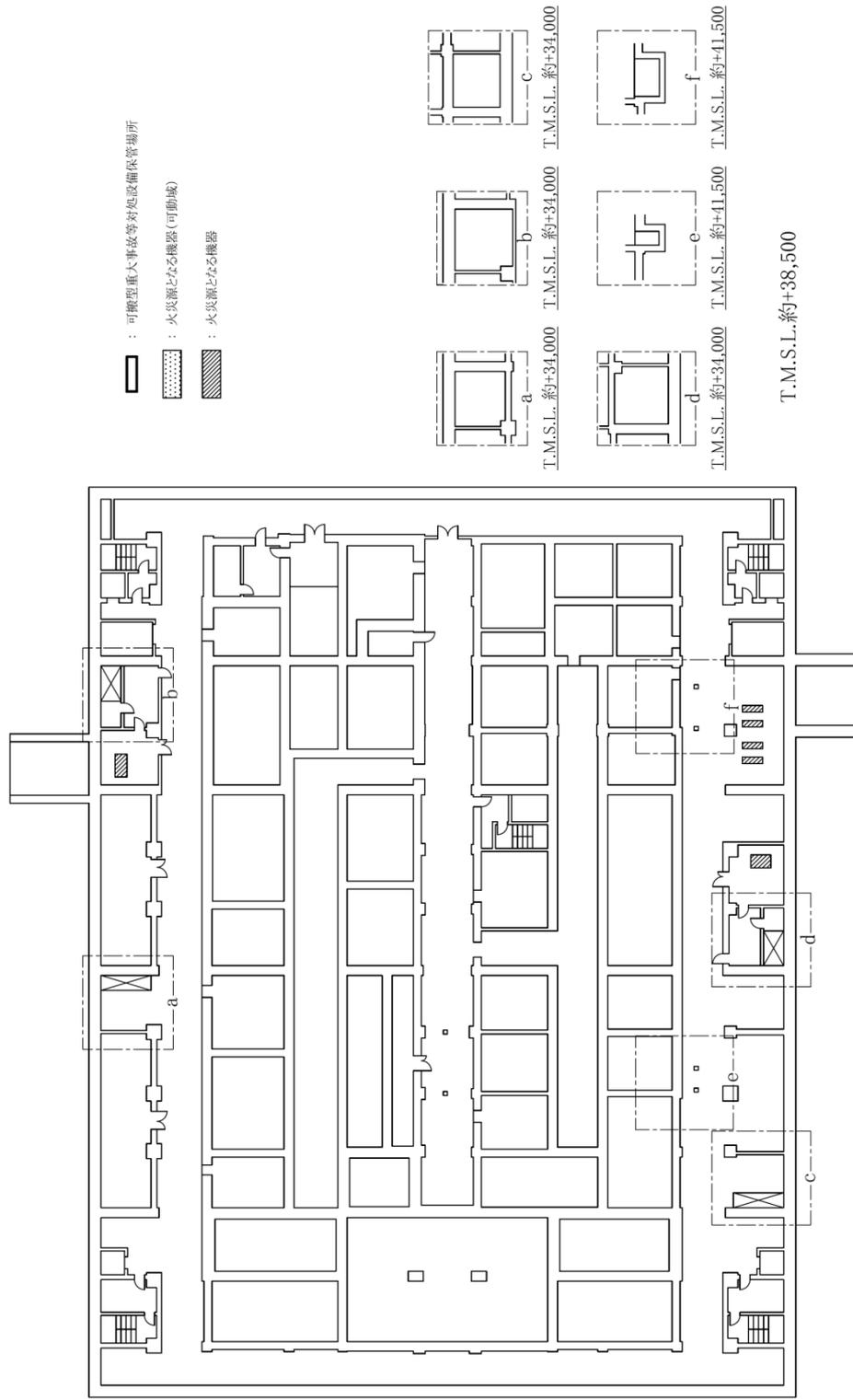
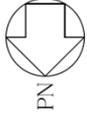


アケレスルート上にある化学薬品漏えい源は、基準地震動による地震力に対して耐震性を確保する。

T.M.S.L.約+79,000

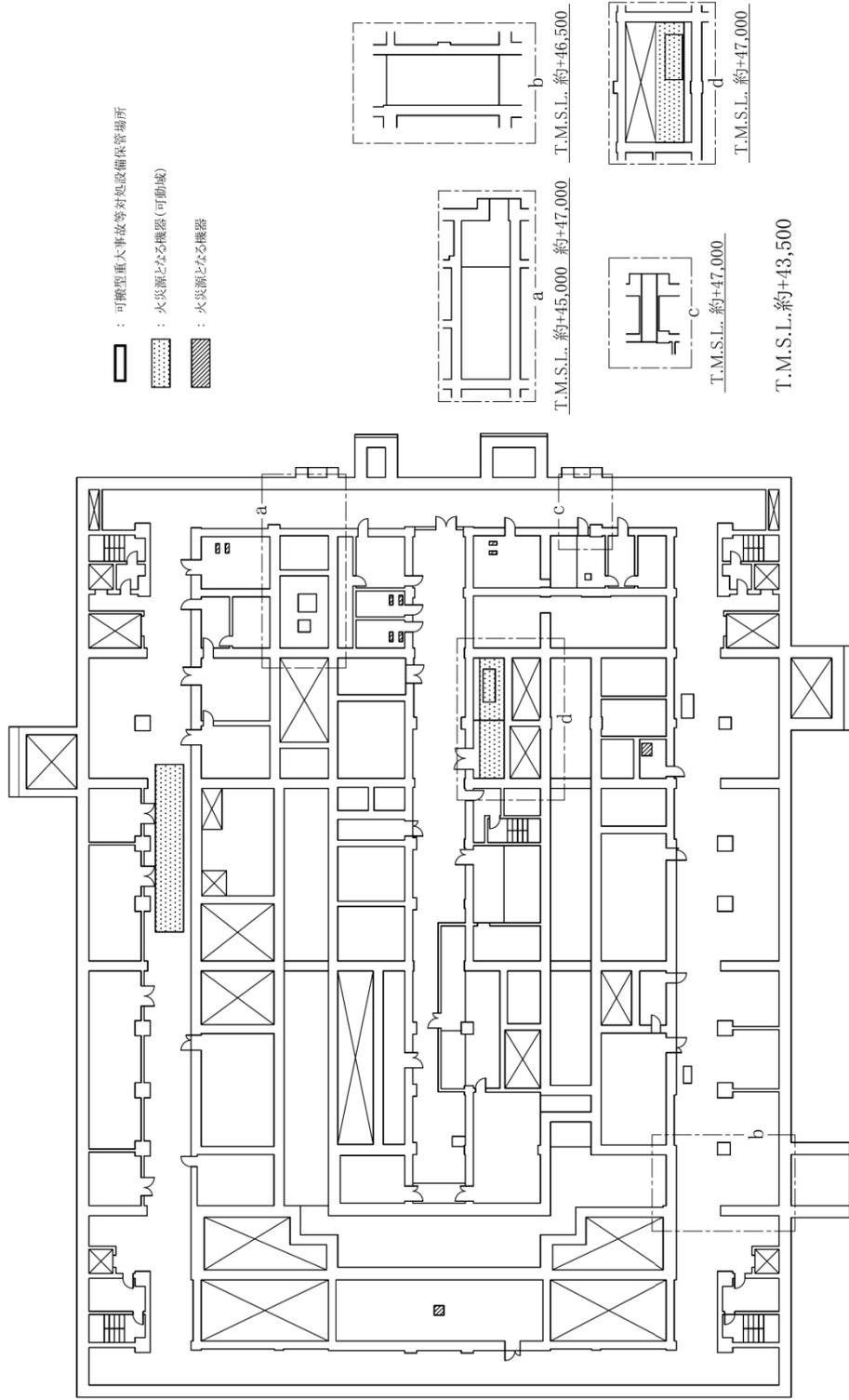
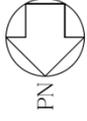
第71図 化学薬品ハザードマップ 精製建屋（屋上階）

補8-21-71



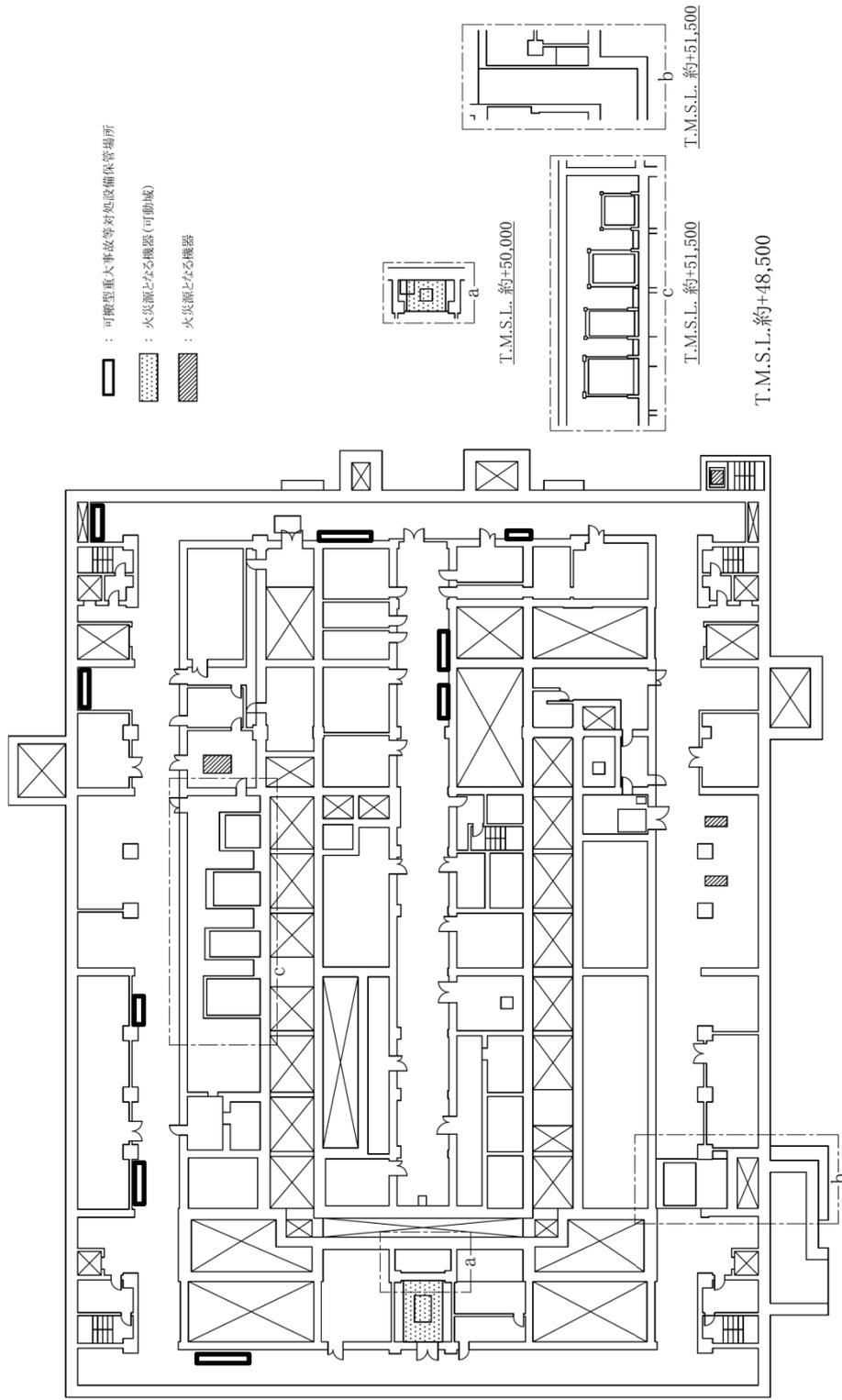
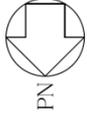
第72図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地下3階)

補8-21-72



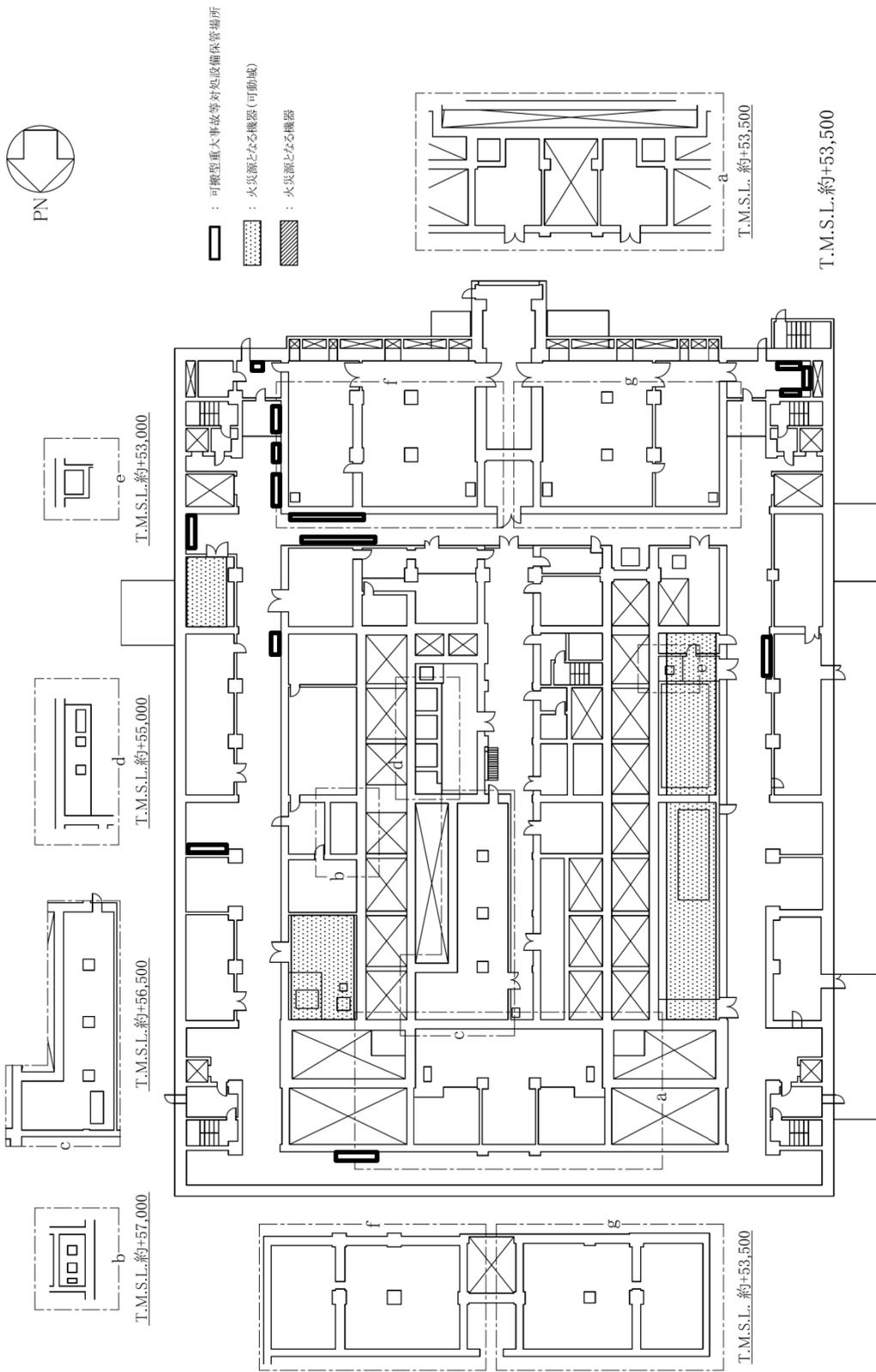
第73図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地下2階）

補8-21-73



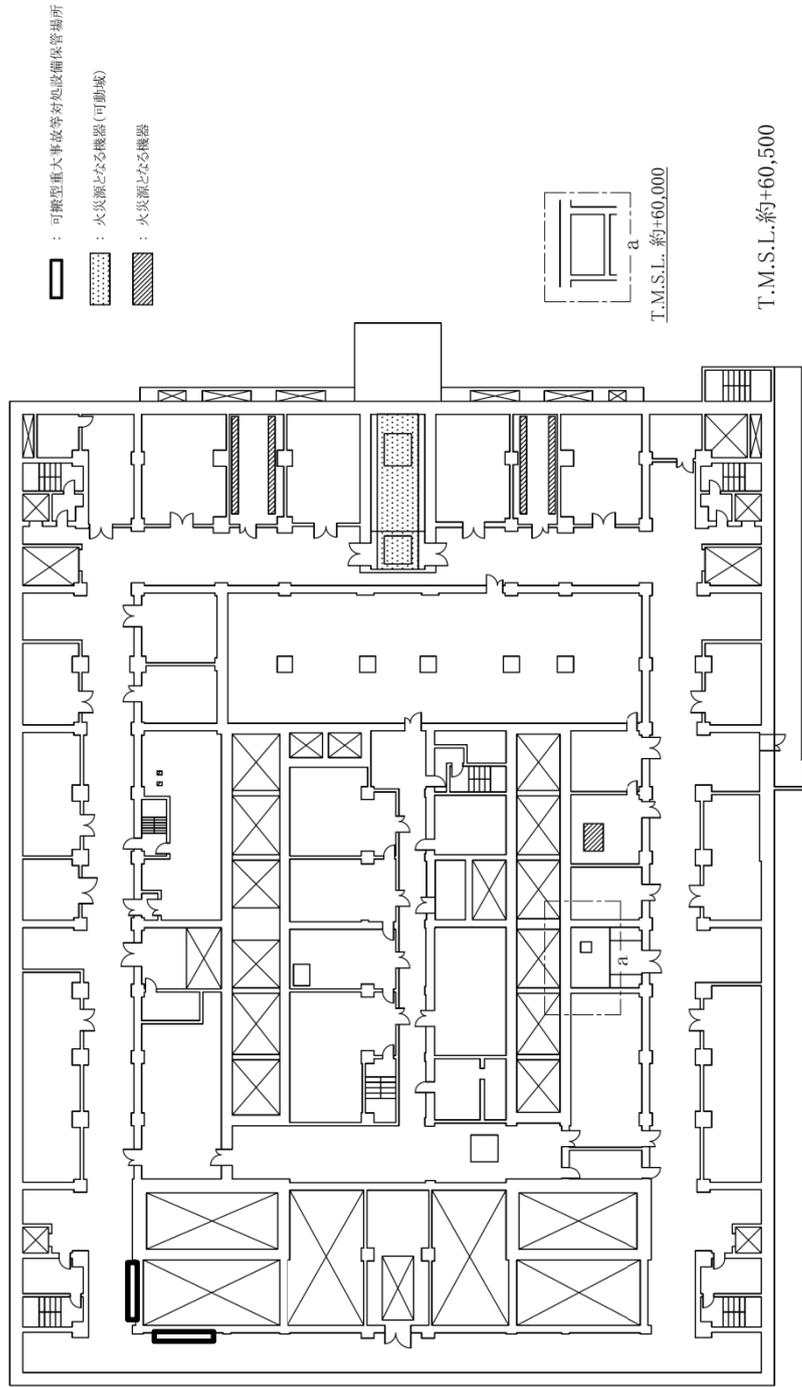
第74図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地下1階)

補8-21-74



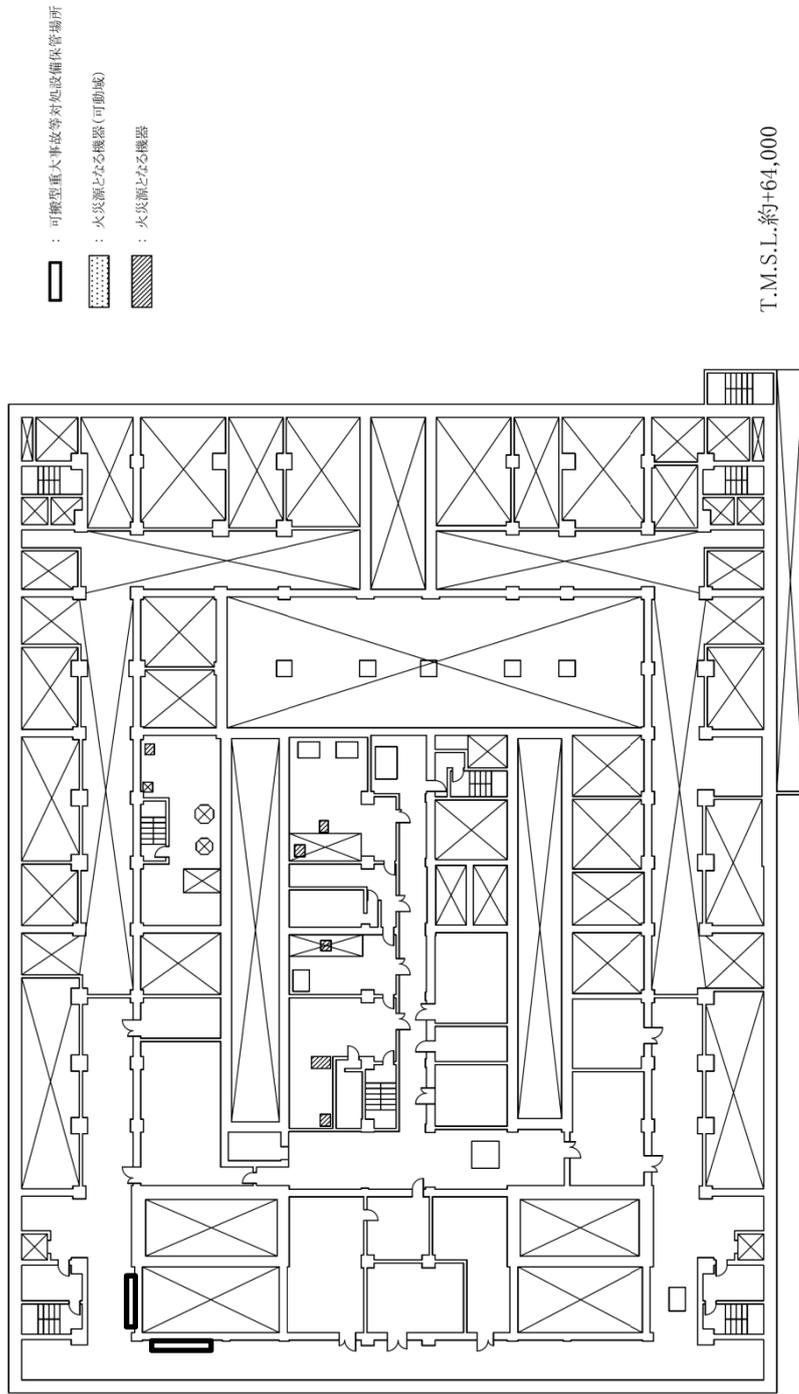
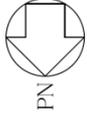
第75図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上1階）

補8-21-75



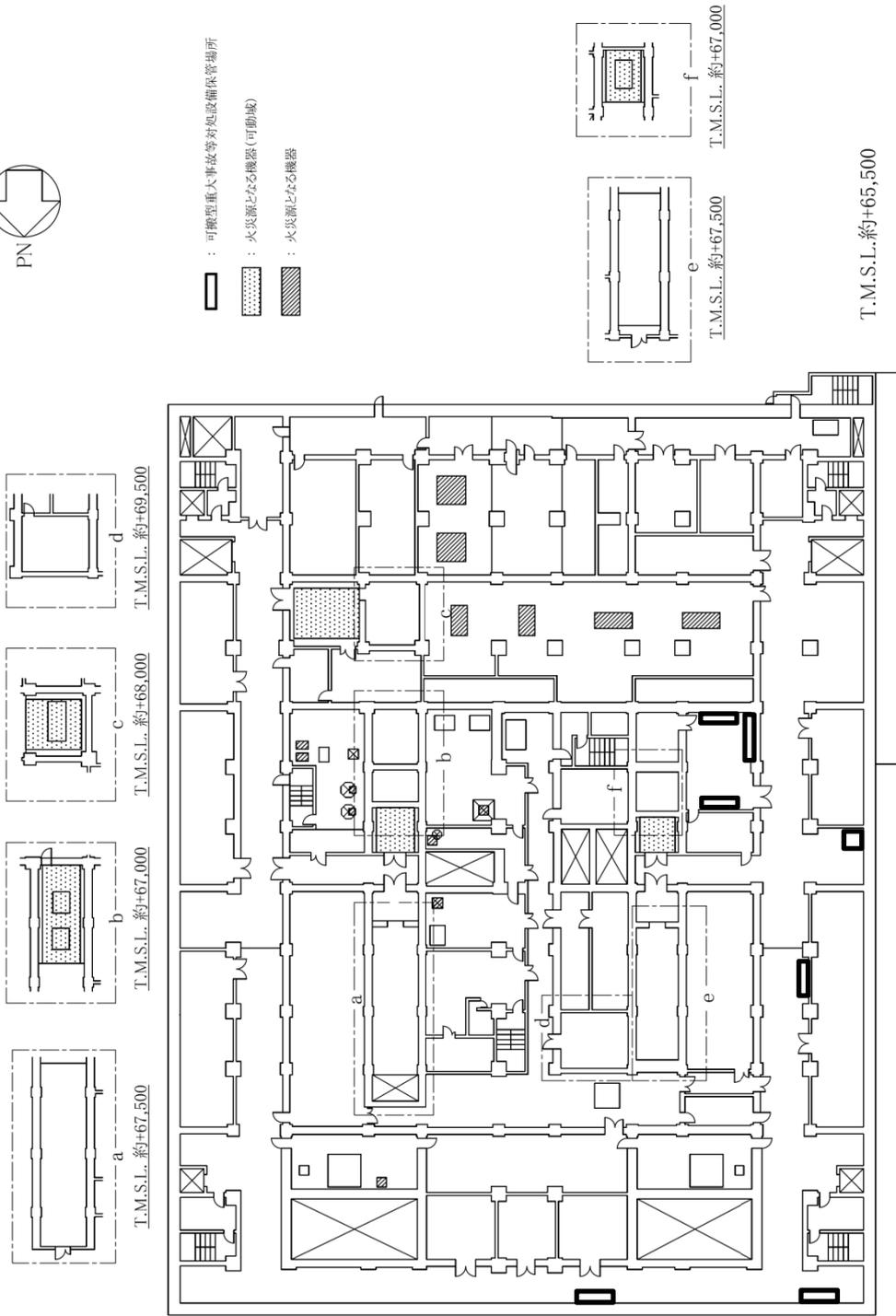
第76図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地上2階)

補8-21-76



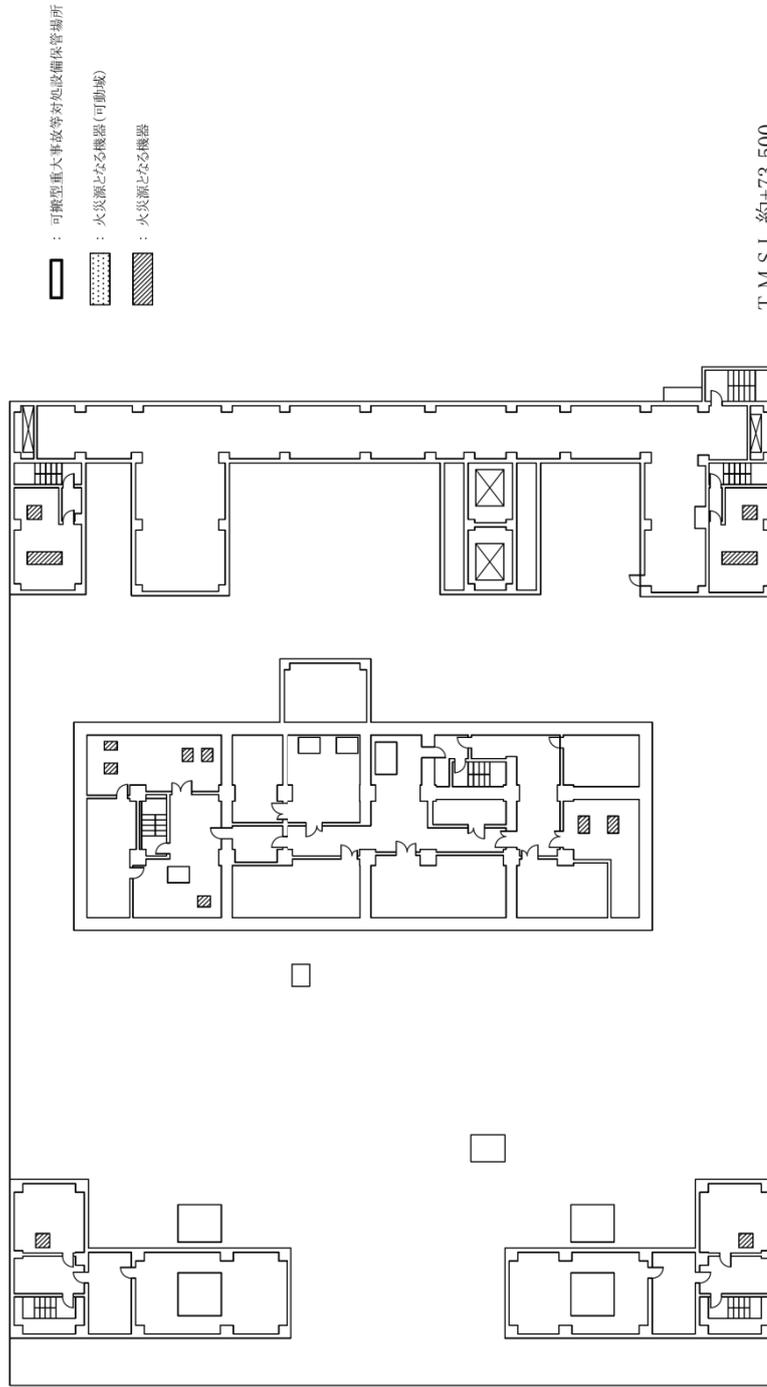
第77図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋 (地上3階)

補8-21-77



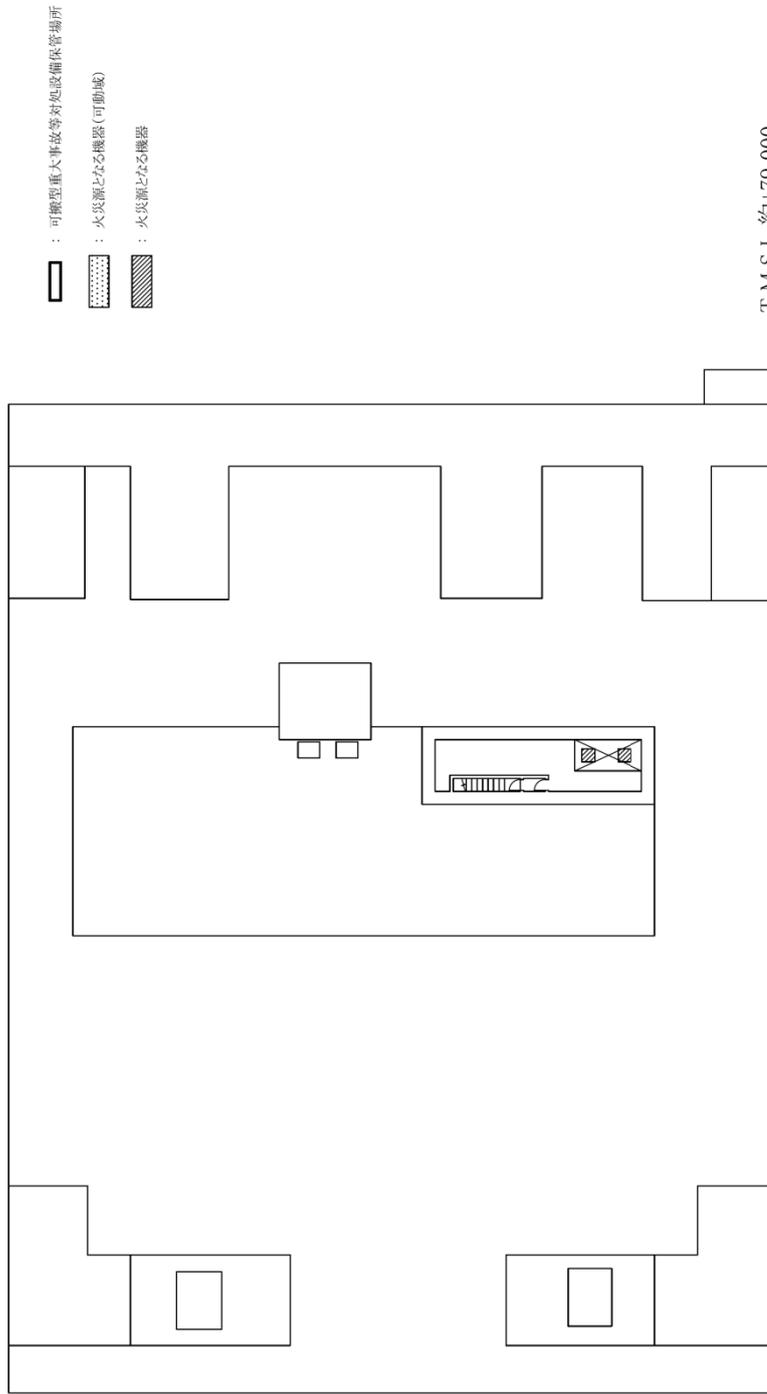
第78図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上4階）

補8-21-78



第79図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（地上5階）

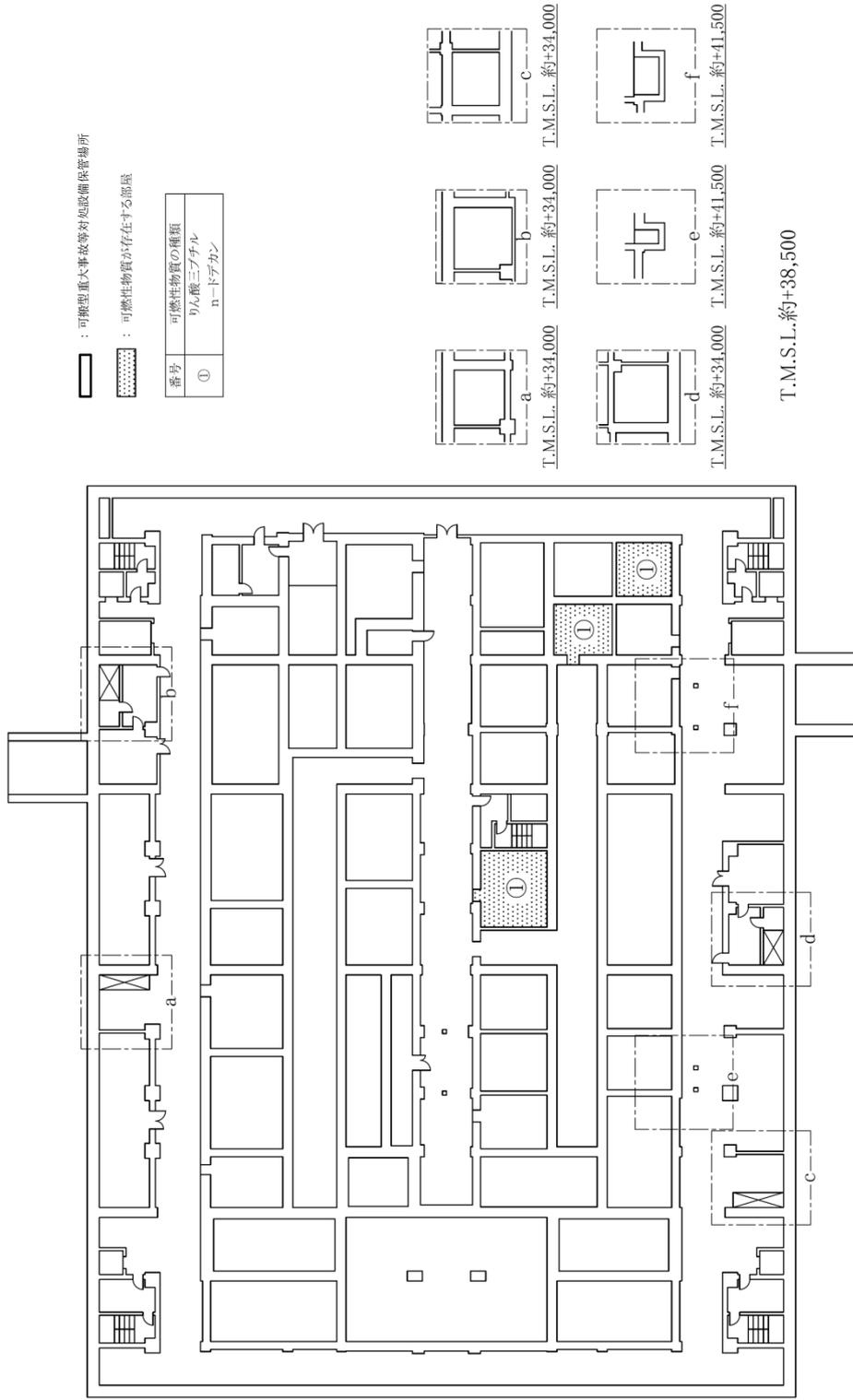
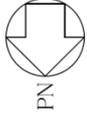
補8-21-79



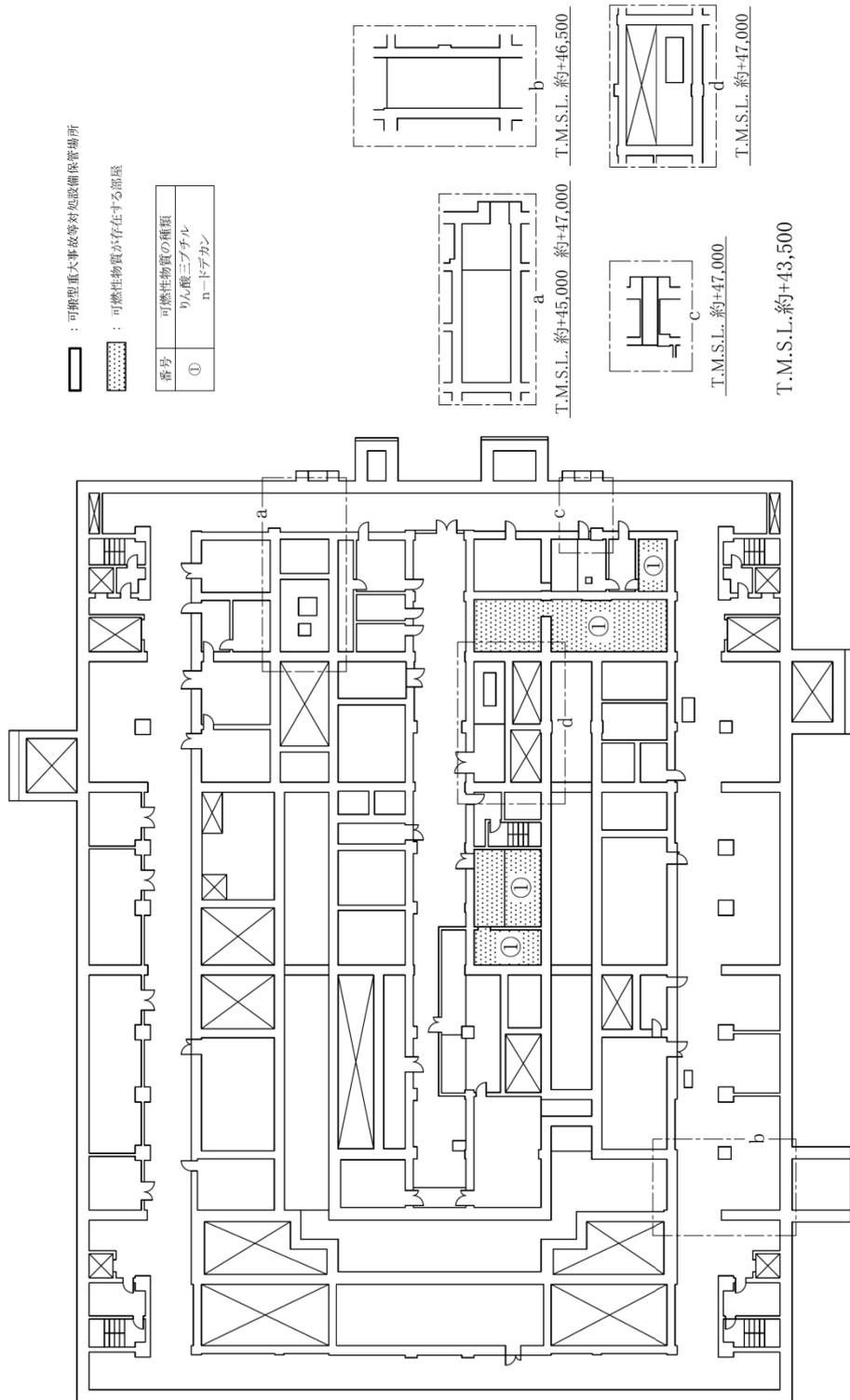
T.M.S.L.約+79,000

第80図 機器による火災ハザードマップ 精製建屋（屋上階）

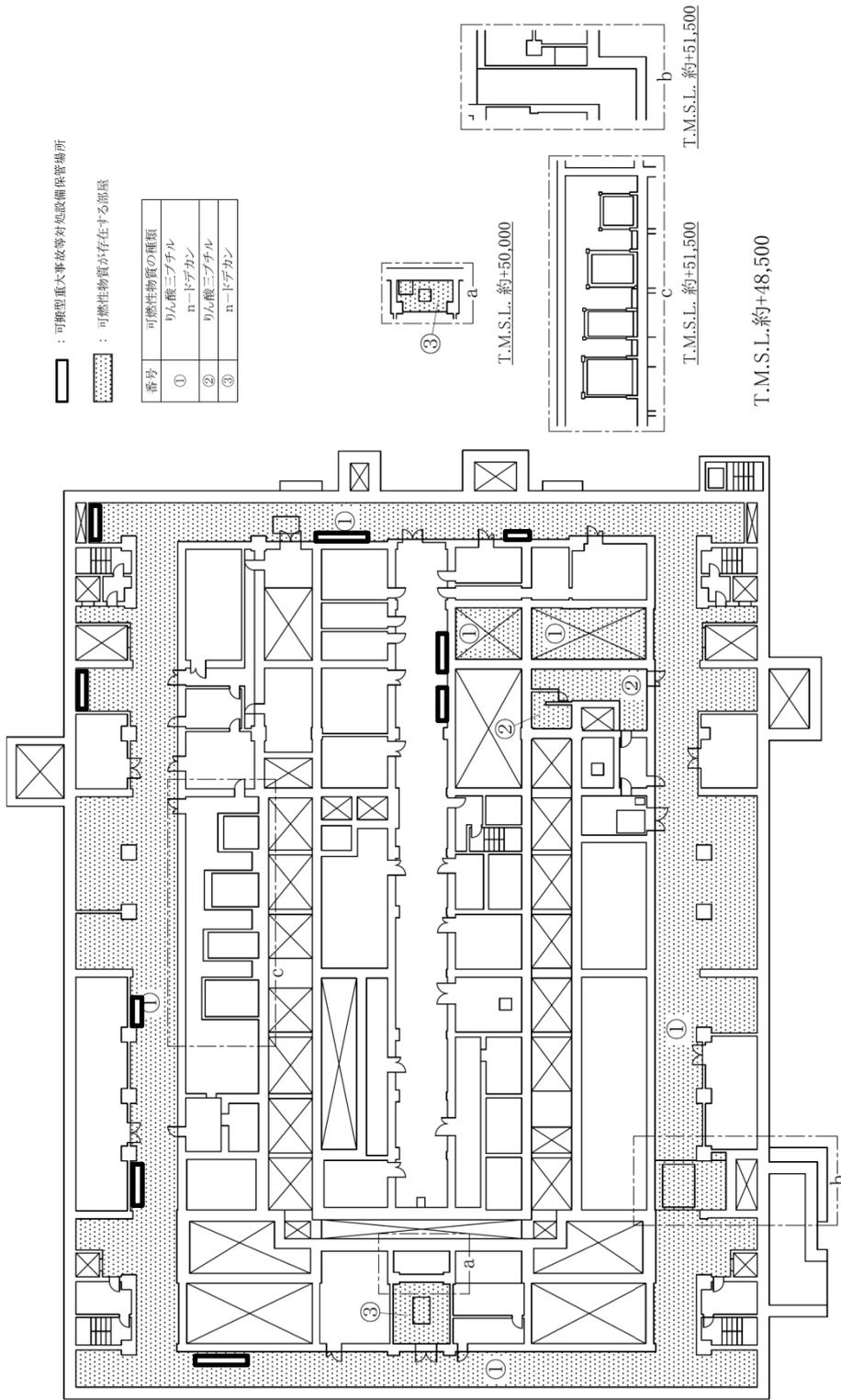
補8-21-80



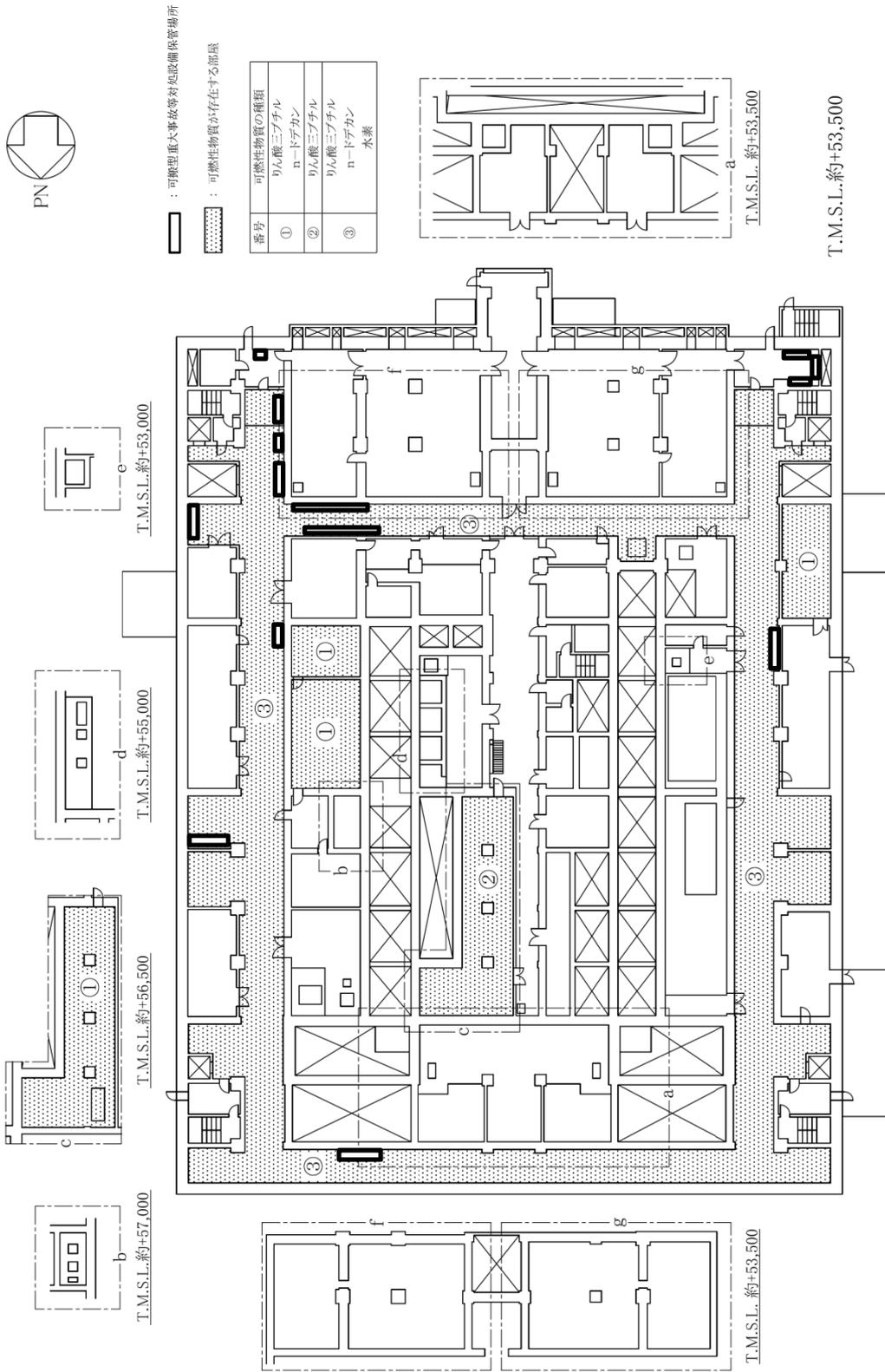
第81図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋 (地下3階)



第82図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地下2階）



第83図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地下1階）



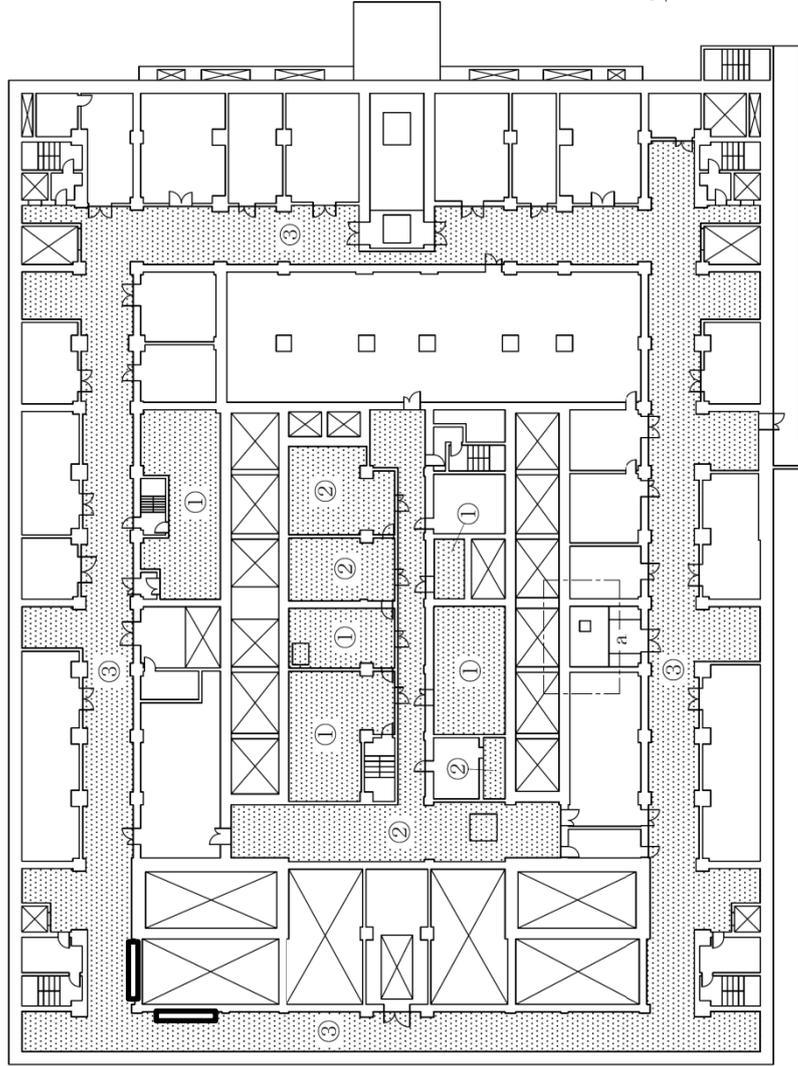
第84図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上1階）



□ : 可燃型重大事故等対処設備設置場所

▨ : 可燃性物質が存在する部屋

番号	可燃性物質の種類
①	りん酸ニブチル ノードデカレ
②	りん酸ニブチル
③	水素

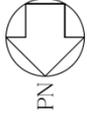


T.M.S.L. 約+60,000

T.M.S.L. 約+60,500

第85図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上2階）

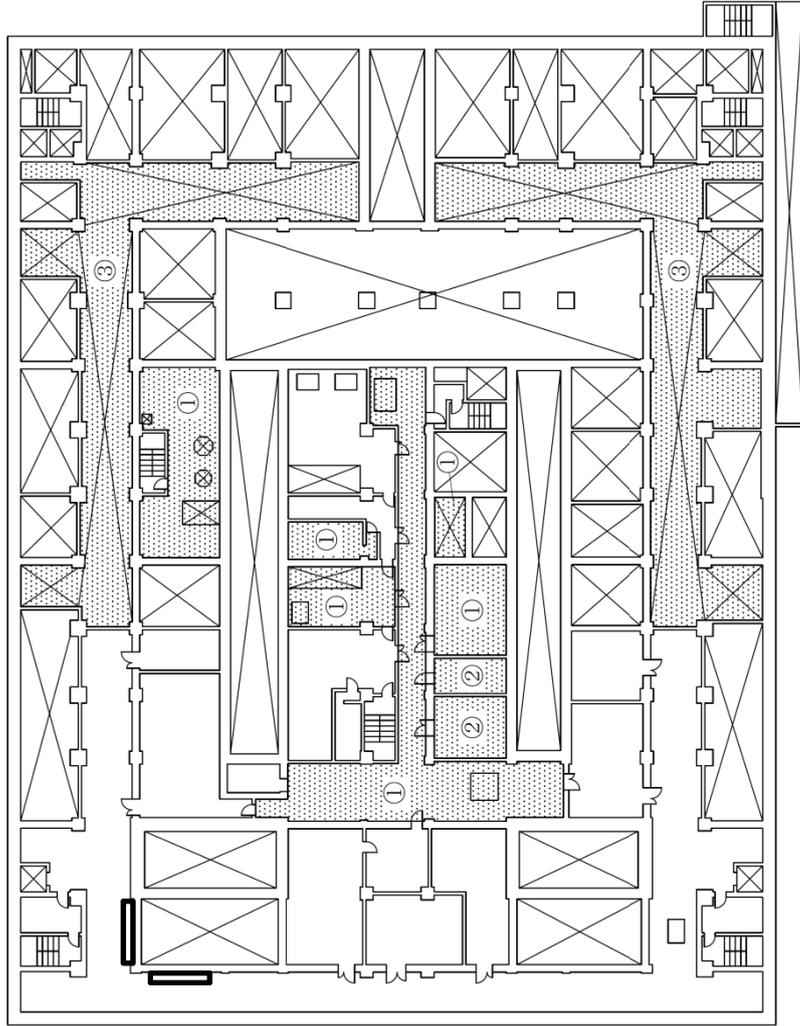
補8-21-85



☐ : 可搬型重大事故等対処設備設置場所

▨ : 可燃性物質が存在する部屋

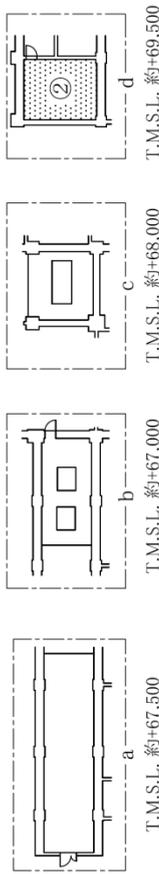
番号	可燃性物質の種類
①	りん酸三ブチル n-ドデカン
②	りん酸三ブチル
③	水素



T.M.S.L.約+64,000

第86図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上3階）

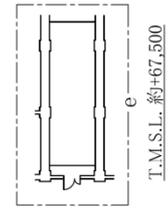
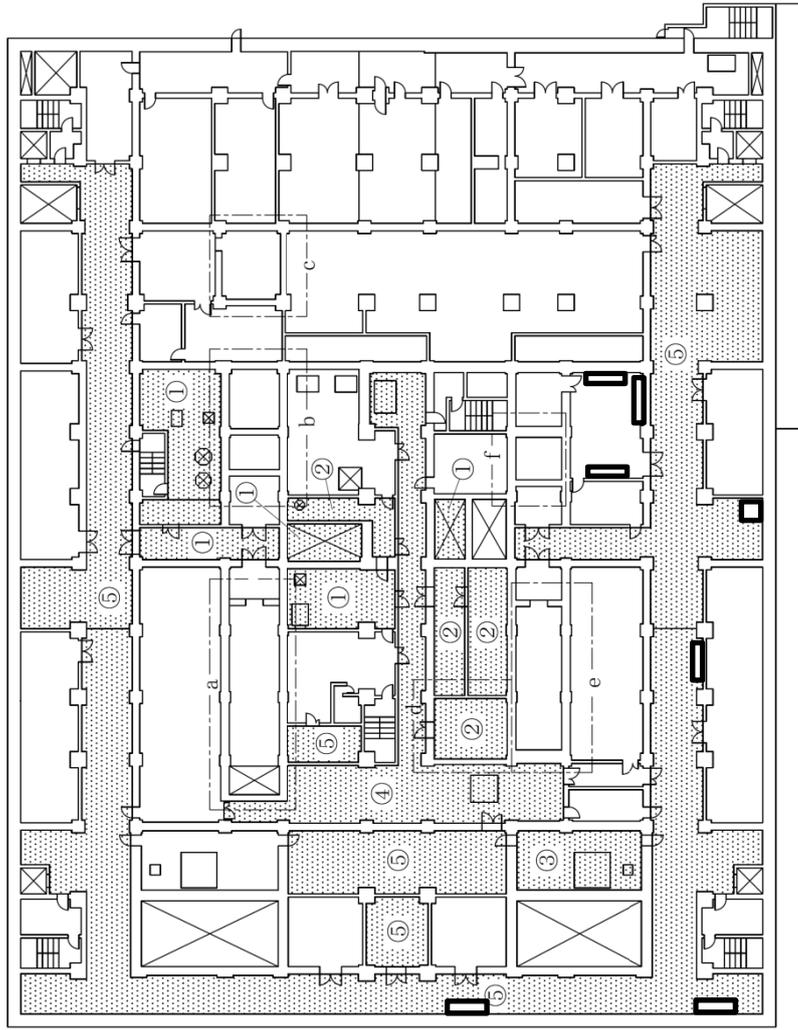
補8-21-86



□ : 可搬型重大事故等対処設備保管場所

▨ : 可燃性物質が存在する部屋

番号	可燃性物質の種類
①	りん酸三ブチル n-ドデカン
②	りん酸三ブチル n-ドデカン
③	n-ドデカン
④	りん酸三ブチル 水素
⑤	水素



T.M.S.L.約+65,500

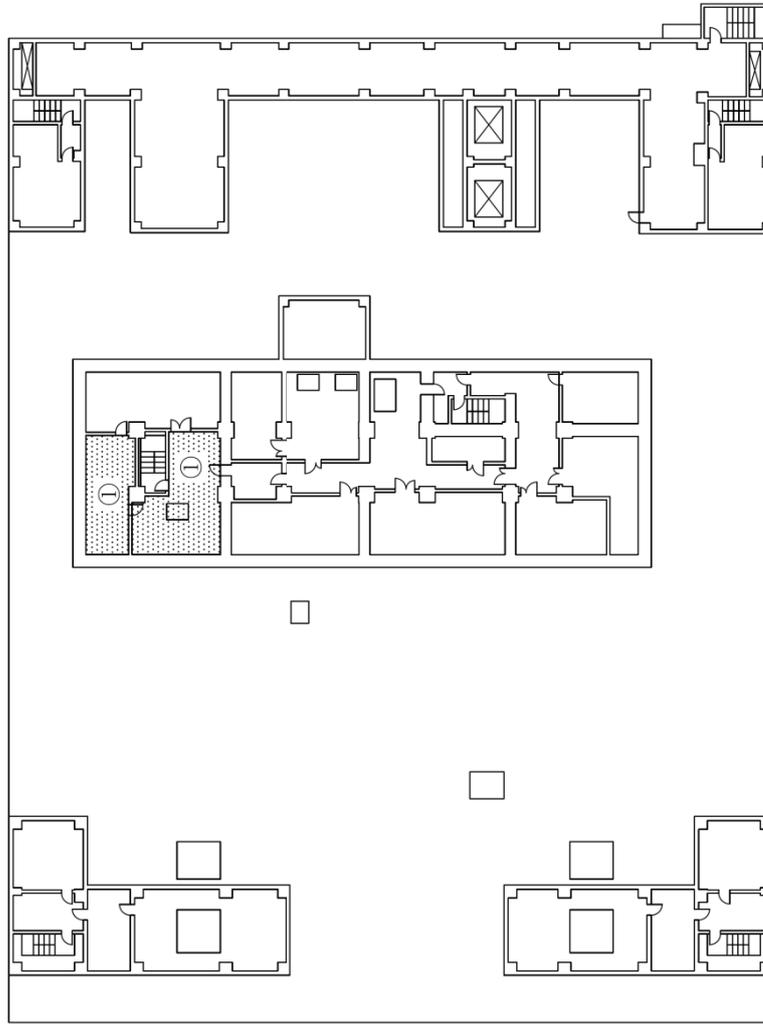
第87図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上4階）



□ : 可燃型重大事故等対処設備設置場所

▨ : 可燃性物質が存在する部屋

番号	可燃性物質の種類
①	りん酸二ブチル n-ドデカン



T.M.S.L.約+73,500

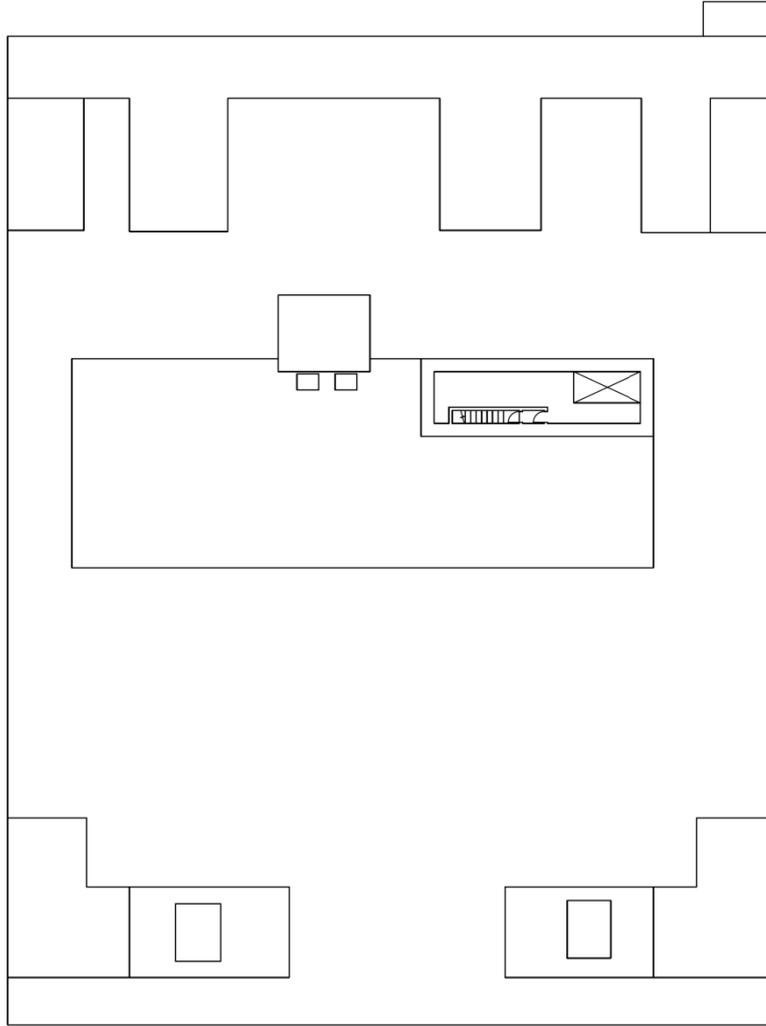
第88図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（地上5階）

補8-21-88



本フロアに火災ハザードはない。

-  : 可燃性物質が存在する部屋
-  : 可燃性重大事故等対処設備保管場所



T.M.S.L.約+79,000

第89図 可燃性物質による火災ハザードマップ 精製建屋（屋上階）

補8-21-89

補足説明資料 8 - 20 (28 条)

8. 放射線分解により発生する水素による  
爆発への対処

## 水素爆発発生時における敷地境界被ばく線量評価

## 1. 評価内容

水素爆発が発生した場合、貯槽等に内包する高レベル廃液等が爆発のエネルギーにより放射性エアロゾルとして気相中に移行し、放射性物質が主排気筒を介して、大気中に放出される。なお、放出量評価については、補足説明資料 8 - 16 に示したとおりである。

上記放出量に対して、敷地境界における被ばく線量を評価する。

評価対象建屋は水素爆発の発生を想定する前処理建屋、分離建屋、精製建屋、ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋及び高レベル廃液ガラス固化建屋である。

## 2. 敷地境界での被ばく評価

敷地境界被ばく線量は、蒸発乾固が発生した場合の大気中への放射性物質の放出量、呼吸率、相対濃度及び線量換算係数を乗じて算出する。

敷地境界被ばく線量評価は、以下の計算式（1式）により算出する。

$$\begin{aligned}
 & \text{被ばく線量} [S_v] \\
 & = \text{大気中への放射性物質の放出量} [B_q] \\
 & \quad \times \text{呼吸率} [m^3 / s] \times \text{相対濃度} \chi / Q [s / m^3] \\
 & \quad \times \text{線量換算係数} [S_v / B_q] \qquad \qquad \qquad (1式)
 \end{aligned}$$

### 3. 評価に用いる各種パラメータの設定

拡大防止対策成功時及び拡大防止対策失敗時の敷地境界被ばく線量評価に用いた各種パラメータを第1表に示す。

第1表 被ばく線量評価に必要なパラメータの設定

項目	水素爆発を見込んだ場合
M A R	貯槽ごとに設定
D R	貯槽ごとに設定
A R F	$1.0 \times 10^{-4}$
D F	$10^6$
相対濃度 $x / Q$ (1時間値) [ s / m <sup>3</sup> ]	$1.2 \times 10^{-6}$  (放出点：主排気筒)
呼吸率 [ m <sup>3</sup> / s ]	$3.33 \times 10^{-4}$
換算係数 [ S <sub>v</sub> / B <sub>q</sub> ]	核種グループごとに設定

#### 4. 換算係数

敷地境界被ばく線量を算出するにあたって、必要な換算係数は、核種グループごとに設定する。設定方法は、ICRP Pub. 72 に記載された核種ごとの換算係数に対して、ORIGEN2.0 において計算された各核種の使用済燃料中の存在割合を乗じて算出する。換算係数の結果を第2表に、核種グループごとの設定方法を第3表から第4表に示す。

第2表 核種グループごとの換算係数

核種Gr	換算係数 [Sv/Bq]
Zr/Nb	1.68E-08
Ru/Rh	3.30E-08
Cs/Ba	2.40E-09
Ce/Pr	2.64E-08
Sr/Y	8.07E-08
その他FP	2.85E-08
Pu ( $\alpha$ )	3.47E-06
Am/Cm ( $\alpha$ )	3.57E-05
U ( $\alpha$ )	5.12E-06
Np ( $\alpha$ )	4.19E-07

第3表 換算係数の設定方法（核分裂生成物）

核種グループ	核種	① 使用済燃料 棒内中の 放射能 (Ci/tU)	②=①/合計 グループ内 相対値	③ H換算係数 (Sv/Bq) 【ICRP Pu b. 72】	④=②×③ グループ内 換算係数
Zr/Nb	NB93M	1.36E+00	35%	1.80E-09	6.35E-10
Zr/Nb	ZR93	2.49E+00	65%	2.50E-08	1.62E-08
Zr/Nb	NB94	1.77E-04	0%	4.90E-08	2.25E-12
Zr/Nb	ZR95	2.78E-20	0%	5.90E-09	4.27E-29
Zr/Nb	NB95	6.18E-20	0%	1.80E-09	2.89E-29
Zr/Nb	NB95M	2.07E-22	0%	8.80E-10	4.73E-32
Zr/Nb	合計	3.84E+00	100%	合計(Σ④)	1.68E-08
Ru/Rh	Rh102	5.24E-02	0%	1.70E-08	2.08E-11
Ru/Rh	RU103	1.71E-36	0%	3.00E-09	1.19E-46
Ru/Rh	Rh103M	0.00E+00	0%	2.70E-12	0.00E+00
Ru/Rh	Ru106	2.14E+01	50%	6.60E-08	3.30E-08
Ru/Rh	Rh106	2.14E+01	50%	文献なし	
Ru/Rh	合計	4.29E+01	100%	合計(Σ④)	3.30E-08
Cs/Ba	CS134	1.57E+03	1%	6.60E-09	5.31E-11
Cs/Ba	CS135	5.82E-01	0%	6.90E-10	2.06E-15
Cs/Ba	CS137	9.95E+04	51%	4.60E-09	2.34E-09
Cs/Ba	BA137M	9.41E+04	48%	文献なし	
Cs/Ba	合計	1.95E+05	100%	合計(Σ④)	2.40E-09
Ce/Pr	CE141	0.00E+00	0%	3.80E-09	0.00E+00
Ce/Pr	CE142	3.70E-05	0%	文献なし	
Ce/Pr	CE144	2.16E+00	50%	5.30E-08	2.63E-08
Ce/Pr	PR144	2.16E+00	50%	1.80E-11	8.95E-12
Ce/Pr	PR144M	2.59E-02	1%	文献なし	
Ce/Pr	合計	4.34E+00	100%	合計(Σ④)	2.64E-08
Sr/Y	SR89	1.95E-27	0%	7.90E-09	1.09E-40
Sr/Y	SR90	7.08E+04	50%	1.60E-07	8.00E-08
Sr/Y	Y90	7.08E+04	50%	1.50E-09	7.50E-10
Sr/Y	Y91	7.62E-23	0%	8.90E-09	4.79E-36
Sr/Y	合計	1.42E+05	100%	合計(Σ④)	8.07E-08
その他FP	AG108	3.08E-06	0%	文献なし	
その他FP	AG108M	3.46E-05	0%	7.40E-09	2.63E-17
その他FP	AG109M	5.82E-07	0%	文献なし	
その他FP	AG110	1.88E-05	0%	文献なし	
その他FP	AG110M	1.42E-03	0%	7.60E-09	1.11E-15
その他FP	BE10	3.96E-06	0%	3.50E-08	1.43E-17
その他FP	C14	1.60E-04	0%	5.80E-09	9.52E-17
その他FP	CD109	5.82E-07	0%	6.60E-09	3.95E-19
その他FP	CD113M	3.66E+01	0%	5.20E-08	1.96E-10
その他FP	CD115M	1.98E-34	0%	6.20E-09	1.26E-46
その他FP	EU150	1.89E-05	0%	5.30E-08	1.03E-16
その他FP	EU152	3.94E+00	0%	4.20E-08	1.70E-11
その他FP	EU154	4.68E+03	48%	5.30E-08	2.55E-08
その他FP	EU155	1.23E+03	13%	6.90E-09	8.71E-10
その他FP	GD152	5.06E-13	0%	1.90E-05	9.89E-22
その他FP	GD153	1.06E-05	0%	2.10E-09	2.29E-18
その他FP	HO166M	4.09E-03	0%	1.20E-07	5.05E-14
その他FP	IN114	1.98E-33	0%	文献なし	
その他FP	IN114M	2.11E-33	0%	6.10E-09	1.32E-45
その他FP	IN115	1.58E-11	0%	1.60E-07	2.59E-22
その他FP	IN115M	0.00E+00	0%	5.90E-11	0.00E+00
その他FP	LA138	2.16E-09	0%	1.50E-07	3.33E-20
その他FP	ND144	2.19E-09	0%	文献なし	
その他FP	PD107	1.44E-01	0%	8.50E-11	1.26E-15
その他FP	PM146	6.93E-01	0%	2.10E-08	1.50E-12
その他FP	PM147	2.83E+03	29%	5.00E-09	1.46E-09
その他FP	PM148	2.39E-37	0%	2.00E-09	4.91E-50
その他FP	PM148M	3.94E-36	0%	5.10E-09	2.07E-48
その他FP	RB87	2.98E-05	0%	5.00E-10	1.53E-18
その他FP	SB124	7.47E-25	0%	6.40E-09	4.92E-37
その他FP	SB125	4.12E+02	4%	4.80E-09	2.03E-10
その他FP	SB126	1.41E-01	0%	2.80E-09	4.05E-14
その他FP	SB126M	1.01E+00	0%	1.90E-11	1.96E-15
その他FP	SE79	5.58E-01	0%	1.10E-09	6.31E-14
その他FP	SM146	4.31E-07	0%	1.10E-05	4.88E-16
その他FP	SM147	5.40E-06	0%	9.60E-06	5.34E-15
その他FP	SM148	7.84E-11	0%	文献なし	
その他FP	SM149	1.04E-12	0%	文献なし	
その他FP	SM151	4.25E+02	4%	4.00E-09	1.75E-10
その他FP	SN119M	5.04E-05	0%	2.20E-09	1.14E-17
その他FP	SN121M	2.22E-01	0%	4.50E-09	1.03E-13
その他FP	SN123	6.65E-10	0%	8.10E-09	5.54E-22
その他FP	SN126	1.01E+00	0%	2.80E-08	2.90E-12
その他FP	TB160	2.05E-20	0%	7.00E-09	1.48E-32
その他FP	TE123	4.00E-12	0%	1.90E-09	7.82E-25
その他FP	TE123M	4.07E-13	0%	4.00E-09	1.67E-25
その他FP	TE125M	1.01E+02	1%	3.40E-09	3.52E-11
その他FP	TE127	1.15E-11	0%	1.30E-10	1.54E-25
その他FP	TE127M	1.18E-11	0%	7.40E-09	8.96E-24
その他FP	TE129	0.00E+00	0%	3.70E-11	0.00E+00
その他FP	TE129M	0.00E+00	0%	6.60E-09	0.00E+00
その他FP	TM170	1.28E-14	0%	7.00E-09	9.20E-27
その他FP	TM171	7.12E-06	0%	1.40E-09	1.03E-18
その他FP	合計	9.72E+03	100%	合計(Σ④)	2.85E-08

補足 8-20-4

第4表 換算係数の設定方法（アクチノイド）

		①	②=①/合計	③	④=②×③
核種 グループ	核種	使用済燃料 棒内中の 放射能量 (Ci/tU)	グループ内 相対値	H換算係数 (Sv/Bq) 【ICRP Pu b. 72】	グループ内 換算係数
Pu	PU236	2.96E-02	0%	2.00E-05	7.13E-12
Pu	PU237	2.59E-36	0%	3.90E-10	1.22E-50
Pu	PU238	3.73E+03	4%	4.60E-05	2.07E-06
Pu	PU239	3.57E+02	0%	5.00E-05	2.15E-07
Pu	PU240	5.69E+02	1%	5.00E-05	3.42E-07
Pu	PU241	7.84E+04	94%	9.00E-07	8.50E-07
Pu	PU242	2.38E+00	0%	4.80E-05	1.38E-09
Pu	PU243	2.37E-07	0%	8.60E-11	2.46E-22
Pu	Pu244	6.74E-07	0%	4.70E-05	3.81E-16
Pu	Pu246	1.54E-14	0%	8.00E-09	1.48E-27
Pu	合計	8.31E+04	100%	合計 (Σ④)	3.47E-06
Am/Cm	AM241	2.90E+03	58%	4.20E-05	2.44E-05
Am/Cm	AM242M	9.54E+00	0%	3.70E-05	7.08E-08
Am/Cm	AM242	9.49E+00	0%	1.70E-08	3.24E-11
Am/Cm	AM243	2.62E+01	1%	4.10E-05	2.15E-07
Am/Cm	AM245	2.56E-13	0%	5.30E-11	2.72E-27
Am/Cm	AM246	1.54E-14	0%	6.60E-11	2.04E-28
Am/Cm	CM242	7.87E+00	0%	5.20E-06	8.21E-09
Am/Cm	CM243	2.16E+01	0%	3.10E-05	1.34E-07
Am/Cm	CM244	2.01E+03	40%	2.70E-05	1.09E-05
Am/Cm	CM245	3.26E-01	0%	4.20E-05	2.75E-09
Am/Cm	CM246	7.28E-02	0%	4.20E-05	6.14E-10
Am/Cm	CM247	2.37E-07	0%	3.90E-05	1.86E-15
Am/Cm	CM248	6.18E-07	0%	1.50E-04	1.86E-14
Am/Cm	CM250	6.17E-14	0%	8.40E-04	1.04E-20
Am/Cm	合計	4.98E+03	100%	合計 (Σ④)	3.57E-05
U	U232	5.41E-02	1%	3.70E-05	4.95E-07
U	U233	4.90E-05	0%	9.60E-06	1.16E-10
U	U234	1.36E+00	34%	9.40E-06	3.16E-06
U	U235	2.18E-02	1%	8.50E-06	4.58E-08
U	U236	3.76E-01	9%	8.70E-06	8.09E-07
U	U237	1.92E+00	48%	1.90E-09	9.04E-10
U	U238	3.11E-01	8%	8.00E-06	6.16E-07
U	U240	6.73E-07	0%	5.80E-10	9.65E-17
U	合計	4.05E+00	100%	合計 (Σ④)	5.12E-06
Np	NP235	1.08E-11	0%	4.20E-10	9.36E-21
Np	NP236	0.00E+00	0%	3.20E-06	0.00E+00
Np	NP237	4.85E-01	100%	2.30E-05	2.30E-05
Np	NP238	0.00E+00	0%	2.10E-09	0.00E+00
Np	NP239	0.00E+00	0%	9.30E-10	0.00E+00
Np	NP240M	0.00E+00	0%	文献なし	
Np	合計	4.85E-01	100%	合計 (Σ④)	4.19E-07

## 5. 評価結果

水素爆発が発生した場合に気相中に移行した放射性物質が、主排気筒を介して、大気中に放出された場合の敷地境界被ばく線量評価の結果を第5表に示す。

第5表 水素爆発が発生した場合における  
敷地境界被ばく線量

建屋	核種 グループ	水素爆発を見込んだ場合	
		放出量 [ B q ]	敷地外 被ばく線量 [ m S v ]
前処理建屋	Z r / N b	5.2E+02	5.3 × 10 <sup>-5</sup>
	R u / R h	2.2E+04	
	C s / B a	2.6E+07	
	C e / P r	5.8E+02	
	S r / Y	1.9E+07	
	その他 F P	1.4E+06	
	P u ( α )	2.1E+07	
	A m / C m ( α )	1.7E+06	
	U ( α )	2.2E+03	
	N p ( α )	3.3E+03	
	合計	6.8E+07	
分離建屋	Z r / N b	1.5E+03	8.9 × 10 <sup>-5</sup>
	R u / R h	2.5E+04	
	C s / B a	7.9E+07	
	C e / P r	1.7E+03	
	S r / Y	5.5E+07	
	その他 F P	4.9E+06	
	P u ( α )	1.4E+07	
	A m / C m ( α )	4.8E+06	
	U ( α )	3.0E+02	
	N p ( α )	2.1E+03	
	合計	1.6E+08	
精製建屋	Z r / N b	0.0E+00	2.1 × 10 <sup>-4</sup>
	R u / R h	1.7E-01	
	C s / B a	0.0E+00	
	C e / P r	0.0E+00	
	S r / Y	0.0E+00	
	その他 F P	3.2E+00	
	P u ( α )	1.5E+08	
	A m / C m ( α )	0.0E+00	
	U ( α )	9.3E-02	
	N p ( α )	0.0E+00	
	合計	1.5E+08	

(つづき)

建屋	核種 グループ	水素爆発を見込んだ場合	
		放出量 [ B q ]	敷地外 被ばく線量 [ m S v ]
ウラン・プルトニウム 混合脱硝建屋	Z r / N b	0.0E+00	4.9 × 10 <sup>-5</sup>
	R u / R h	4.7E-04	
	C s / B a	9.1E-02	
	C e / P r	1.9E-05	
	S r / Y	1.1E-01	
	その他 F P	1.5E+00	
	P u ( α )	3.5E+07	
	A m / C m ( α )	3.4E+04	
	U ( α )	5.2E+00	
	N p ( α )	8.7E-02	
	合計	3.5E+07	
高レベル廃液ガラス 固化建屋	Z r / N b	1.4E+04	6.5 × 10 <sup>-4</sup>
	R u / R h	3.3E+05	
	C s / B a	7.2E+08	
	C e / P r	1.6E+04	
	S r / Y	5.0E+08	
	その他 F P	4.9E+07	
	P u ( α )	2.9E+06	
	A m / C m ( α )	4.4E+07	
	U ( α )	5.2E+01	
	N p ( α )	8.7E+04	
	合計	1.3E+09	
合計	Z r / N b	1.6E+04	1.1 × 10 <sup>-3</sup>
	R u / R h	3.8E+05	
	C s / B a	8.2E+08	
	C e / P r	1.8E+04	
	S r / Y	5.7E+08	
	その他 F P	5.5E+07	
	P u ( α )	2.2E+08	
	A m / C m ( α )	5.0E+07	
	U ( α )	2.6E+03	
	N p ( α )	9.2E+04	
	合計	1.8E+09	

10. 有機溶媒等による火災又は爆発への対処

## 第28条:重大事故等の拡大防止(10.有機溶媒等による火災又は爆発への対処)

再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料		備考(8月提出済みの資料については、資料番号を記載)	
資料No.	名称	提出日	Rev
補足説明資料10-1	有機溶媒等による火災又は爆発に関する事象選定及びTBP等の錯体の急激な分解反応に関する事象発生シナリオ等について	3/13	6
補足説明資料10-2	プルトニウム精製設備プルトニウム濃縮缶におけるTBP等の錯体の急激な分解反応発生時の温度・圧力等の経時変化	1/22	4
補足説明資料10-3	TBP等の錯体の急激な分解反応に関する知見	3/13	4
補足説明資料10-4	プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応における拡大の防止のための措置の概要	4/13	7
補足説明資料10-5	プルトニウム濃縮缶でのTBP等の錯体の急激な分解反応における関連機器の機能及び機能喪失の想定	1/8	3
補足説明資料10-6	事態の収束までの放出量評価	4/13	7
補足説明資料10-7	TBP等の錯体の急激な分解反応発生時における放射性物質の気相中への移行率	12/16	0
補足説明資料10-8	不確かさの設定	4/13	6
補足説明資料10-9	系統概要図、アクセスルート	4/13	4
補足説明資料10-10	TBP等の錯体の急激な分解反応発生時のプルトニウム濃縮缶内の水素濃度評価方法と評価に用いたパラメータについて	1/28	1
補足説明資料10-11	加熱停止後のプルトニウム濃縮缶の温度評価	1/22	0
補足説明資料10-12	敷地外被ばく線量評価	3/13	0

令和 2 年 3 月 1 3 日 R6

## 補足説明資料 10－1

有機溶媒等による火災又は爆発に関する  
事象選定及びT B P等の錯体の急激な分解  
反応に関する事象発生シナリオ等について

## 目次

1. 有機溶媒等による火災又は爆発の事象選定
  
2. T B P 等の錯体の急激な分解反応の事象発生シナリオ及び対策
  2. 1 概要
  2. 2 事象発生シナリオの再検討
    2. 2. 1 プルトニウム濃縮缶の運転方法
    2. 2. 2 起因の整理
    2. 2. 3 事象発生シナリオ
  
3. T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の廃ガスポットの水封の状況
  3. 1 廃ガスポットの構造
  3. 2 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の影響

## 1. 有機溶媒等による火災又は爆発の事象選定

有機溶媒等による火災について、設計上定める条件より厳しい条件では、漏えいした有機溶媒の温度は引火点には到達しないため、更に厳しい条件を与えた評価として、放熱評価（気相部への放熱を考慮）を用いるとともに換気停止を考慮した。

有機溶媒から気相部及びセルコンクリートへ熱伝達することで、漏えいした有機溶媒が引火点に到達しないことを確認した。

したがって、漏えいした有機溶媒の温度は引火点に到達しないため、有機溶媒等による火災は重大事故として発生しないとの選定結果とした。

また、有機溶媒等による爆発の対象事象であるTBP等の錯体の急激な分解反応については、公衆及び従事者への影響を考慮し、安全上重要な施設を対象として重大事故等の選定を行った結果、ウラン精製設備のウラン濃縮缶は安全上重要な施設ではないため選定の対象外とした。分配設備のウラン濃縮缶、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶、高レベル廃液濃縮設備の高レベル廃液濃縮缶及び第2酸回収蒸発缶を対象として、設計上定める条件よりも厳しい条件を与えた場合に事象の発生の有無を確認した結果、事象は発生しないという評価になったが、過去に同事象が他プラントで発生していること、事象が発生した場合の影響の大きさを考慮し、設計上定める条件よりも厳しい条件よりも更に厳しい条件を与え、事象の発生の有無を確認した。この結果、物理的に事象が発生しない機器として減圧蒸発を採用すること

で運転温度を下げて運転していることで缶内の溶液が T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生する温度には至らない高レベル廃液濃縮缶及び酸回収設備の第 2 酸回収蒸発缶を除いた分配設備のウラン濃縮缶及びプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶において事象の発生が想定される機器とした。T B P 等の錯体の急激な分解反応事象が発生した場合の両機器の公衆への影響は、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶では  $0.4 \mu \text{Sv}$  となる。分配設備のウラン濃縮缶では、除染機能の低下等の想定外事象が発生した場合であっても、公衆への影響は  $6.8 \times 10^{-5} \mu \text{Sv}$  であり、平常時を十分下回るため、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶を対象機器として選定した。

なお、高レベル廃液濃縮缶については、供給液の供給が停止し、冷却運転をしている際に冷却機能の喪失が発生し、缶内の高レベル廃液が崩壊熱により沸騰した場合に T B P を含む供給液を供給することではなく、沸点は T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生する温度を超えず、また、蒸発乾固の対策として内部ループ通水等を実施することから、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生する温度に達することはない。

なお、分配設備のウラン濃縮缶では、事象発生シナリオの見直しにより T B P 等の錯体の急激な分解反応に寄与する T B P 量が、従来の事象発生シナリオでは約 1.8 k g であったものが、約 4.3 k g に増加する。この状態で T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生による圧力及び温度の上昇については、T B P 量が約 6.4 k g の場合の F l u e n t による解析結果において、ウラン濃縮缶の出口における圧力が約 480 k P a であり、許容圧力を超

えない。分離建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系の高性能粒子フィルタについては、フィルタ差圧が約 0.29 k P a , 温度が約 170℃であり、フィルタの健全性が確認されている 9.3 k P a 及び 200℃を下回る。このため、ウラン濃縮缶及び分離建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系の高性能粒子フィルタの健全性は担保できる。

表－１（１／２）：分配設備のウラン濃縮缶とプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶における事象発生時の放出放射能量

核種グループ	C s 換算放出放射能量 (T B q)	
	ウラン濃縮缶	プルトニウム濃縮缶
Z r / N b	0.0E+00	0.0E+00
R u / R h	3.9E-14	1.2E-15
C s / B a	0.0E+00	0.0E+00
C e / P r	0.0E+00	0.0E+00
S r / Y	0.0E+00	0.0E+00
その他 F P	2.0E-11	6.1E-13
P u ( α )	1.6E-10	5.1E-04
A m / C m ( α )	7.7E-08	0.0E+00
U ( α )	1.8E-08	1.2E-12
N p ( α )	3.5E-09	0.0E+00
合計	9.8E-08	5.1E-04

表－１（２／２）：分配設備のウラン濃縮缶とプルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶における事象発生時の線量

核種グループ	被ばく線量（ $\mu\text{Sv}$ ）	
	ウラン濃縮缶	プルトニウム濃縮缶
Zr / Nb	0.0E+00	0.0E+00
Ru / Rh	2.8E-11	8.9E-13
Cs / Ba	0.0E+00	0.0E+00
Ce / Pr	0.0E+00	0.0E+00
Sr / Y	0.0E+00	0.0E+00
その他FP	4.6E-10	1.4E-11
Pu ( $\alpha$ )	1.3E-07	4.0E-01
Am / Cm ( $\alpha$ )	6.2E-05	0.0E+00
U ( $\alpha$ )	5.0E-06	3.3E-10
Np ( $\alpha$ )	1.7E-06	0.0E+00
合計	6.8E-05	4.0E-01

## 2. TBP等の錯体の急激な分解反応の事象発生シナリオ及び対策

### 2.1 概要

TBP等の錯体の急激な分解反応については、事象発生に至るシナリオを網羅的に確認した結果、プルトニウム溶液を連続供給しながら過濃縮が発生するシナリオとした。

### 2.2 事象発生シナリオ

事象発生シナリオについて、プルトニウム濃縮缶の運転方法を踏まえ、考え得るシナリオを検討した。

#### 2.2.1 プルトニウム濃縮缶の運転方法

プルトニウム濃縮缶の運転は、立ち上げ、液位制御による硝酸プルトニウム溶液の濃縮、密度制御による濃縮運転、待機運転、停止に大別される。

立ち上げでは、プルトニウム濃縮缶に硝酸又は硝酸プルトニウム溶液を張り込み、加熱を開始する。

液位制御による硝酸プルトニウム溶液の濃縮では、プルトニウム濃縮缶内の溶液密度を所定の値まで上昇させるため、濃縮缶内の液位が一定となるよう硝酸プルトニウム溶液の供給量を制御しながら濃縮を行う。

密度制御による濃縮運転では、濃縮缶内の硝酸プルトニウム溶液の濃度が  $250 \text{ g/L}$  に相当する密度となるよう、プルトニウム溶液の供給流量を制御するとともに濃縮した硝酸プルトニウム溶液（以下、「プルトニウム濃縮液」と言う。）の抜き出しを実施する。液位制御による濃縮から密度制御による濃縮は、液位制御

と密度制御がともに自動制御モードであり，硝酸プルトリウム溶液の供給流量制御がカスケードモード（液位制御と密度制御の両方からの信号を受け付け，制御を行うモード）となっている状態で自動的に切り替わる。

待機運転は，上流工程からのプルトリウム溶液の移送が遅れる等の理由により短期的に濃縮運転の継続が困難となった場合に実施し，プルトリウム濃縮缶の加熱を継続しながら硝酸プルトリウム溶液の供給は停止し，プルトリウム濃縮缶から発生する凝縮液の全量をプルトリウム濃縮缶に戻すことで，プルトリウム濃縮缶内の液位を保ちながら待機する。

工程停止は，加熱を停止するとともにプルトリウム濃縮液をプルトリウム濃縮缶から抜き出し，硝酸を張り込んで終了となる。

上記運転の概要を図－1に示す。

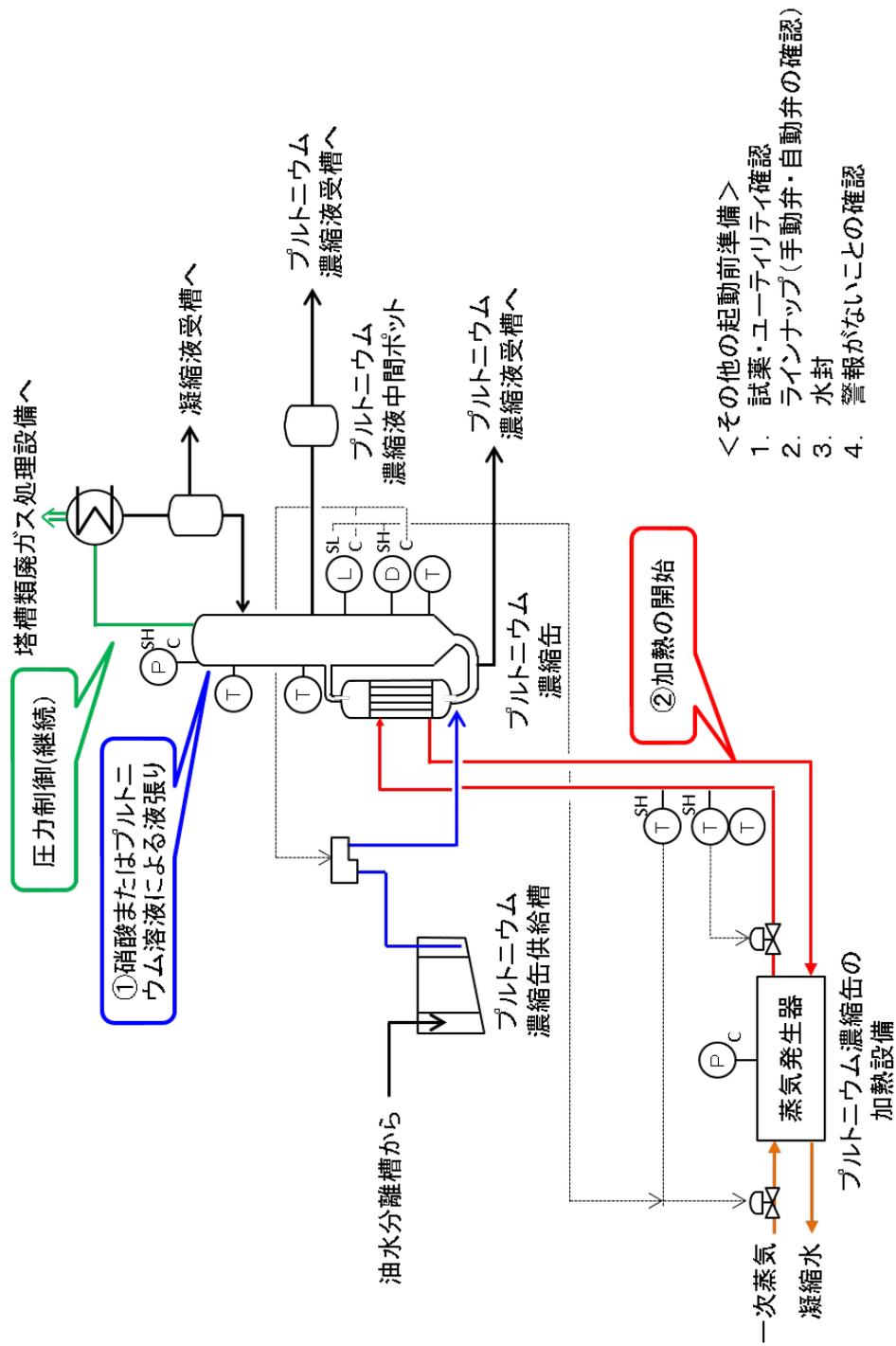


図-1 (1/5) プルトニウム濃縮缶の運転概要 (立ち上げ)

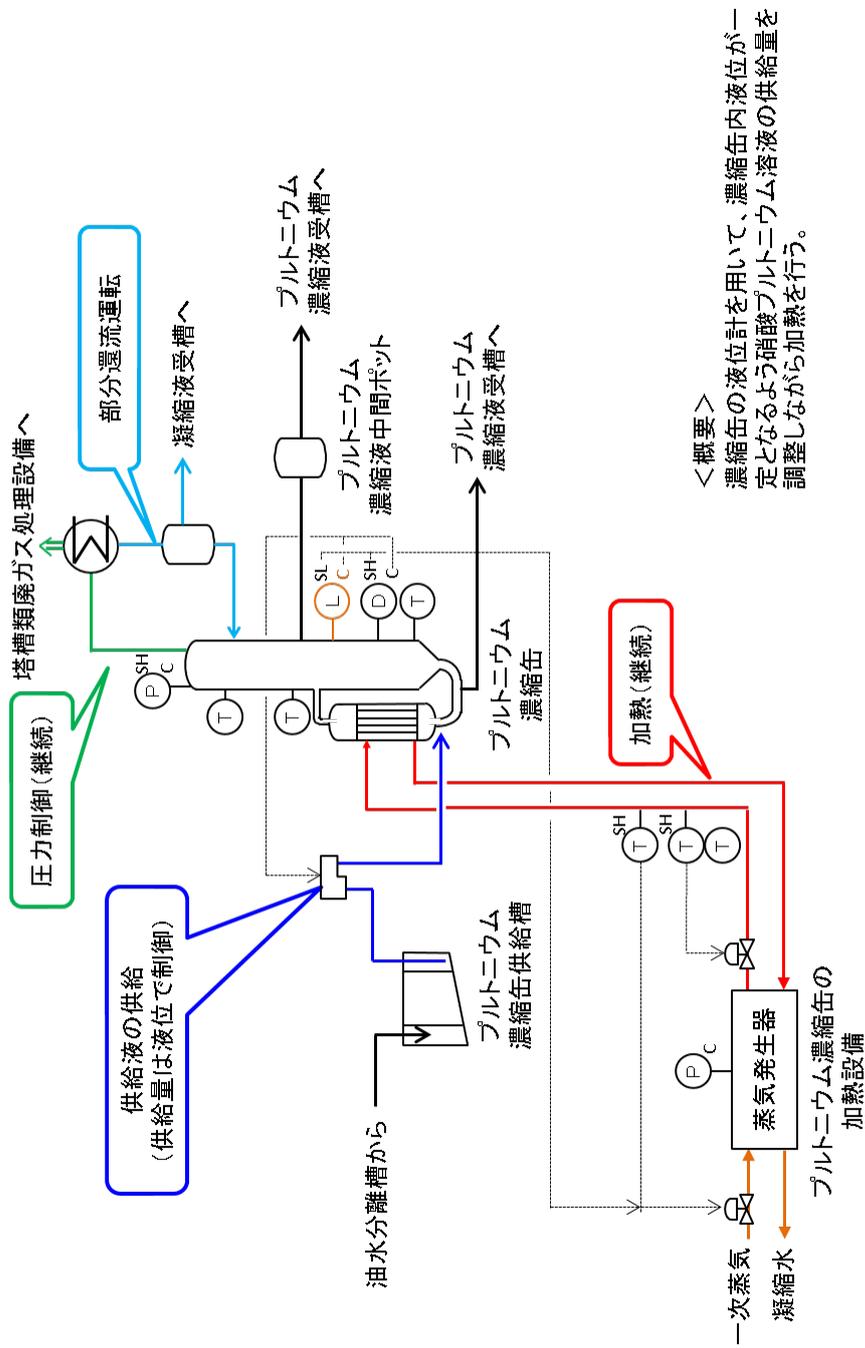
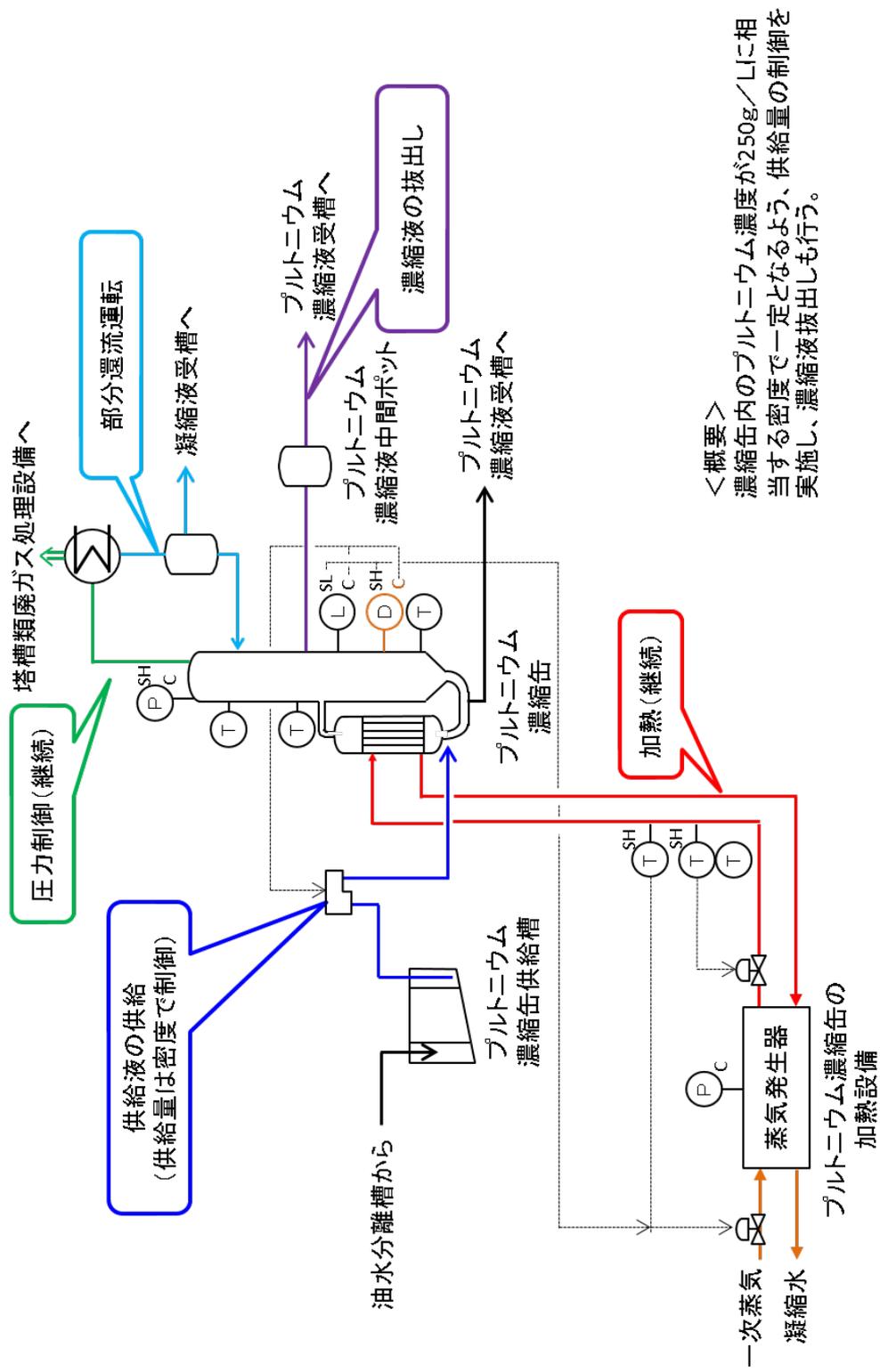
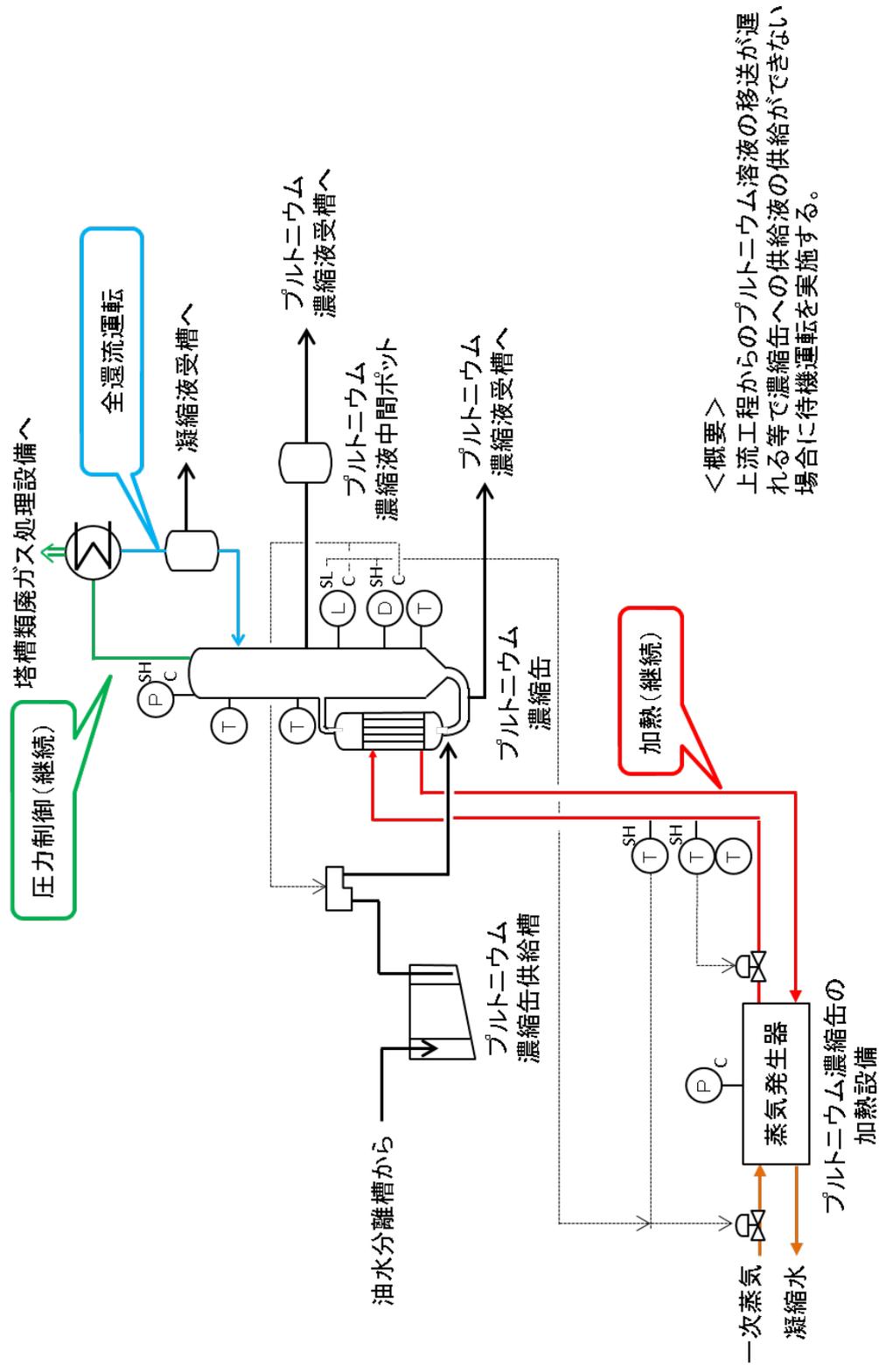


図-1 (2/5) プルトニウム濃縮缶の運転概要 (液位制御運転)



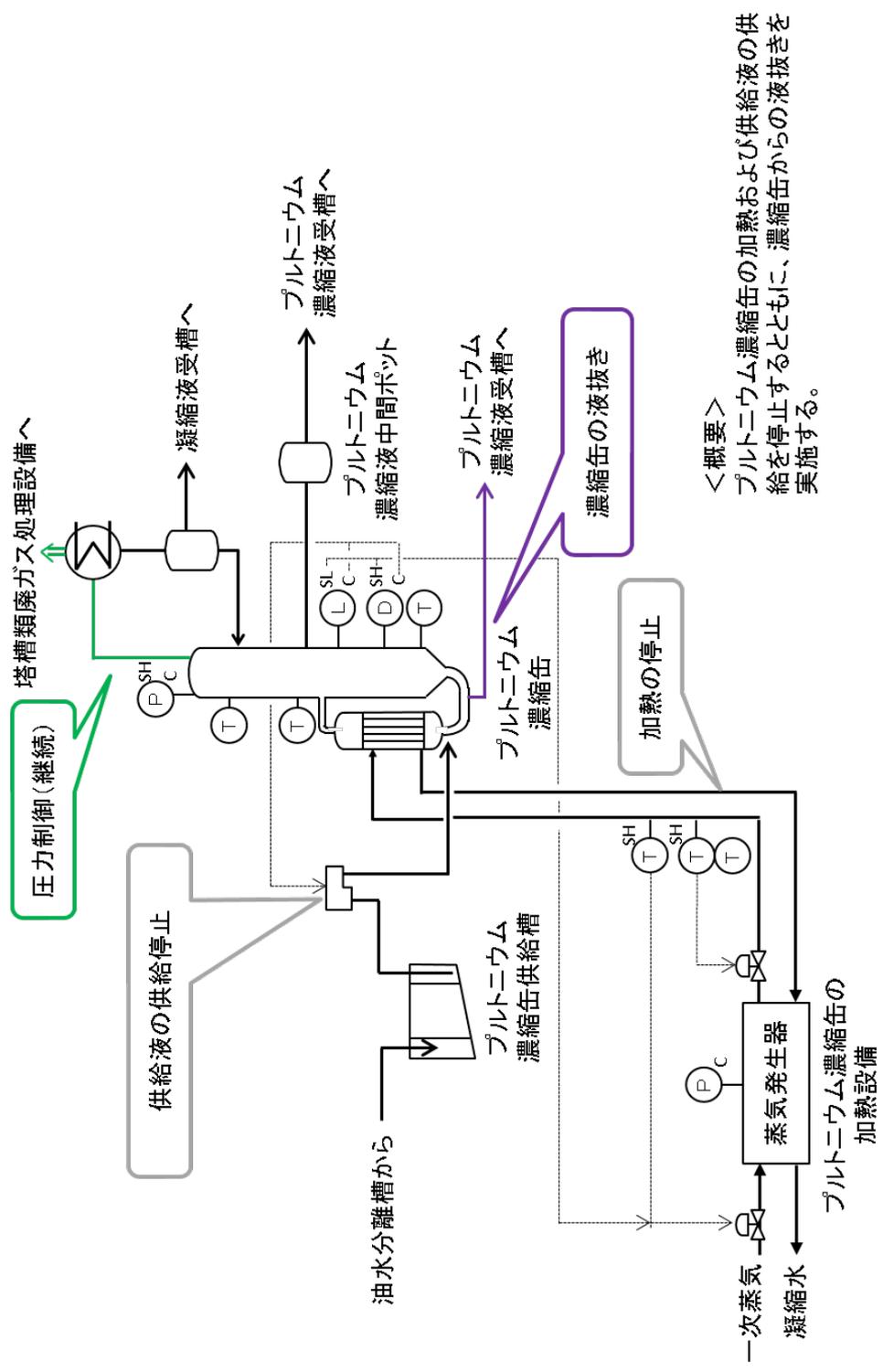
<概要>  
 濃縮缶内のプルトリウム濃度が250g/Lに相当する密度で一定となるよう、供給量の制御を実施し、濃縮液抜き出しも行う。

図-1 (3 / 5) プルトリウム濃縮缶の運転概要 (密度制御運転)



<概要>  
 上流工程からのプラセチウム溶液の移送が遅れる等で濃縮缶への供給液の供給ができない場合に待機運転を実施する。

図-1 (4/5) プラセチウム濃縮缶の運転概要 (待機運転)



<概要>  
 プルトニウム濃縮缶の加熱および供給液の供給を停止するとともに、濃縮缶からの液抜きを実施する。

図-1 (5/5) プルトニウム濃縮缶の運転概要 (停止)

## 2. 2. 2 起因の整理

プルトニウム濃縮缶でのT B P等の錯体の急激な分解反応に対して、発生防止を期待できる機能としては、以下のものがある。

図－2に発生防止機能を図示する。

### ① T B P等の濃縮缶への持ち込み防止

- ・ T B P洗浄器における希釈剤洗浄
- ・ 貯槽の下部からの溶液の抜き出し
- ・ 油水分離槽からプルトニウム濃縮缶供給槽への移送機器の液位低信号による移送停止
- ・ 運転員による下流工程への移送前における溶液のT B P濃度の分析結果確認
- ・ 運転員による希釈剤供給流量の指示値の確認

### ② 加熱蒸気温度の異常な上昇防止

- ・ 蒸気発生器における加熱蒸気の圧力（温度）制御
- ・ 運転員による加熱蒸気圧力高警報の発報確認
- ・ 運転員による加熱蒸気温度高警報の発報確認
- ・ 加熱蒸気圧力高警報に基づく運転員による対処
- ・ 加熱蒸気温度高警報に基づく運転員による対処
- ・ 加熱蒸気の温度が更に上昇した場合に、インターロックによる蒸気発生器への一次蒸気の供給停止
- ・ 加熱蒸気の温度が更に上昇した場合に、インターロックによる濃縮缶等への加熱蒸気の供給停止
- ・ 運転員による加熱蒸気温度，加熱蒸気圧力の確認

### ③ 過濃縮防止

- ・ 濃縮缶の密度制御

- ・濃縮缶の密度が異常に上昇した場合に、警報を発するとともにインターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給停止
- ・濃縮缶の液位が異常に低下した場合に、警報を発するとともにインターロックにより蒸気発生器への一次蒸気の供給停止
- ・運転員による定期的なログシートの採取による、濃縮缶の密度、液位、温度の確認

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する場合の、上記の発生防止機能の喪失については、以下の考え方に基づき選定した。

- ・上記①、②及び③の機能を担う主要な機能は喪失する。また、この機能喪失による事象の進展を防止する機能は 2 つまで機能喪失を想定する。
- ・運転員による異常の検知及び対処については、期待しない。

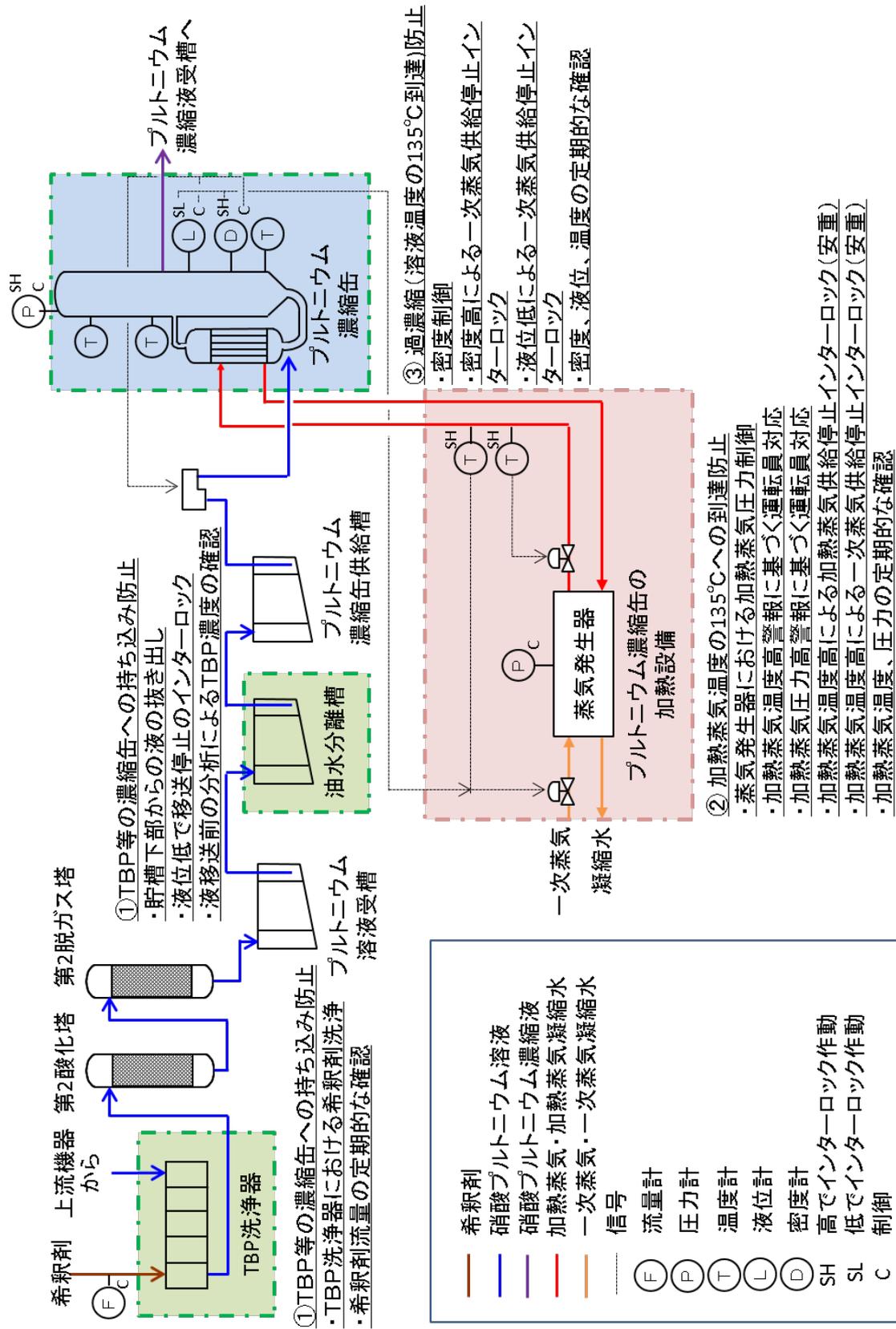


図-2 発生防止機能一覧

## 2. 2. 3 事象発生シナリオ

事故の起因の中で、その状態に至るまでの過程の違いにより事故の規模や対処が変わるものとして、過濃縮により T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度に至るまでのシナリオが挙げられる。

過濃縮はプルトニウム濃縮缶内に硝酸プルトニウム溶液があり、加熱を行っている状態でプルトニウム濃縮液の抜き出しが行われない状態でなければ発生しない。2. 2. 1 に記載したプルトニウム濃縮缶の運転方法を踏まえると、過濃縮に至るシナリオは、待機運転の実施中に凝縮液が下流工程へ流出する場合と、硝酸プルトニウム溶液の濃縮運転中に硝酸プルトニウム溶液の供給は継続するがプルトニウム濃縮液の抜き出しが行われない場合の 2 ケースのみが想定される。各ケースの詳細を以下に示す。

### (1) ケース 1：待機運転時の過濃縮

待機運転時、プルトニウム濃縮缶の加熱により発生した蒸発蒸気は、凝縮器において凝縮させ、全量を凝縮液としてプルトニウム濃縮缶に戻すが、何らかの誤操作により一部の凝縮液が下流工程に移送される状態で待機運転が継続されることを想定する。時間の経過とともに濃縮缶内の液位が低下し、プルトニウム濃縮液の濃度が高まることで沸点が上昇し、最終的に T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を超える状態に至る。

なお、プルトニウム濃縮液は、希釈剤洗浄が行われず T B P 濃度が高い状態の硝酸プルトニウム溶液を処理することでプルトニウム濃度は  $250 \text{ g/L}$ 、濃縮缶内の T B P 量は  $94 \text{ g}$  となっており、加熱蒸気温度は、待機運転が開始され凝縮液の一部が下流

工程に移送される状態が始まった時点でT B P等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を超えていると想定する。

このケースでは、異常の発生（待機運転状態で凝縮液の一部が下流工程に移送される）から事象の発生（800 g / Lへの到達）までの時間は約 29 時間となる。

ケース 1 の運転状態を図 - 3 , 事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態を図 - 4 に示す。

ケース 1 の場合, 事象発生時にはプルトニウム溶液の供給は停止している状態であり, 事象発生後の再供給は実施しない。また, T B P 等の錯体の急激な分解反応により, T B P 等の錯体は全てが分解されてしまうことから, 事象発生後はプルトニウム濃縮缶内にはT B P 等が存在しないこととなるため, T B P 等の錯体の急激な分解反応は再発しない。

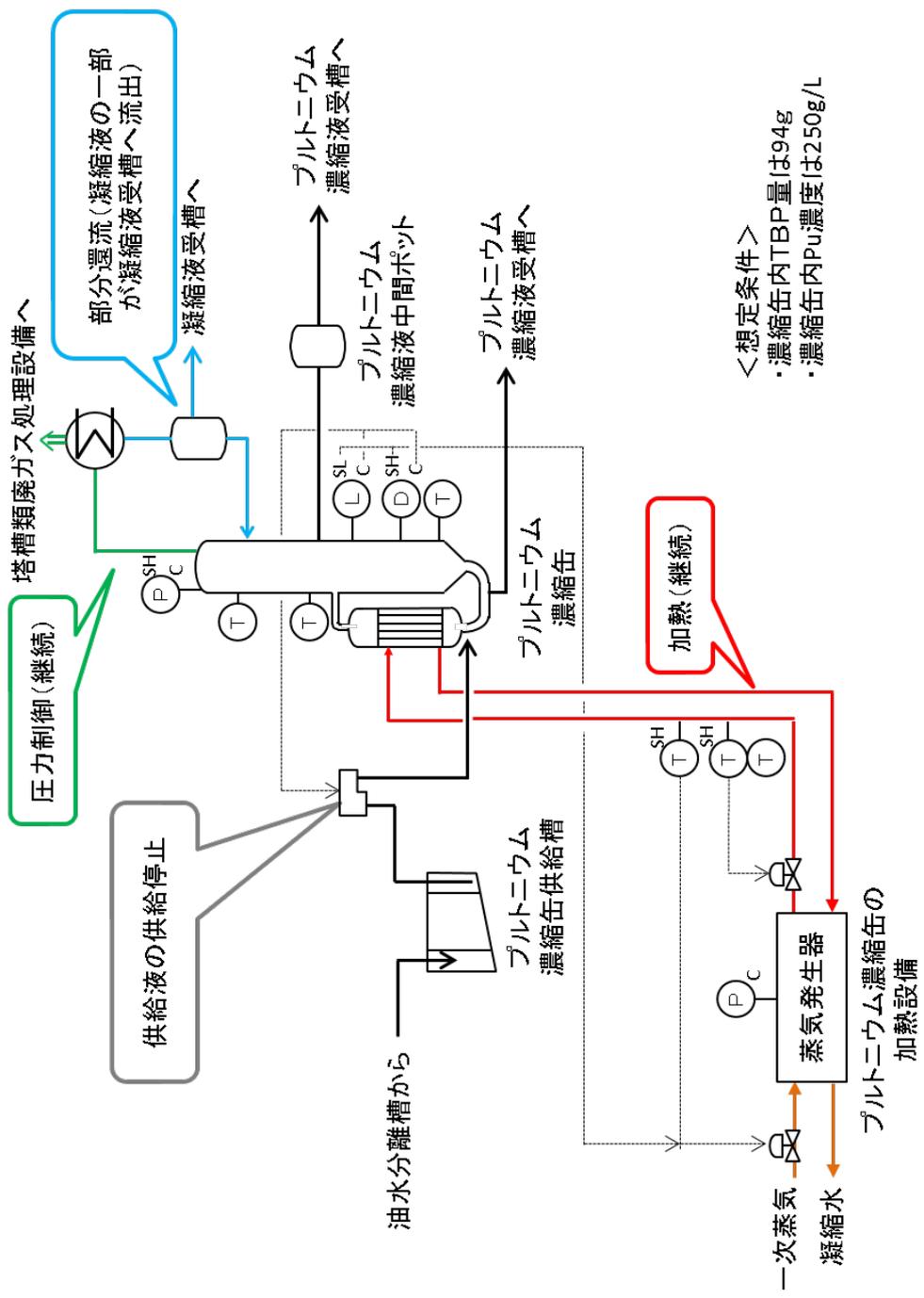
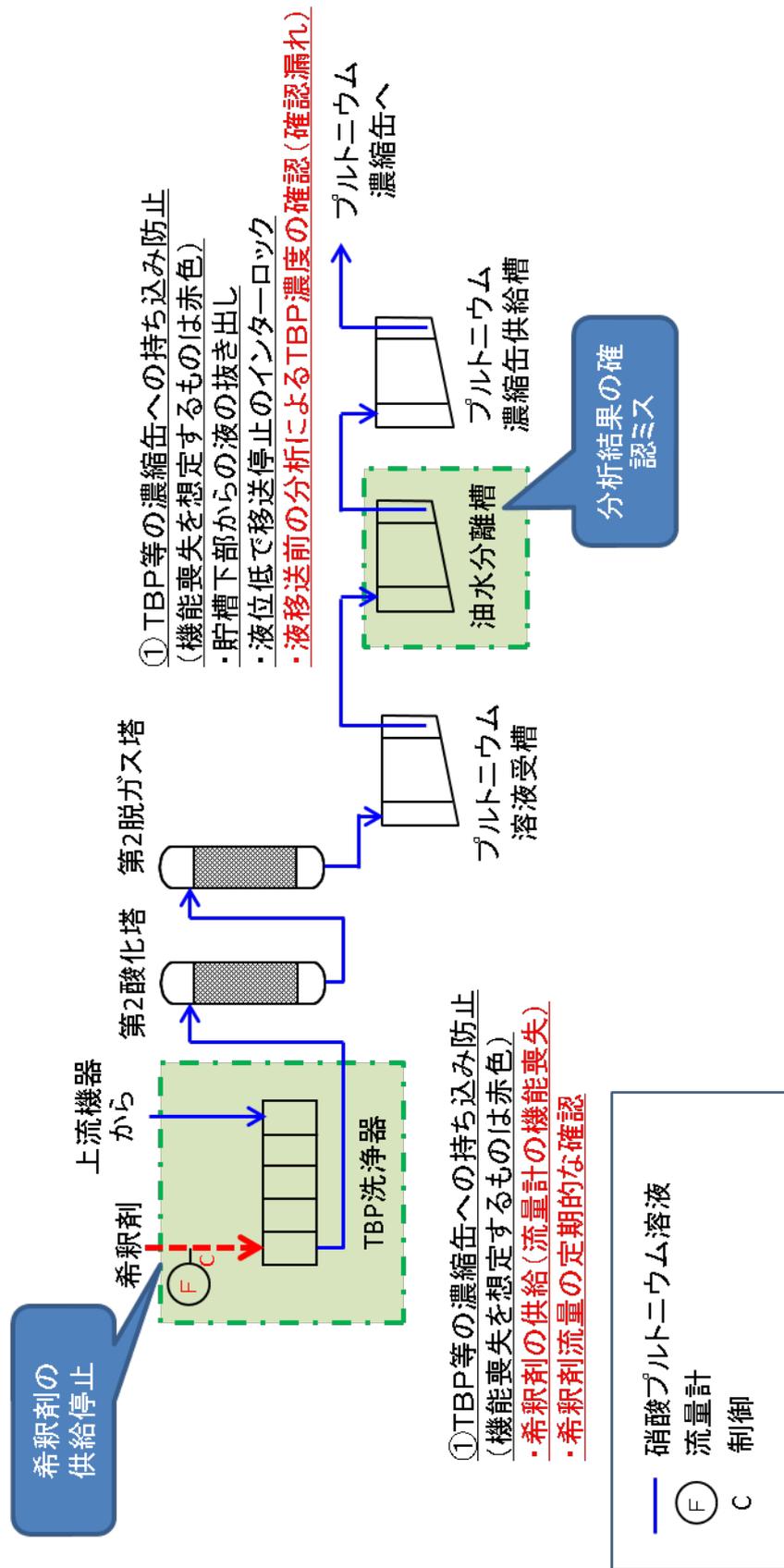


図-3 想定シナリオケース1の運転状態

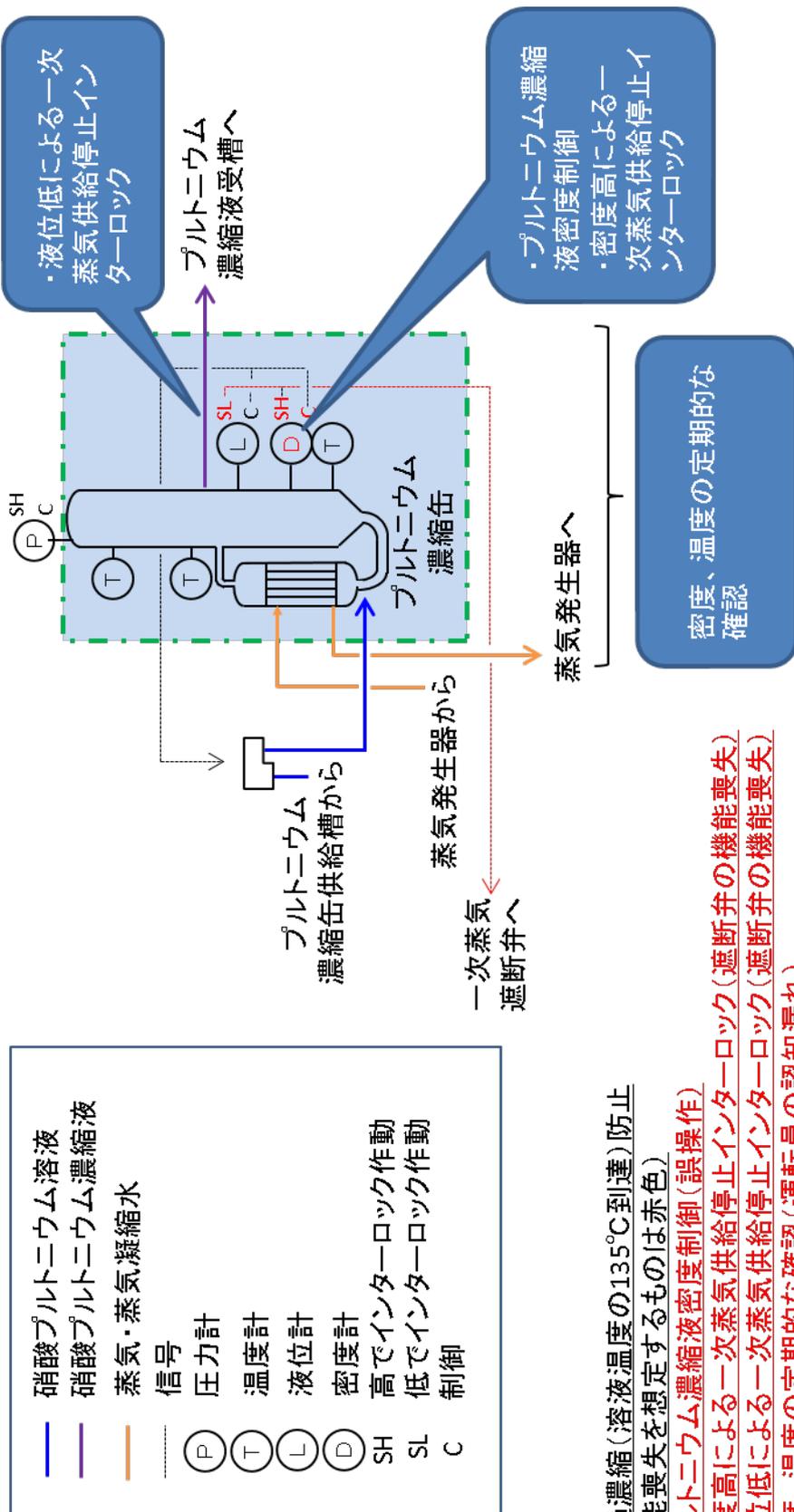
## TBP等の混入防止に係る機能の喪失



図ー4 想定シナリオケース1の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態(1/3)



## 過濃縮防止に係る機能の喪失



- ③ 過濃縮(溶液温度の135°C到達)防止  
(機能喪失を想定するものは赤色)
- ・プルトニウム濃縮液密度制御(誤操作)
  - ・密度高による一次蒸気供給停止インタローロック(遮断弁の機能喪失)
  - ・液位低による一次蒸気供給停止インタローロック(遮断弁の機能喪失)
  - ・密度、温度の定期的な確認(運転員の認知漏れ)

図-4 想定シナリオケース1の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態(3/3)

## (2) ケース2：濃縮運転中の過濃縮

液位制御による硝酸プルトニウム溶液の濃縮運転を実施しており、所定の密度に到達したことから、通常であれば自動で密度制御に切り替わるところが、液位制御の制御モードが手動制御モードとなっており、密度制御への自動切り替えが行われず、液位制御による運転が継続することを想定する。さらに、加熱蒸気についても、この異常の発生と同時に圧力制御機能が喪失し、温度が上昇すると想定する。この状態では、硝酸プルトニウム溶液の供給は継続されるがプルトニウム濃縮液の抜き出しは行われないため、過濃縮が進むと想定する。プルトニウム濃縮液の密度の上昇が継続し、沸点がTBP等の錯体の急激な分解反応が発生する温度に相当する  $800 \text{ g/L}$  に到達した時点で事象が発生する。

このケースでは、異常の発生（密度制御機能の自動切り替えの未実施及び加熱蒸気温度の上昇）から事象の発生（ $800 \text{ g/L}$  への到達）までの時間は、硝酸プルトニウム溶液の供給流量（ $113 \text{ L/h}$ ）と供給する硝酸プルトニウム溶液のプルトニウム濃度（ $24 \text{ g/L}$ ）から、約 ■■■ 時間となる。

ケース2の運転状態を図-5、事象発生の起因となる発生防止機能の喪失状態を図-6に示す。

ケース2の場合、事象発生時にはプルトニウム溶液の供給が継続しており、事象の継続（再発）が想定される。

■■■ については商業機密の観点から公開できません。

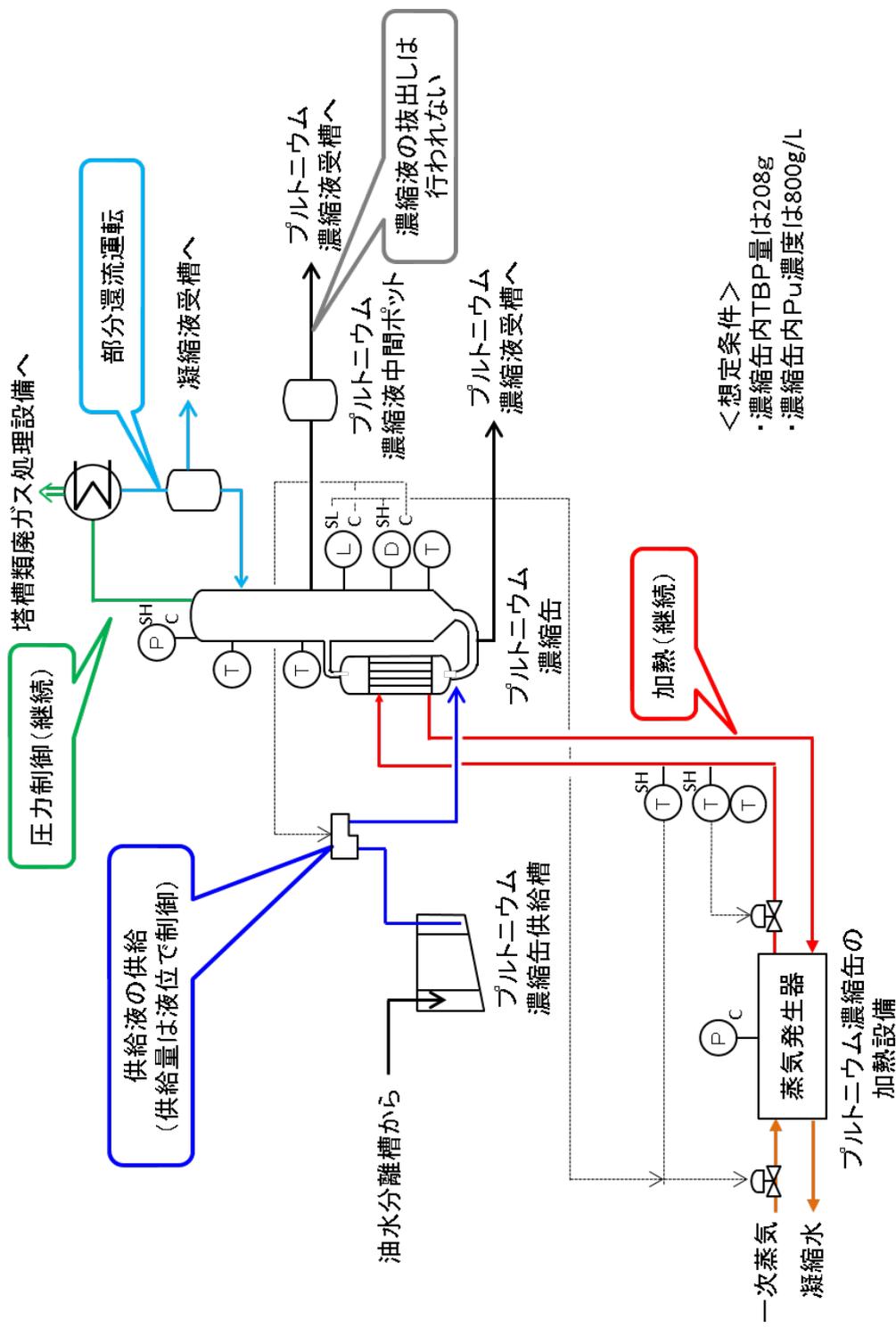
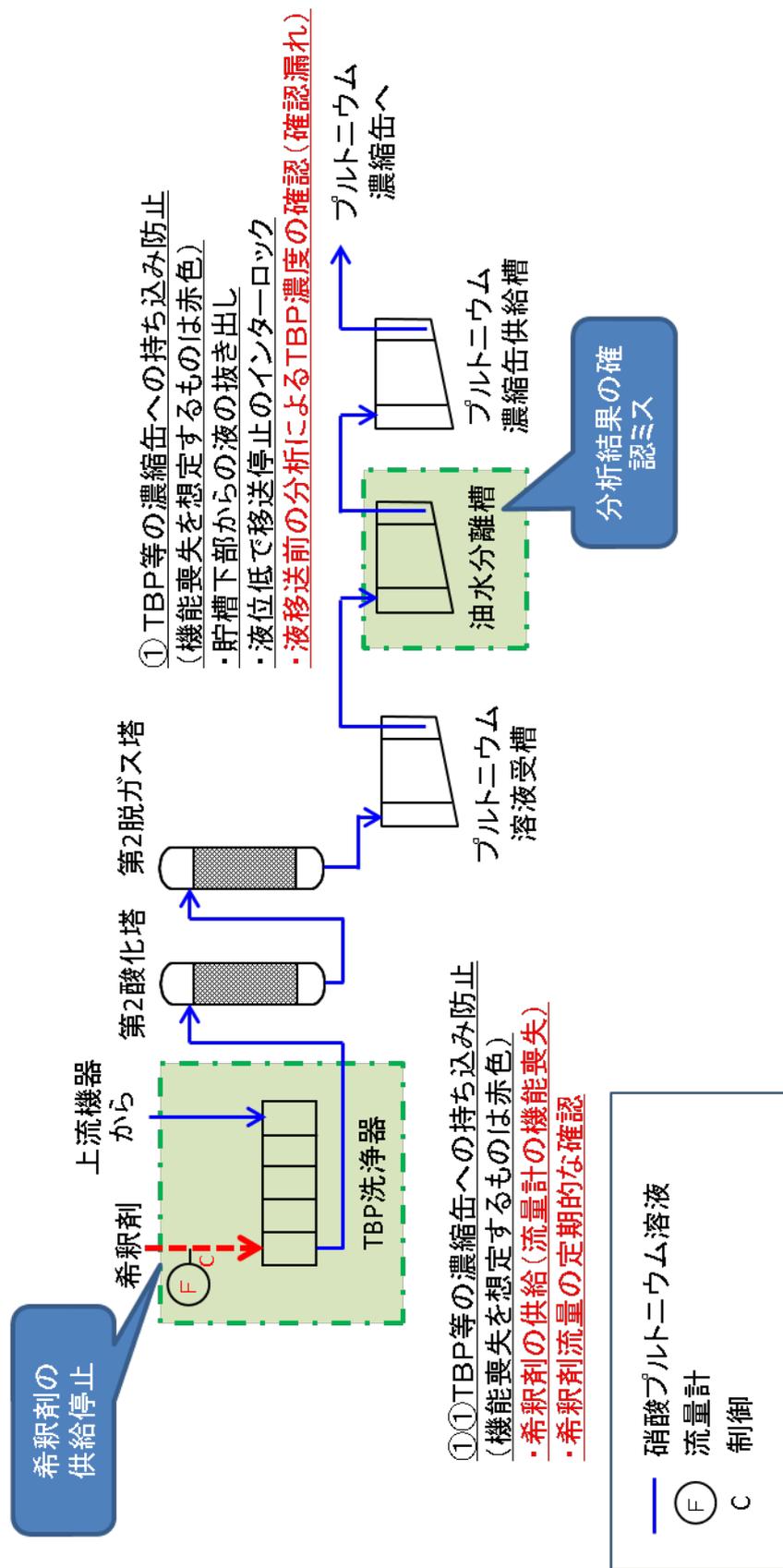


図-5 想定シナリオケース2の運転状態

## TBP等の混入防止に係る機能の喪失



図－6 想定シナリオケース2の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態（1／3）

## 加熱蒸気温度の135°C到達防止に係る機能の喪失

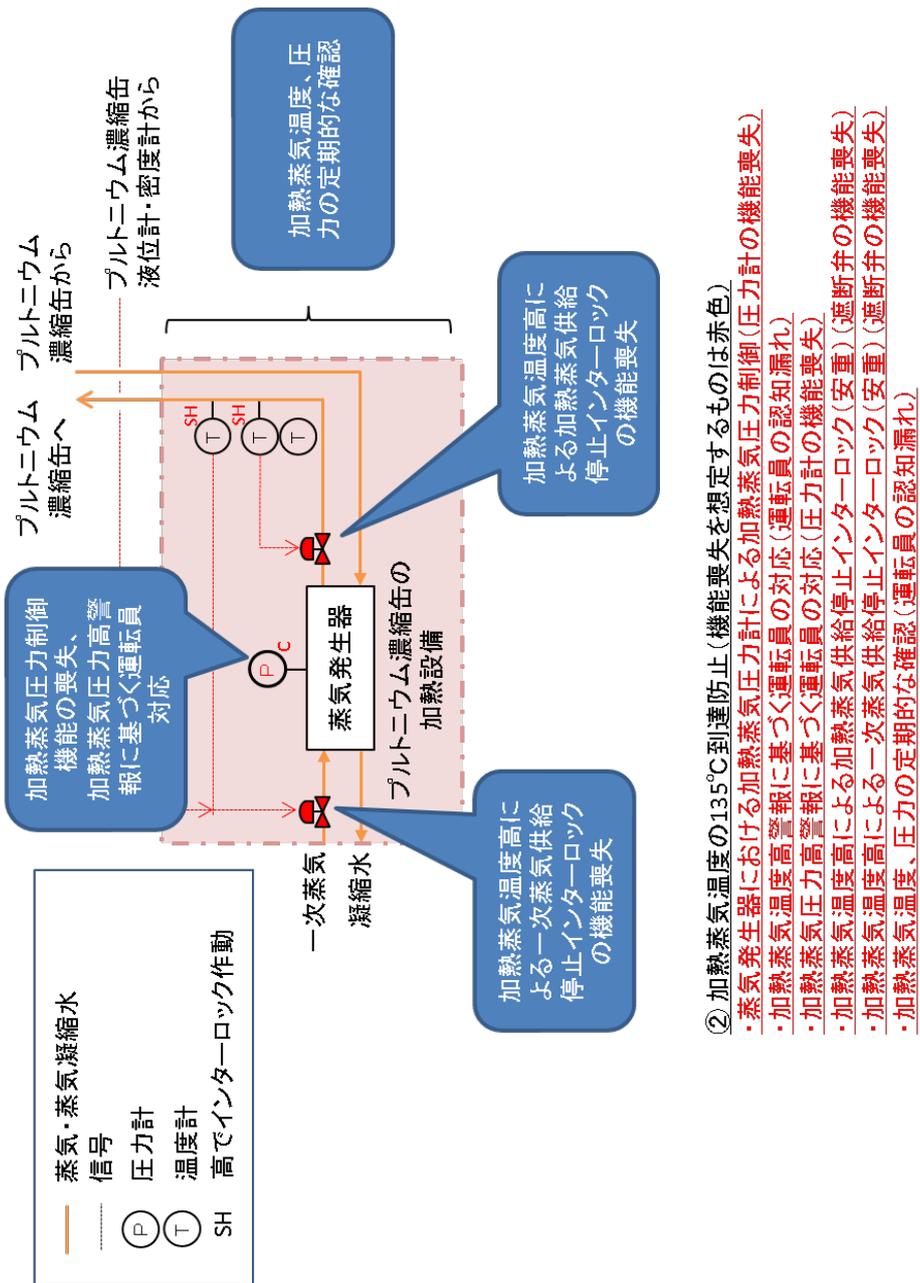
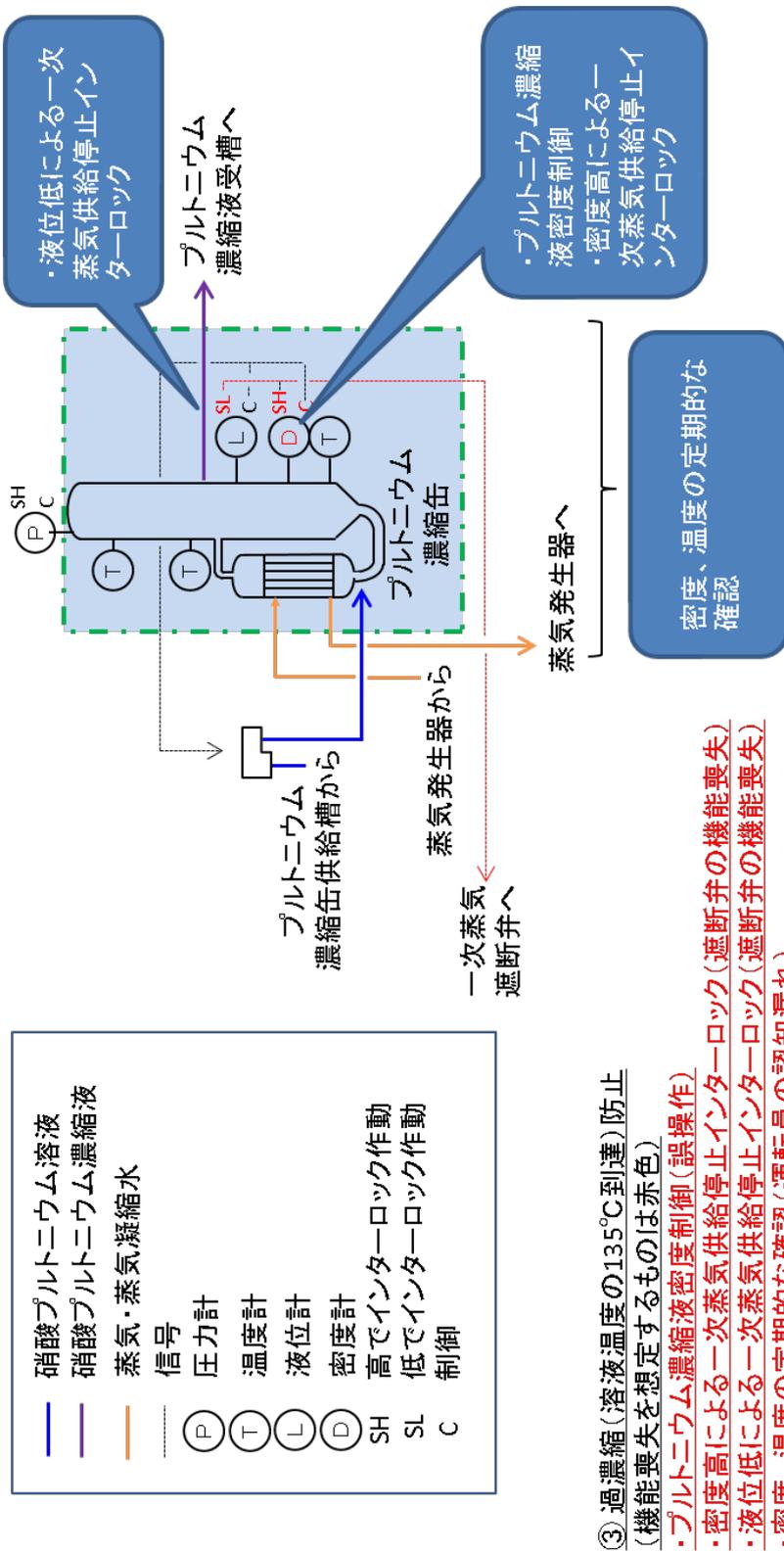


図-6 想定シナリオケース2の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態 (2 / 3)

## 過濃縮防止に係る機能の喪失



図－6 想定シナリオケース2の事象発生の原因となる発生防止機能の喪失状態 (3 / 3)

ケース 1 とケース 2 について、事象発生までの時間、事象の大きさ、再発の可能性等について比較を行った。結果を表 3 に示す。

比較の結果、以下の観点からケース 2 を対象とする。

- ・ケース 2 は、反応する T B P 等の量及び放出放射エネルギーが多い
- ・ケース 2 は、事象発生時にもプルトニウム溶液をプルトニウム濃縮缶へ供給しており事象が再発（継続）する可能性があるため、拡大防止対策として実施すべき事項がケース 1 よりも多く、ケース 2 の拡大防止対策を行うことでケース 1 においても拡大防止が可能

表－２：ケース１とケース２の比較（１／３）

項目	ケース１	ケース２
事象発生までの時間	異常の発生（待機運転状態で凝縮液の一部が下流工程に移送される）から事象の発生（800 g / L への到達）までの時間は約 29 時間となる。	異常の発生（液位制御から密度制御へ切り替わるべき状態で液位制御が継続）から事象の発生（800 g / L への到達）までの時間は約 ■ 時間となる。
反応に使われる T B P 量	反応に使われる T B P 等の錯体量（T B P 等の量）は、約 24 g / L のプルトニウム溶液を 250 g / L に濃縮するために必要なプルトニウム溶液量に相当する量（94 g）	反応に使われる T B P 等の錯体量（T B P 等の量）は、250 g / L のプルトニウム濃縮液を、約 24 g / L のプルトニウム溶液を用いて 800 g / L に濃縮するために必要な硝酸プルトニウム溶液量に相当する量（約 208 g ※）
事象の大きさ（圧力，温度，放出放射エネルギー）	濃縮缶の健全性は保たれ、V O G の高性能粒子フィルタの健全性も維持できる。放出放射エネルギーは現状と同じ。	濃縮缶の健全性は保たれ、V O G の高性能粒子フィルタの健全性も維持できる。放出放射エネルギーは、T B P 等の量が増えるため A R F が上昇することから増加する。

■については商業機密の観点から公開できません。

表－２：ケース１とケース２の比較（２／３）

項目	ケース１	ケース２
再発の可能性	<p>事象発生時にはプルトリウム溶液の供給は停止している状態であり、事象発生後の再供給は実施しない。また、T B P等の錯体の急激な分解反応により、T B P等の錯体は全てが分解されてしまうことから、事象発生後はプルトリウム濃縮缶内にはT B P等が存在しないこととなるため、再発しない。</p>	<p>事象発生時にもT B P濃度が高いプルトリウム溶液をプルトリウム濃縮缶へ供給しており、缶内が高温、高硝酸濃度であることを踏まえると、供給したプルトリウム溶液に含まれるT B P等が、プルトリウム濃縮缶に供給した瞬間に分解反応を起こす可能性が否定できないため、再発（事象の継続）を想定する。</p>
拡大防止対策	<p>拡大防止対策は、プルトリウム溶液の供給が停止していることから、拡大防止対策は不要。</p>	<p>拡大防止対策は、プルトリウム溶液の供給の停止及び加熱の停止が必要。</p>

表－２：ケース１とケース２の比較（３／３）

項目	ケース１	ケース２
異常な水準の放出防止対策	<p>１回の反応による放射性物質の放出を考慮する。再発しないため、再発を考慮した対策は不要。</p>	<p>プルトニウム溶液の供給を止めるまでは放射性物質の放出が継続する可能性があるため、プルトニウム溶液の供給停止までを考慮した対策（再発を考慮した対策）が必要。</p>
対策に対する時間余裕	<p>拡大防止対策については、事象の再発がないことから、時間制限はない。</p>	<p>事象が再発（継続）していることから、拡大防止対策は速やかに実施する必要がある。</p>

※208 g の算出方法について

平常運転時の 250 g / L のプルトニウム濃縮液を ■■■ g / L の硝酸プルトニウム溶液を用いて 800 g / L に濃縮するまでに必要な溶液量は、プルトニウム濃縮缶の容量を ■■■ L とした場合、3713 L となる。

$$(800 - 250) \times \blacksquare \div \blacksquare = 3713$$

T B P 量は、水への 100% T B P の溶解度 (460 m g / L) から 30% T B P (0.3 倍) の溶解度を算出することで供給液の T B P 濃度とし、これを 140 m g / L とする。

蒸発濃縮運転時の濃縮缶内での残留率は 40%<sup>1)</sup> とする。

これらを掛け合わせることで、208 g となる。

$$0.14 \times 3713 \times 0.4 = 208$$

- 1) 「ウラン濃縮缶等での T B P 挙動検討試験報告書」 TR91-01, 住友金属鉱山株式会社, 平成 3 年 7 月における留出率 60% から残留率を 40% としている。

■■■ については商業機密の観点から公開できません。

2.3 事象発生シナリオとしてケース2を使用することについて

2.3.1 TBP等の錯体の急激な分解反応を起こすTBP等の量

プルトニウム濃縮缶に供給されるTBP等の量は、TBP等の濃度の高いプルトニウム溶液を供給しながら過濃縮に至ることから、約208gとなる。

TBP等の量がケース1と比べて増加することにより、TBP等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の放射性物質の気相への移行割合（ARF）が増大し、放出放射エネルギーが増大する。また、プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム量が従来の評価よりも増えるため、MARも増大する。TBP等の錯体の急激な分解反応によるプルトニウム濃縮缶から精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下、「VOG」と言う。）の高性能粒子フィルタまでの経路の温度及び圧力の上昇、濃縮缶の健全性、VOGの高性能粒子フィルタの健全性に関する評価も変更になる。それぞれの影響は以下のとおり。

① 放出放射エネルギー

放出放射エネルギーについては、TBP等の錯体の急激な分解反応に使われるTBP量が増加することに伴いARFが約2倍、プルトニウム濃縮缶に供給される硝酸プルトニウム溶液の液量が増えることからMARが3.2倍となり、約 $5 \times 10^{-4}$  TBqとなる。また、被ばく線量については、約 $4 \times 10^{-1}$   $\mu$ Svとなる。

② プルトニウム濃縮缶からVOGの高性能粒子フィルタまでの温度、圧力及び濃縮缶

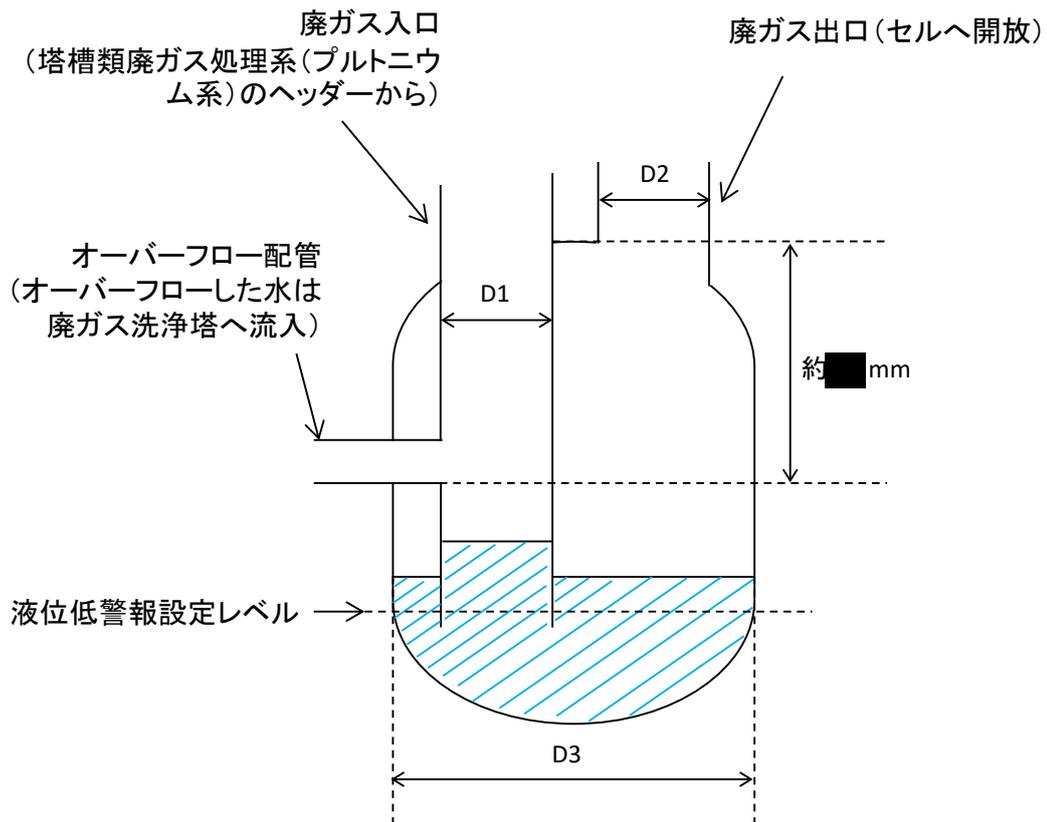
T B P 等の錯体の急激な分解反応を起こす T B P 等の量が増えているため、それぞれの温度、圧力も上昇する。

T B P 等の量を 240 g とした場合の F l u e n t を用いた解析では、当該濃縮缶の出口における圧力は約 840 k P a 上昇し、この圧力においてもプルトニウム濃縮缶の健全性は維持されると評価している。V O G の高性能粒子フィルタについても、最大差圧が約 3.6 k P a , 温度は約 44℃となり、健全性が確認されている 9.3 k P a 及び 200℃を下回るため、健全性は確保できる。

### 3. T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の廃ガスポットの水封の状況

#### 3. 1 廃ガスポットの構造

廃ガスポットの概要図を図－7に示す。



図－7 廃ガスポット概要図

廃ガスポットにはオーバーフロー配管が設置されており，有効容量は約 [redacted] リットルである。

廃ガスポットの廃ガス入口配管は，精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）のヘッダーからつながっている配管であり，廃ガスポット内で水封されている。

[redacted] について商業機密の観点から公開できません

る。廃ガス出口配管は液浸しておらず、廃ガスポットからセルへ開放となっている。

廃ガス入口配管と廃ガス出口配管の径は同一であり、廃ガスポットの径は廃ガス入口配管の約3倍である。

廃ガスポットには液位低警報が設置されており、この警報が発報した際はポットの液張りを実施する。この警報の設定レベルは、廃ガス入口配管の下端レベルよりも高い位置に設定されている。

### 3.2 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の影響

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際、廃ガス入口配管から廃ガスポットの方角にかかる圧力は、T B P 量を 240 g とした場合の F l u e n t による解析結果から、約 20 k P a と想定している。

廃ガスポット内の廃ガス入口配管の液浸は最大で約 ■■■■ m m であるため、約 20 k P a の圧力がかかった場合には、廃ガス入口配管の下端から、廃ガスが気泡となって廃ガスポット内の水中を上昇し、廃ガス出口配管からセルへ流出する。その後、圧力上昇の収束に伴い廃ガスポット内の水の変動は収まる。(想定図を図-8に示す)

この場合、大量の気泡が水中を抜けていくことにより液面が乱れるとともに廃ガス出口から流出する廃ガスに同伴した水の分だけ液が減ることが考えられる。同伴する水の量は、爆発時におけるエアロゾル濃度の推奨値である  $100 \text{ m g} / \text{ m}^3$  を適

■■■■ について商業機密の観点から公開できません

用した場合，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い廃ガスポットからセルへ導出される空気量（約  $0.8\text{m}^3$ ）から，約  $80\text{m g}$  となる。この量の水が減少しても水封が切れることはない。

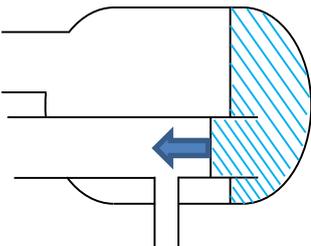
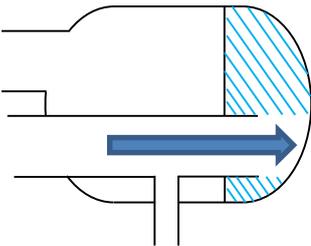
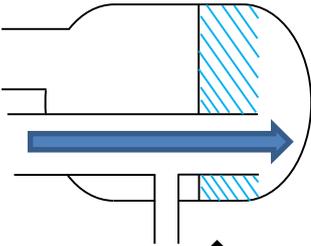
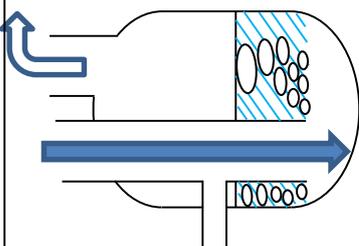
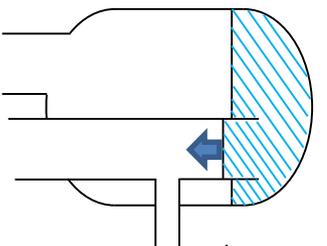
<p>通常状態</p> <p>青色の矢印は圧力のかかる方向と大きさを表している</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃ガスポット内の廃ガス入口配管は液浸(水封)しており、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の廃ガスがセルへ流出することはない。</li> <li>・廃ガス入口の配管(塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の液面ヘッドーからの配管)内の液面は、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の負圧により廃ガスポット内の液面よりも高くなっている。</li> </ul>
<p>事象発生後① (事象発生から約0.1秒後)</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>・TBP等の錯体の錯体の急激な分解反応の発生により、廃ガス入口配管から廃ガスポットに向かう方向に高い圧力で廃ガスが流入する。</li> <li>・圧力の上昇により廃ガス入口配管直下の水が押し下げられ、これにより廃ガスポット内の液面も上昇する。</li> </ul>
<p>事象発生後② (事象発生後①から事象発生後③の間)</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>・事象発生直後①の状態からさらに圧力がかかることで、廃ガス入口配管の下端より下部の水は、圧力がかかることにより全て廃ガスポット上方に持ち上げられる。</li> </ul>
<p>事象発生後③ (事象発生から約0.3秒後)</p> <p>白抜き矢印は廃ガスの流れを表している</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>・事象発生直後②の状態からさらに圧力がかかる(廃ガスが流入する)ことで、廃ガス入口配管から押し出された廃ガスは、気泡の形で廃ガスポット内の水中を上昇し、廃ガス出口配管からセルへ流出する。</li> </ul>
<p>事象発生後④ (事象発生から約1分後)</p> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>・塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の系統内の圧力上昇が収束し、空気圧縮機による廃ガスの貯留が始まると、廃ガス処理設備が微負圧となるため、廃ガス入口の配管は再び液浸(水封)され、塔槽類廃ガス処理系(プルトリウム系)の廃ガスのセルへの流出は止まる。</li> </ul>

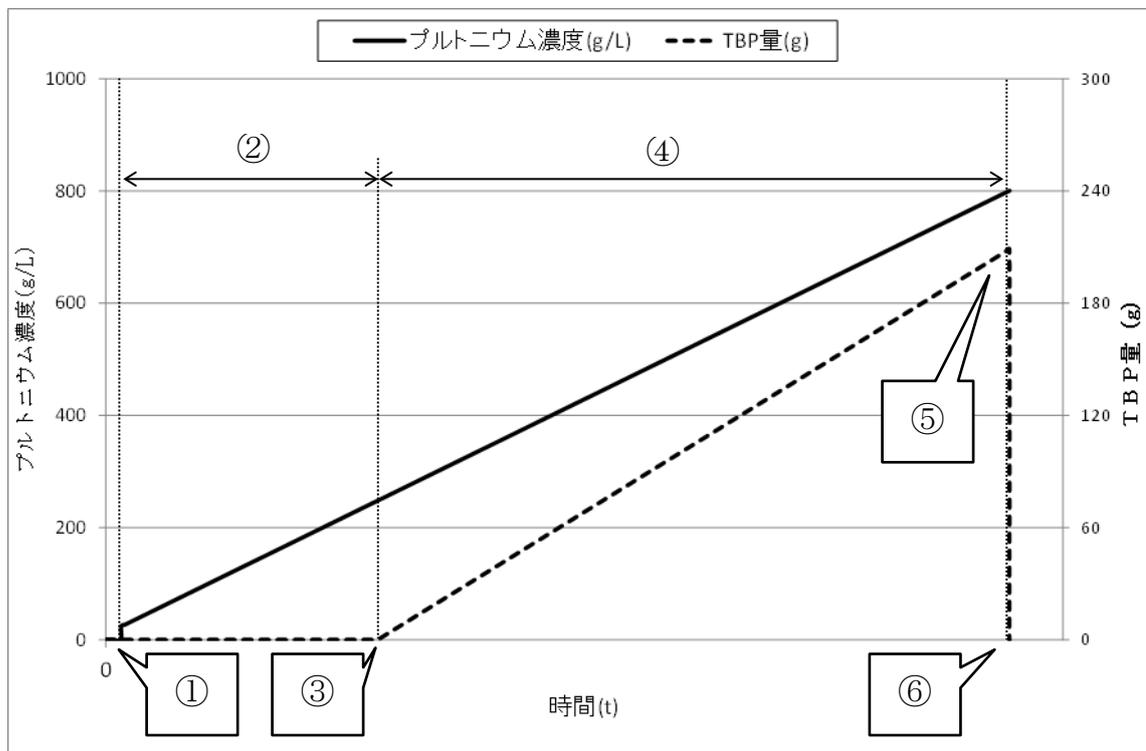
図-8 TBP等の錯体の急激な分解反応が発生した直後の廃ガスポット内の状況(想定)

補足説明資料 10－2

プルトニウム精製設備プルトニウム濃縮缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応発生時の温度・圧力等の経時変化

1. T B P等の錯体の急激な分解反応発生前の状況

T B P等の錯体の急激な分解反応の発生に至るまでの濃縮缶内の液量、P u濃度及びT B P量のトレンドグラフのイメージ図を第1図に示す。



【運転状態及び発生を想定する異常】

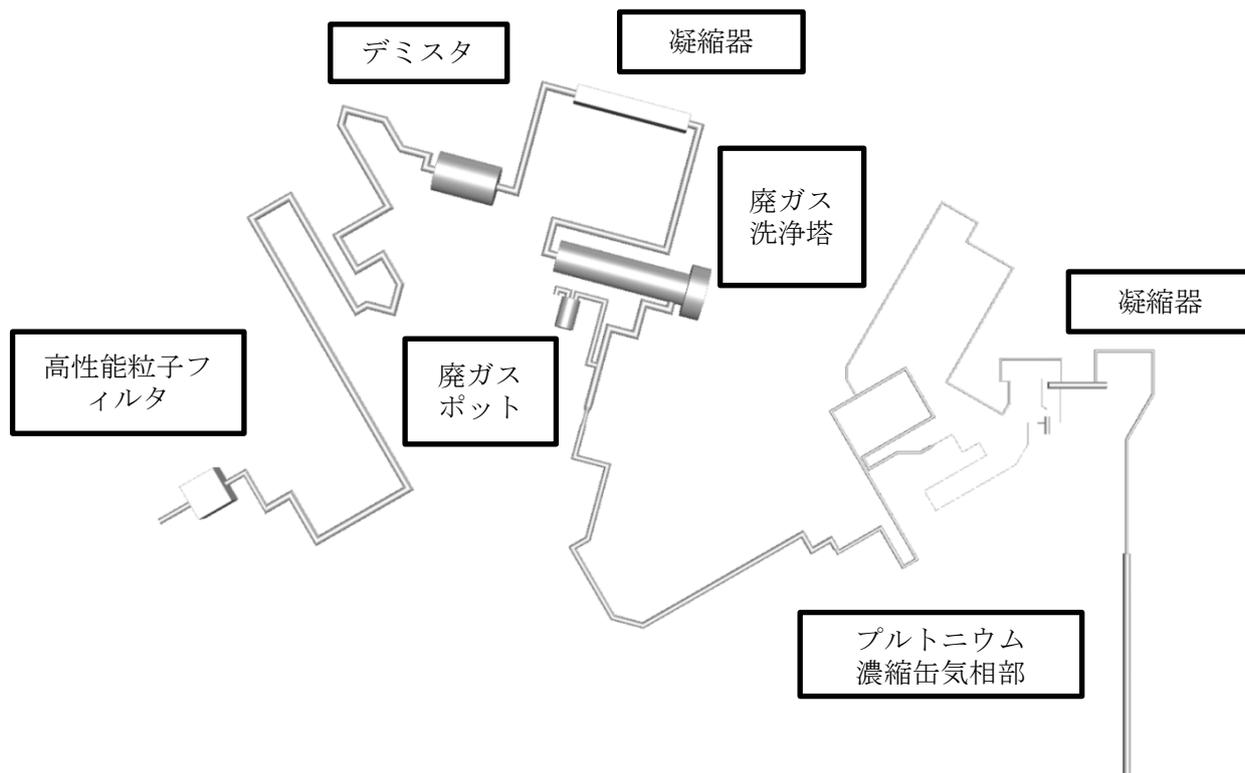
- ①：プルトニウム濃縮缶への液張り及びプルトニウム濃縮工程の立ち上げ
- ②：液位制御運転による所定濃度までの濃縮
- ③：液位制御から密度制御への切り替え不能（液位制御の継続）及びT B P等を含む供給液の供給開始
- ④：過濃縮の進展及びT B P等の蓄積
- ⑤：T B P等の錯体の急激な分解反応の発生
- ⑥：供給液の供給停止（T B P等の錯体の急激な分解反応の検知から1分以内）

第1図 プルトニウム濃縮缶のトレンドグラフのイメージ図

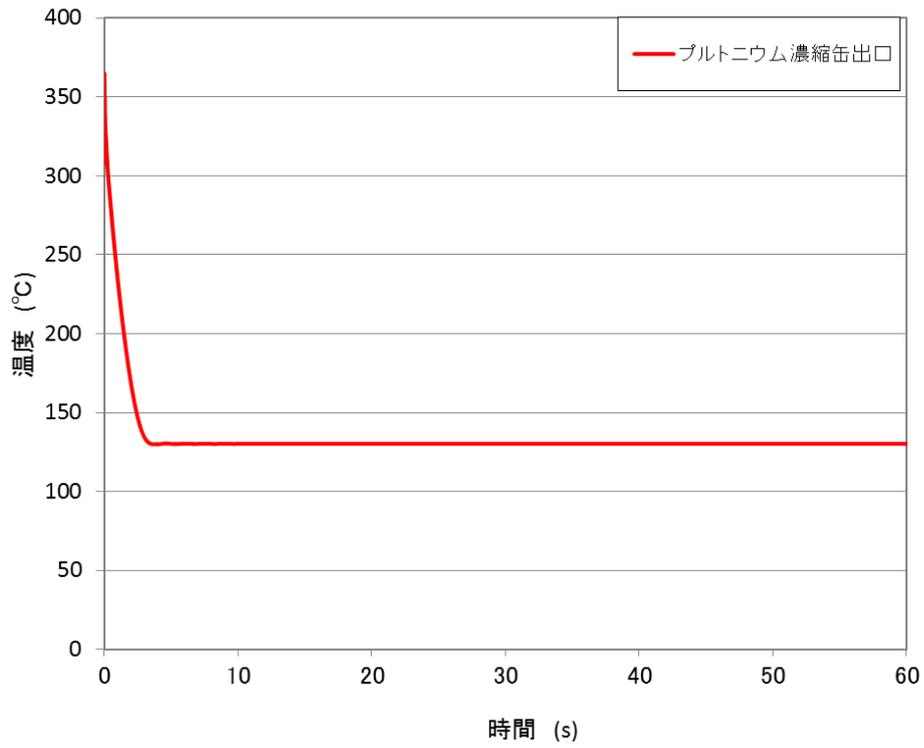
規定の P u 濃度に達した場合は、液位を一定に制御する運転から、密度を一定に制御する運転に切替えるが、液位制御運転が継続し、濃縮缶内の P u 濃度が上昇することを想定する。この時、併せて T B P 洗浄器での希釈剤洗浄機能が喪失し、濃縮缶内に T B P が飽和している供給液が供給される状態となる（図中①）。この状態が継続すると、濃縮缶内は過濃縮状態となり、P u 濃度が上昇し、T B P 等の錯体の急激な分解反応が起こる状態となる（図中②）。

## 2. T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時の状況

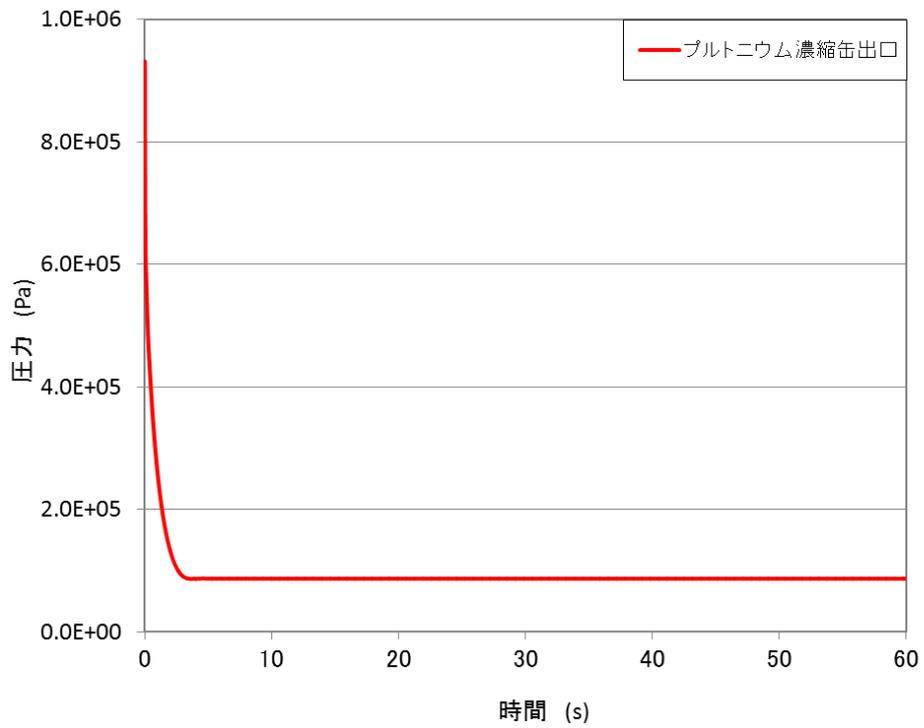
T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際の温度及び圧力状態については、塔槽類廃ガス処理系の高性能粒子フィルタが健全であるか確認することを目的として、解析コード F l u e n t を用いた解析を行っている。解析コード F l u e n t 解析結果に基づき、プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶で T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際の高性能粒子フィルタやプルトニウム濃縮缶出口部等の各部位の温度・圧力の経時変化を以下のとおりまとめた。なお、濃縮缶内 T B P 量は 208 g が想定シナリオの評価量であるが、F l u e n t 解析では 240 g をインプットした結果を引用している。プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶の解析モデルを第 2 図に示す。図で示されている各部位における温度・圧力の経時変化を第 3 図から第 16 図に示す。T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合、プルトニウム濃縮缶気相部から高性能粒子フィルタまで、圧力及び温度は数秒のオーダーで伝播していく。なお、本解析モデルでは、高性能粒子フィルタへの影響を最も厳しく評価するため、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後の廃ガス及び系統内の空気が全て高性能粒子フィルタへ到達し、廃ガスポットからセルへは導出しないモデルで解析している。



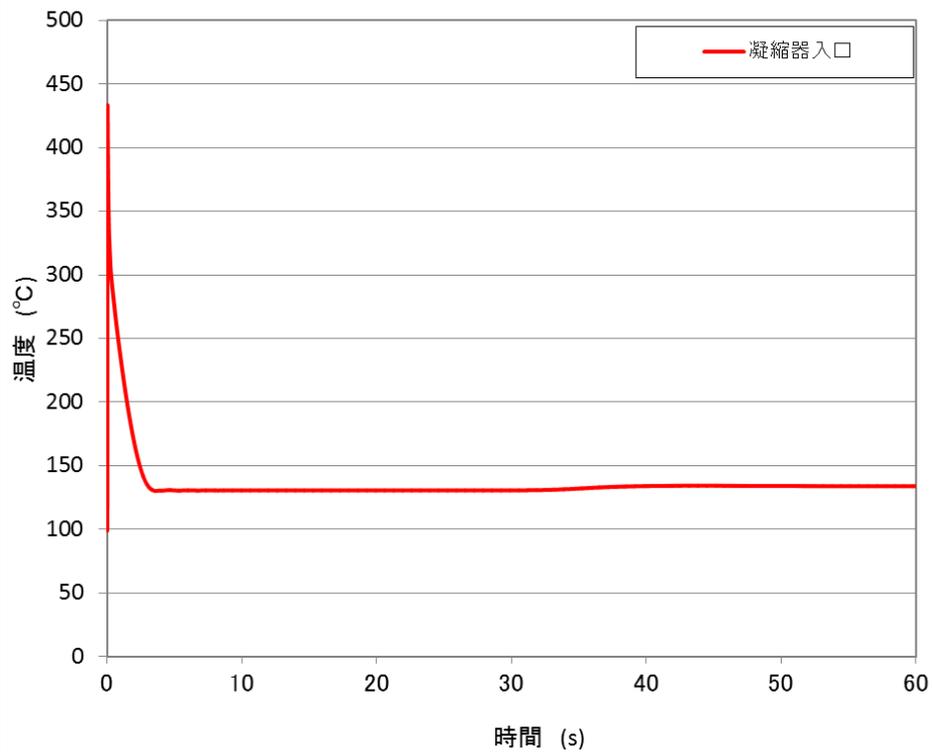
第2図 プルトニウム精製設備のプルトニウム濃縮缶周りの解析モデル



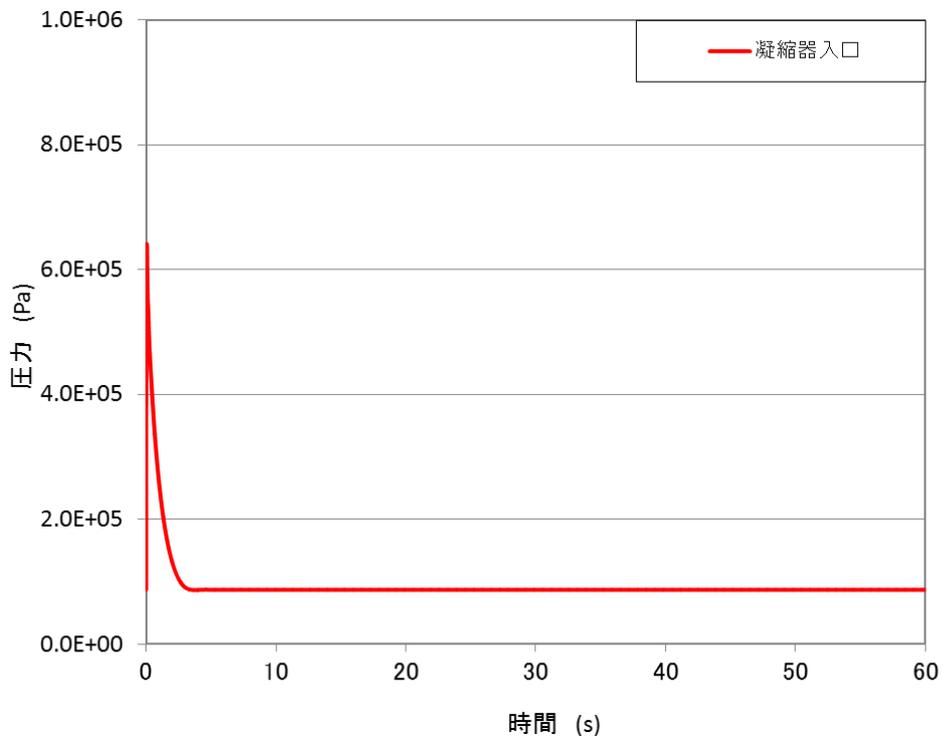
第3図 プルトニウム濃縮缶気相部の温度



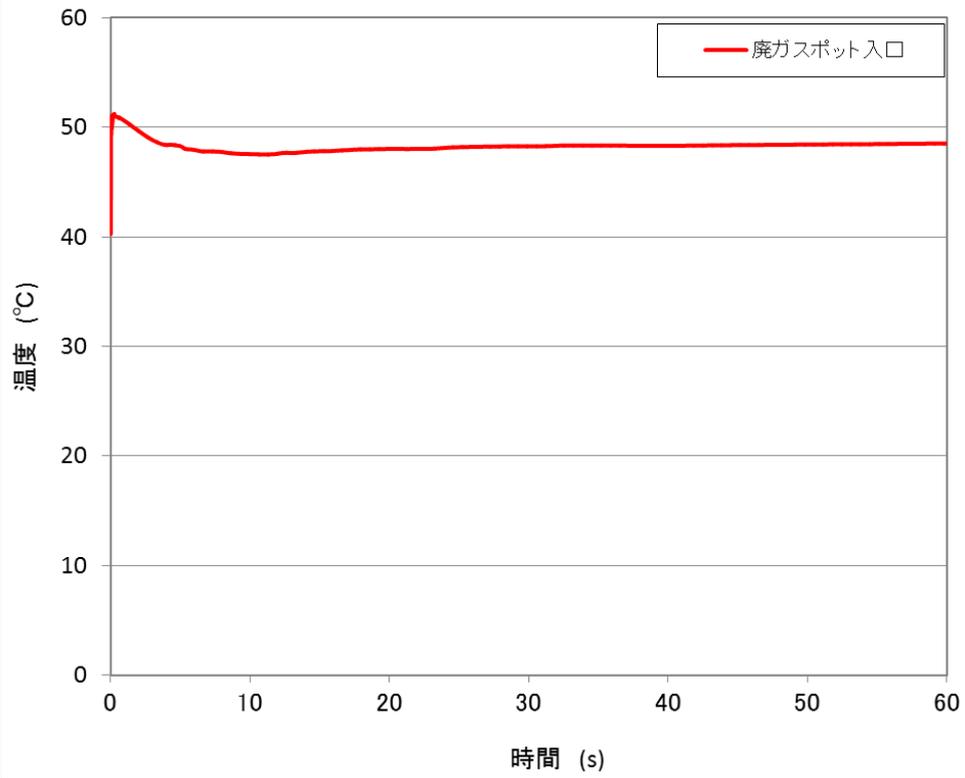
第4図 プルトニウム濃縮缶気相部の圧力



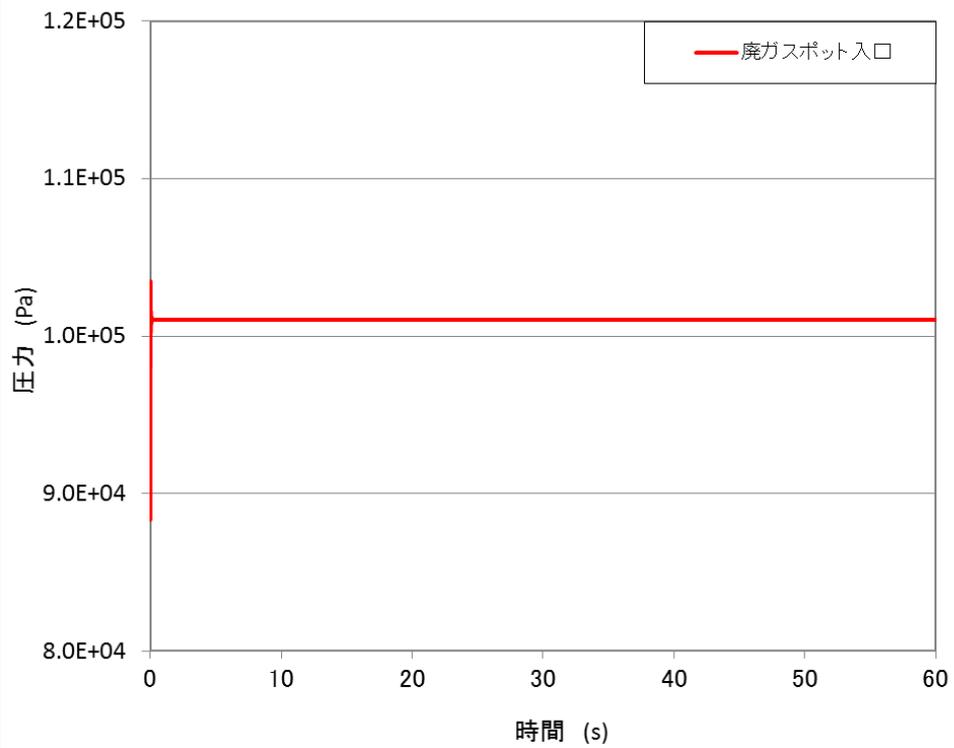
第5図 凝縮器入口部の温度



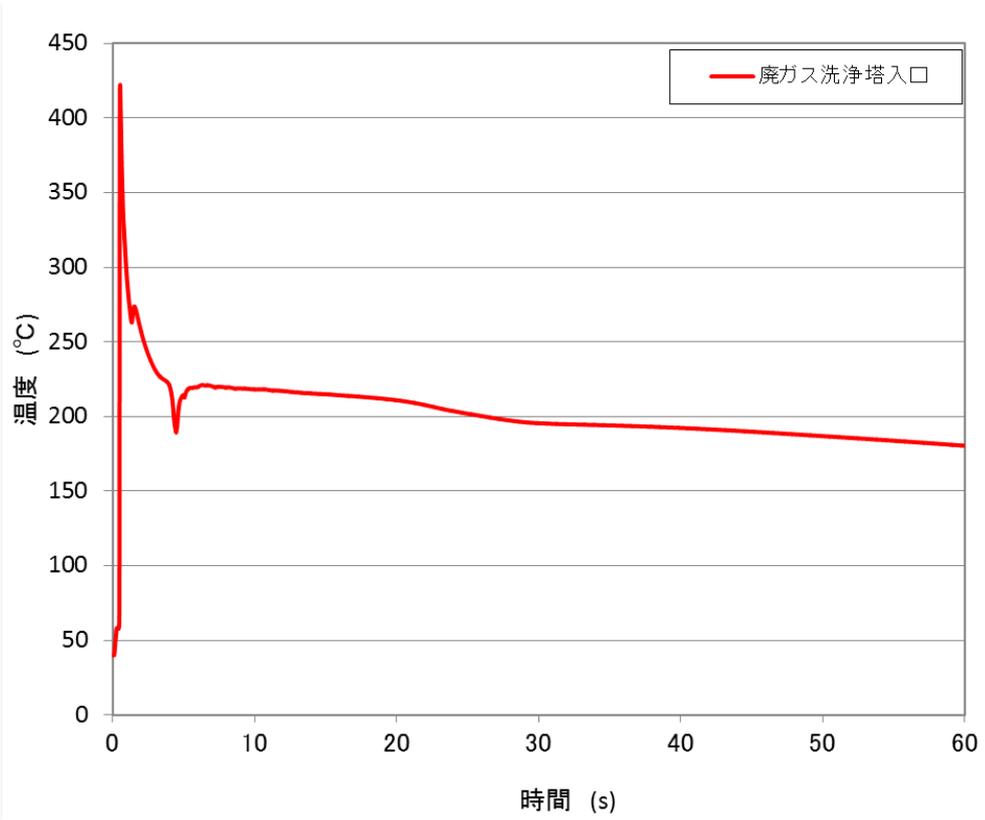
第6図 凝縮器入口部の圧力



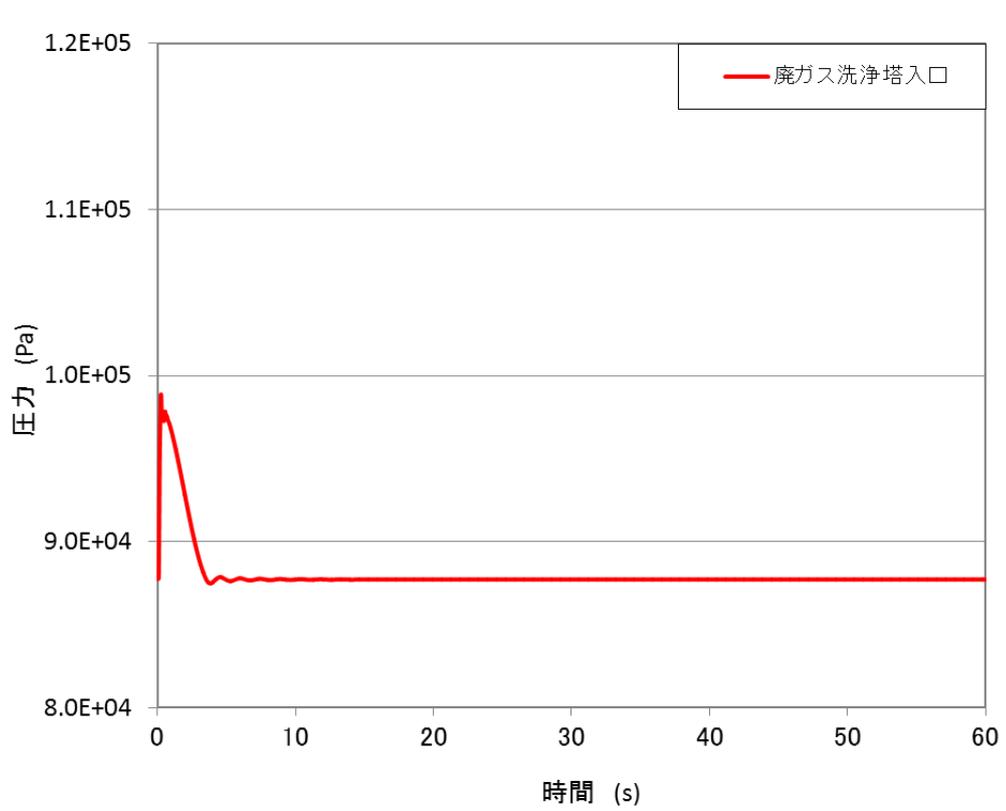
第7図 廃ガスポート入口部の温度



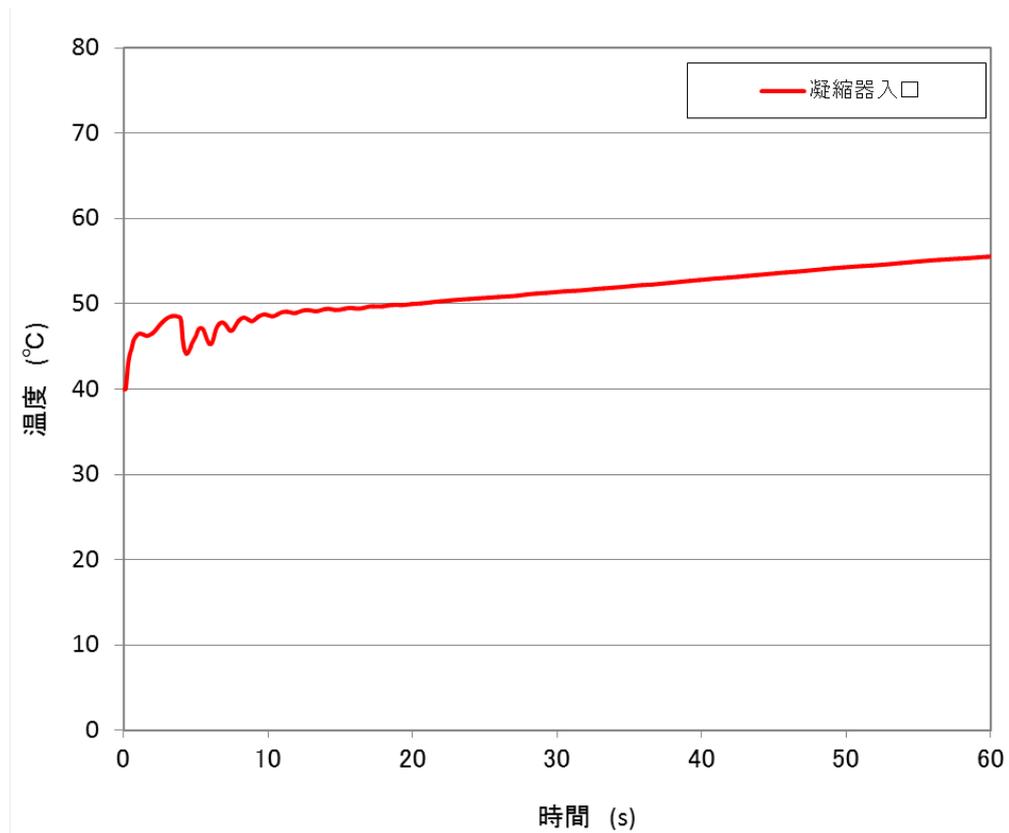
第8図 廃ガスポート入口部の圧力



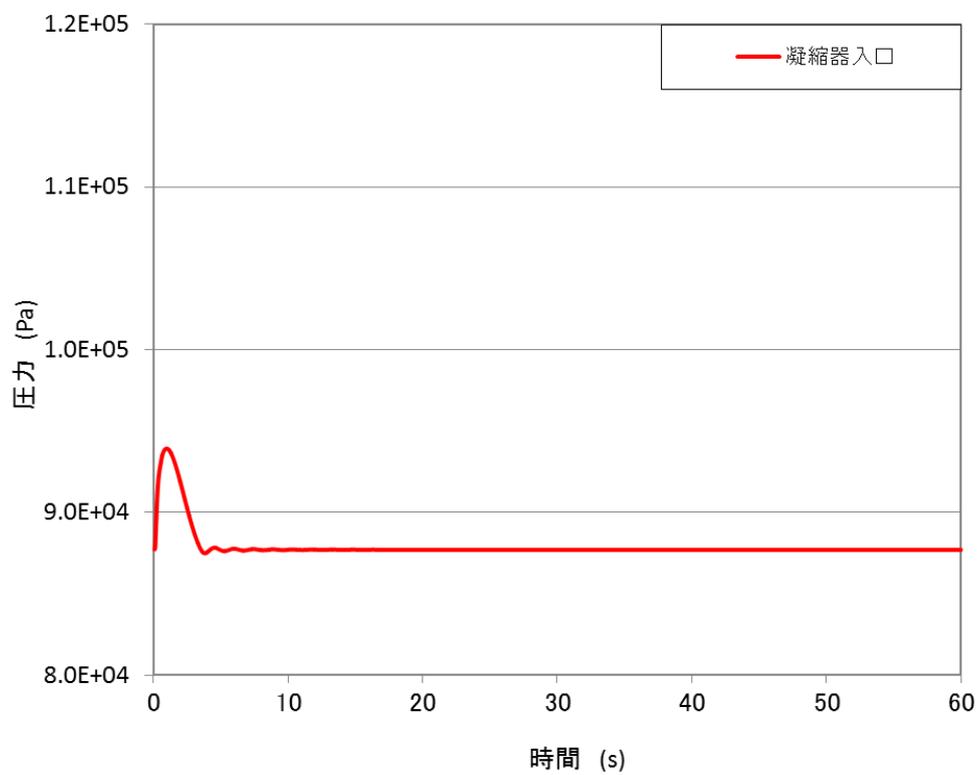
第9図 廃ガス洗浄塔入口部の温度



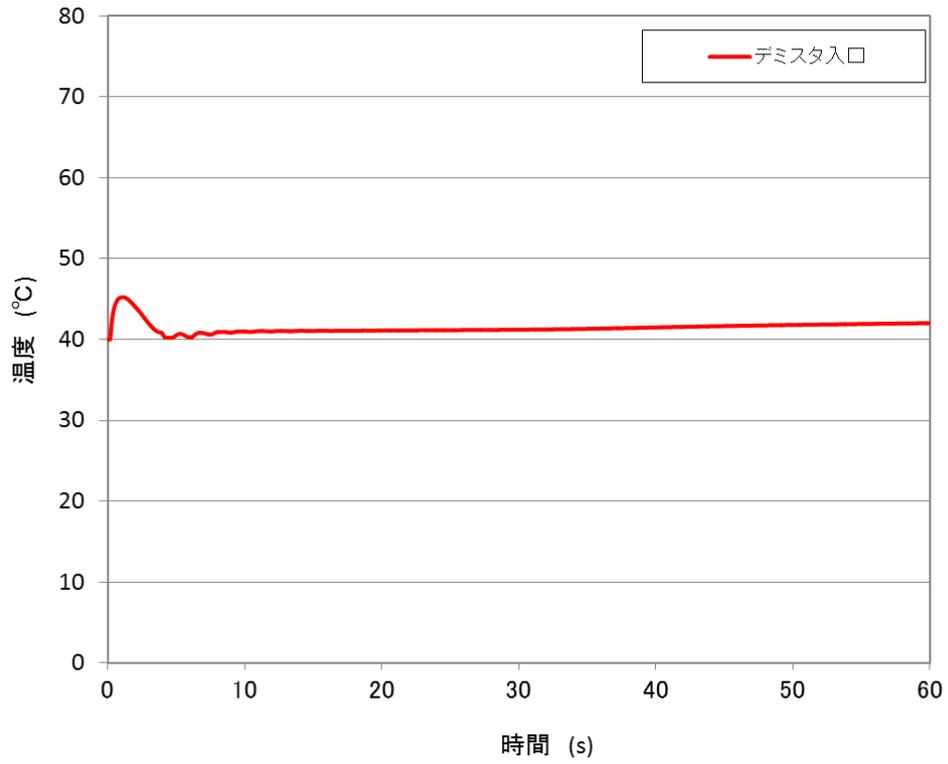
第10図 廃ガス洗浄塔入口部の圧力



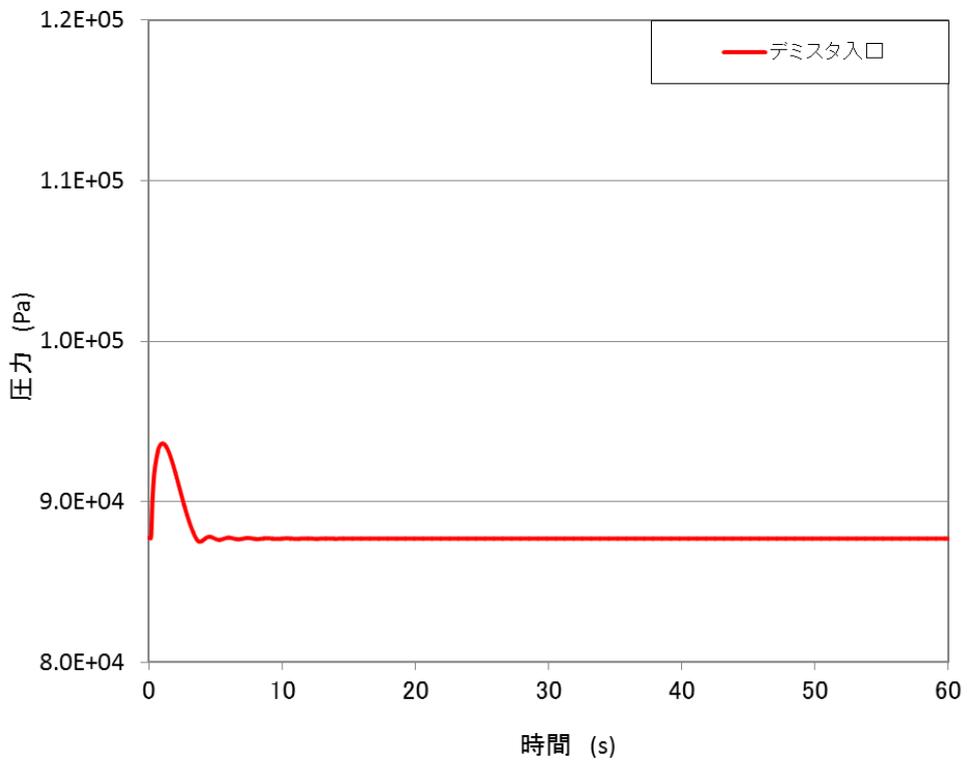
第11図 凝縮器入口部の温度



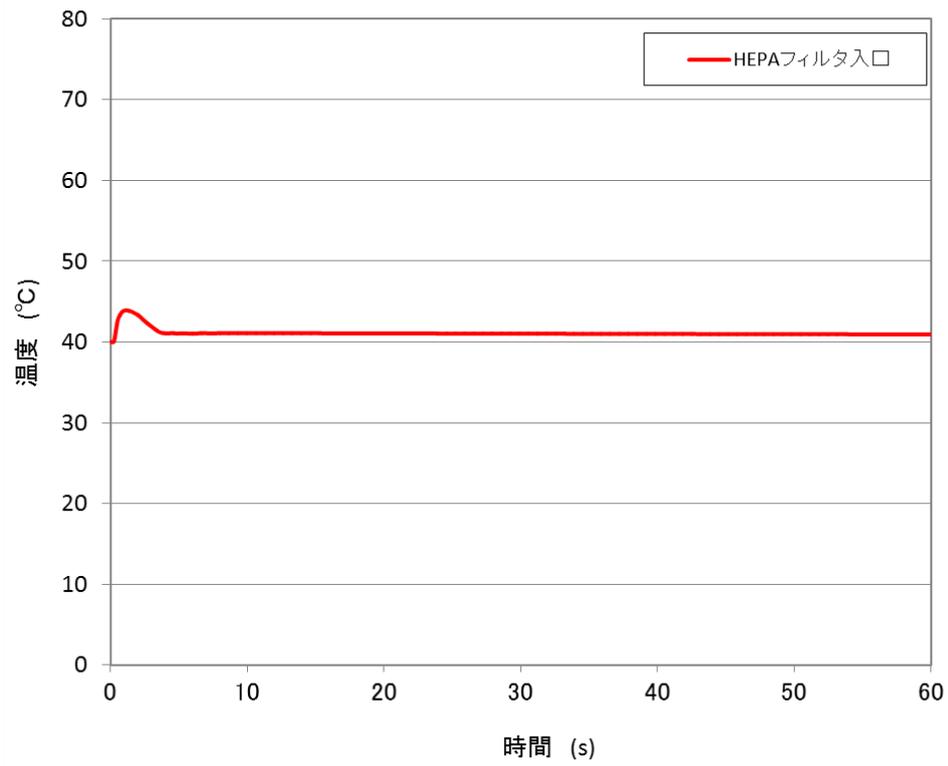
第12図 凝縮器入口部の圧力



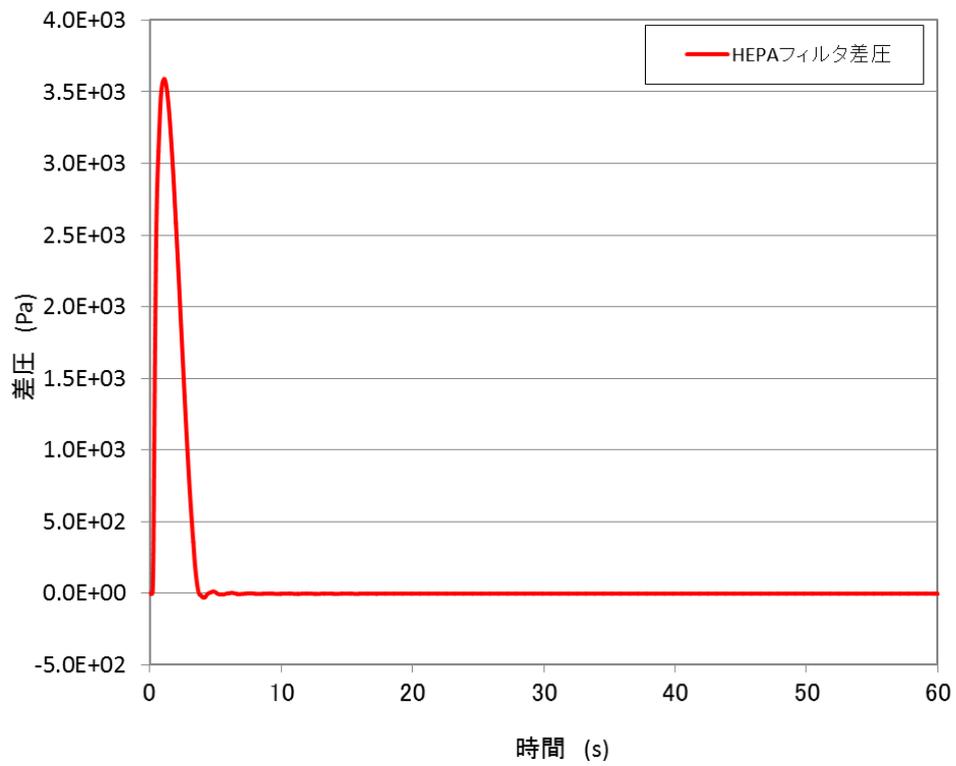
第13図 デミスタ入口部の温度



第14図 デミスタ入口部の圧力



第15図 高性能粒子フィルタ入口部の温度



第16図 高性能粒子フィルタ入口部の圧力

### 3. T B P等の錯体の急激な分解反応発生後から供給液停止までの状況

T B P等の錯体の急激な分解反応発生後，1分以内にプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンは停止する。ただし，評価としてT B Pを含む供給液の供給が1分間継続した場合，濃縮缶内に供給されるT B P量は0.3 g程度となる。濃縮缶内がT B P等の錯体の急激な分解反応が起こる温度条件で成立している場合は，極小規模の爆発が起こることが想定されるが，T B P等の分解量が少ないことから，濃縮缶内の圧力及び温度に対して有意な影響を与えるものではない。

令和 2 年 3 月 1 3 日 R4

## 補足説明資料 10－3



# T B P 等の錯体の急激な分解反応に関する知見



## 1. 文献から得られた知見

T B P 等の錯体の急激な分解反応については、これまでに多くの研究が行われており、ここから得られた知見もまとめられている。

サバンナ・リバー・サイトにおけるMOX燃料製造工場の建設許可申請に関する最終安全評価報告書<sup>[1]</sup>では、廃液処理及び酸回収設備で使用する蒸発缶において想定するリスクの一つとしてTBP等の錯体の急激な分解反応が取り上げられており、TBP等の錯体の急激な分解反応の開始温度等に関する情報が記載されている。

○重金属の硝酸化合物，又は硝酸溶液の存在下でTBPは錯体を形成し，この錯体は発熱を伴う分解反応を起こす。

○この錯体は，TBP及び硝酸プルトニウム，硝酸，TBPの劣化物等との錯体で構成されている。

○TBP等の錯体の急激な分解反応に関して重要な反応として以下を挙げている。

- ・加水分解（ゆっくりと起きるが，温度の上昇に伴い反応速度は上昇）
- ・アルキル化及びニトロ化（ゆっくりと起きるが，温度の上昇に伴い反応速度は上昇）
- ・熱分解（ほとんど水がない状態で 150℃にて顕著となる）
- ・ブチルアルコール及び硝酸ブチルのニトロ化／酸化反応（90℃から 100℃で顕著となる）
- ・TBPのニトロ化／酸化（135℃近辺で顕著となる）
- ・ウラン及びプルトニウムの付加反応（15℃から 175℃で顕著となる）

○TBP等の錯体の急激な分解反応の開始温度については，複数の記述がある。

- ・TBPの分解生成物の内，揮発性を有するブチルアルコー

ル等が蒸発していかない状態であれば,分解反応は 90℃から 100℃での加熱で顕著となり,急激な分解反応は 135℃で発生する。

- Paddleford と Fauske によれば, T B P 等の錯体の急激な分解反応はよく換気された系でも発生し,自己発熱はおおよそ 130℃で確認された。<sup>[2]</sup>
- Hyder によれば,よく換気された系では,120℃までは,n-ブタノール(T B P の分解性生物)の蒸発及び蒸発に伴う攪拌による冷却が反応を抑制するのに十分な効果を持ち,130℃から 150℃の範囲で分解反応が急速となる。<sup>[3]</sup>
- The Defense Nuclear Facilities Safety Board (DNFSB) によれば, T B P 等の錯体の急激な分解反応の開始温度は 130℃である。<sup>[4]</sup>

なお,この文献において開始温度を 130℃とした根拠となっている実験データについては,他の文献において異常値であったと結論付けられており,著者が確認した最も低い開始温度は 137℃であった。<sup>[5]</sup>

- 実験において確認された T B P 等の錯体の急激な分解反応の開始温度の平均値は 137℃であった。

○ T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止及び影響緩和の観点で重要な項目として温度,圧力(換気系の配管断面積の和と文献値との比較),有機相の蒸発缶等への持ち込み量,硝酸濃度を挙げている。

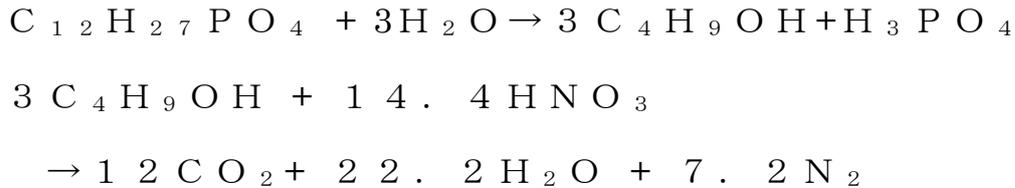
[1]U.S. Nuclear Regulatory Commission, Final Safety

Evaluation Report on the Construction Authorization Request for the Mixed Oxide Fuel Fabrication Facility at the Savannah River Site, South Carolina, NUREG-1821, 2011

- [2]D.F.Paddleford, H.K.Fauske, Safe Venting of “Red Oil” Runaway Reactions (U), WSRC-MS-94-0649, 1994.
- [3]M.L.Hyder, Safe Conditions for Contacting Nitric Acid or Nitrates with Tri-n-Butyl Phosphate (TBP)”, WSRC-TR-94-059, 1994
- [4]J.T.Conway, Control of Red Oil Explosions in Defense Nuclear Facilities, DNFSB/TECH-33, 2003
- [5]Rudisill, T.S. and W.J.Crooks III, Initiation Temperature for Runaway Tri-n-Butyl Phosphate/Nitric Acid Reaction, WSRC-MS-2001-00214, 2001

T B P 等の錯体の急激な分解反応では、主要なガスとして酸素、窒素、水が発生する。

T B P に作用させる硝酸濃度が 14M の場合における T B P 等の錯体の分解反応について、以下の反応式がある。<sup>[1]</sup>



T B P 等の錯体の急激な分解反応で反応する T B P 量は約 208 g (約 0.8m o l) であり、分解ガスとしては約 43m o l が発生する。ガスの体積としては、標準状態で約 740 L となる。

上述した反応式は完全な熱分解反応の化学式であるため、分解しきれなかった生成物がある場合には、上述の分解生成物の他に、炭化水素、カルボン酸、一酸化炭素や窒素酸化物が生成する。

[1] 日本原子力研究所．再処理施設における溶媒と硝酸の熱分解反応に関する安全性実証試験（受託研究）．1995-02，JAERI-Tech 95-005．

## 2. 過去の事故

T B P 等の錯体の急激な分解反応は、これまでに海外のプラントにおいて複数回発生している。主なものを以下に示す。

### ○サバンナ・リバー・サイト（1953年）

#### < 事故概要 >

硝酸ウラニル溶液の蒸発濃縮中に蒸発缶が爆発した。

#### < 原因 >

回分式蒸発缶の供給液に有機溶媒（T B P，ケロシン）が多量（約 80 ポンド）に混入されていたことに加えて，過濃縮により溶液の温度が高温になり，T B P－硝酸ウラン錯体の急激な熱分解反応が起こったと推定される。

[1] T.J. Colven et al., TNX Evaporator Incident January. 12, 1953, Interrim Technical Report, DP-25, 1953

[2] W. S. Durant, "RED OIL" EXPLOSIONS AT THE SAVANNAH RIVER PLANT. DP-MS-83-142, DOE/ANL training course on prevention of significant nuclear events; Augusta, GA(USA); 12-15 Mar 1984.

○サバンナ・リバー・サイト可燃性ガス爆発事故（1975年）

< 事故概要 >

脱硝器での硝酸ウラニル溶液の加熱脱硝中に、室内の可燃性ガスに引火して爆発した。

< 原因 >

多くの有機溶媒が蒸発缶に混入したことで、硝酸ウラニルがTBPの錯体の状態で脱硝器に供給されたことが原因と推定される。

[1] McKibben, J. M. et, Explosion and fire in the uranium trioxide protection facilities at the Savannah River Plant  
On February 12, 1975.

○トムスクー 7 (1993 年)

< 事故概要 >

調整タンク（抽出肯定へ供給する溶液の酸濃度を調整するための貯槽）において、濃硝酸と T B P を含む有機物が接触することで発熱反応を起こし、135℃以上に上昇して T B P の急激な分解反応が起こった。

< 原因 >

調整タンク内には T B P 等を含む多量の有機物（濃硝酸と反応しやすい芳香族炭化水素を含む）が存在していたが、別のタンクから T B P 等を吹く有機物と一緒に加熱されたままのウラン溶液（約 105℃）が移送され、さらにその際に規則で定められている攪拌を実施しなかった。

また、規定で定められている以上の濃度の濃硝酸を調整タンクに注入し、さらにその際に規則で定められている攪拌を実施しなかった。

その結果、濃硝酸と有機物が接触した状態で層を形成し、接触面で局所的に発熱反応を起こした。

さらに、排気機能低下も重なって、発生した蒸気やガスにより調整タンク内が加圧され、溶液温度が 135℃を超えたため、急激な分解反応に至ったと推定される。

[1] “ロシアのトムスク際処理施設の事故に関する調査報告書”

科学技術庁，平成 6 年 9 月 8 日

### 3. 文献引用の妥当性について

#### 3. 1 評価に用いた値・式と引用文献の関係について

T B P 等の錯体の急激な分解反応の評価条件に用いた文献を表 1 に示す。

表 1 評価に用いた値・式と文献

<u>分類</u>	<u>項目</u>	<u>採用した値</u>	<u>引用元, 参考元</u>
<u>ARF</u>	<u>TBP の水への溶解度</u>	<u>460mg/L</u>	<u>Wallace W. Schulz, James D. Navratil, Andrea E. Talbot . Science and Technology of Tributyl Phosphate Volume I . CRC Press, 1984.</u> <u>住友金属鉱山. ウラン濃縮缶等での TBP 挙動検討試験報告書. 1991-07, TR91-01.</u>
<u>ARF</u>	<u>TBP の留出率 (残留率 40% を算出するために留出率 60%を引用)</u>	<u>60%</u>	<u>「ウラン濃縮缶等での T B P 挙動検討試験報告書」 TR91-01, 住友金属鉱山株式会社, 平成 3 年 7 月</u>
<u>ARF</u>	<u>TBP 等の錯体の急激な分解反応の分解反応熱</u>	<u>1400kJ/kg-TBP</u>	<u>G.S. Nichols, “Decomposition of the Tributyl Phosphate-Nitrate Complexes”, DP-526, November 1960.</u>
<u>DF</u>	<u>放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数</u>	<u>10</u>	<u>小林卓志ほか. “再処理工場水素爆発事故時における放射性物質の移行率の調査 (5) 環状容器試験その 2”. 日本原子力学会 2016 年春の年会, 日本原子力学会, 2016-03</u>

※ARF の算出式 ( $1.28MF^{0.827}$ ), ARF 値 ( $5 \times 10^{-5}$ ) は補足説明

資料 10-7 参照

### 3. 2 文献引用の妥当性

#### (1) T B P の水への溶解度：460m g / L

A R F を求めるに当たり、プルトニウム濃縮缶内の T B P 量が必要となる。T B P 量 208 g は、「水への 100% T B P の溶解度から求めた 30% T B P 濃度」、「平常運転時のプルトニウム濃度の硝酸プルトニウム溶液を用いた平常運転時の 250 g / L のプルトニウム濃縮液から 800 g / L に濃縮するまでに必要な溶液量」及び「T B P の残留率」の積より算出している。

T B P の水への溶解度：460m g / L は、「水への 100% T B P の溶解度から求めた 30% T B P 濃度」に用いている。

T B P の水への溶解度は温度が低いほど大きくなる（次頁参照）。プルトニウム濃縮缶供給槽の温度について、溶解度が大きくなるよう 20°C と設定し、図より読み取り約 460m g / L とした。プルトニウム精製工程で使用される T B P は希釈剤により 30% に希釈されているため 0.3 倍し、これを 140m g / L として評価した。0.3 倍については、T B P 濃度に対して直線性が得られるか不確かさを有するが、参考として、水への T B P の溶解度と硝酸水溶液への T B P の溶解度を比較すると、硝酸水溶液への T B P の溶解度の方が小さいことから、水への溶解度を用いることは厳しい評価結果を導くことになるため、妥当であると評価した。

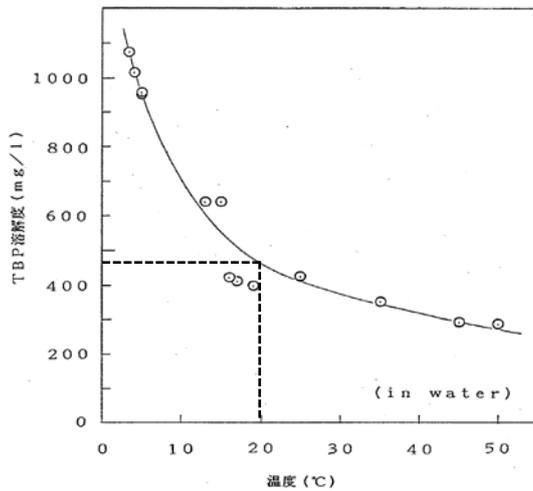


図 6 TBPの溶解度  
(1) 温度の影響[8]

左図：住友金属鉱山．ウラン濃縮缶等でのTBP挙動検討試験 報告書．1991-07, TR91-01. より  
(引用元) Wallace W. Schulz, James D. Navratil, Andrea E. Talbot. Science and Technology of Tributyl Phosphate Volume I. CRC Press, 1984.

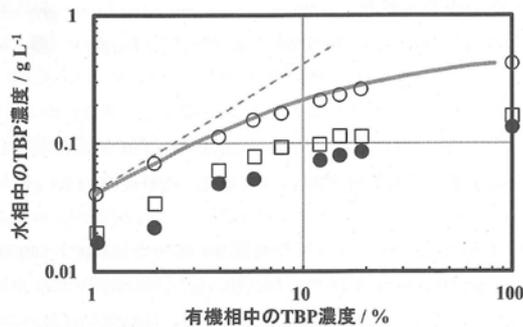


図 9.5-3 硝酸水溶液へのTBPの溶解度 (Alcock, K., et al., Trans. Faraday Soc., 52, 1956, 硝酸濃度 実線:  $0 \text{ mol/L}^{-1}$ ,  $\circ$ :  $1 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $\bullet$ :  $7 \text{ mol L}^{-1}$ ,  $\square$ :  $11 \text{ mol L}^{-1}$ , 温度  $20 \sim 22^\circ\text{C}$ , 破線は傾き 1 を示す)

左図：再処理プロセス・化学ハンドブック第3版 JAEA-Review 2015-002 より

## (2) TBPの留出率：60%

プルトニウム濃縮缶内のTBP量を求めるに当たり、「TBPの残留率」が必要となる。

TBPの留出率：60%は、「TBPの残留率」の算出に用いている。

TBP水溶液を供給した場合のTBP留出率は有機相を連続的に混入させた試験において60%以上であったことから、留出率を60%とし、残留率40%を算出した。

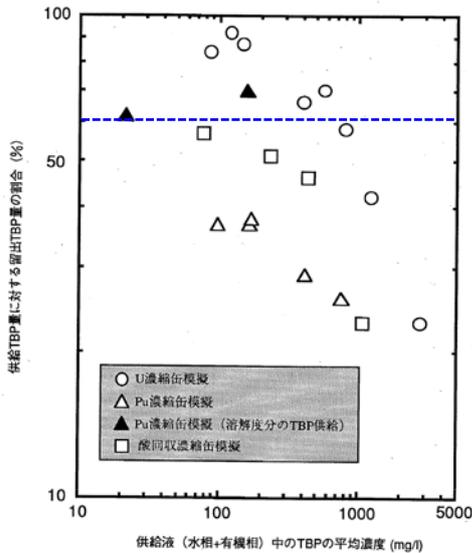


図 8 供給液中TBP濃度に対するTBP留出率 (有機相連続混入試験)

(2) 有機相連続混入試験

各濃縮缶を模擬した液に対して、TBP/n-ドデカンを一定速度で連続的に供給した場合の、TBP留出率を表4及び図8に示す。ここで供給液中及び留出液中のTBP濃度は、全供給液及び全留出液(水相と有機相)中の平均濃度である。TBPの留出率は大量混入試験結果には対応している。各試験はO/A比を約0.01にしてあるので供給液中のTBP 100 mg/lは供給液中のTBP 1.0%/n-ドデカンに相当する。供給液中のTBPが100 mg/l以下(溶解分)であれば、ウラン濃縮缶模擬液ではほぼ90%以上留出する。

これに対し、プルトニウム濃縮缶系、酸回収濃縮缶系では供給液のTBPが100 mg/l以下でも57%程度しか留出しない。図8には、プルトニウム系液に溶解度分のTBP水溶液(n-ドデカンなし)を供給した場合のTBP留出率も示している。この場合には、TBPは、60%以上留出する。これは、n-ドデカンが存在するとTBPの留出速度が低下すること(図5(a))を反映している。

上図：住友金属鉱山．ウラン濃縮缶等でのTBP挙動検討試験報告書．1991-07，TR91-01．より

▲がPu濃縮缶模擬(溶解度分のTBP供給)であり，留出率が60%以上を示している。

(3) TBP等の錯体の急激な分解反応の分解反応熱：1400 kJ/kg-TBP

ARFを求めるに当たり，TBP等の錯体の分解反応熱が必要となるため，1400 kJ/kg-TBPを用いており，次頁に示す文献結果より以下の方法で算出した。

① TBP等の錯体の急激な分解反応により，TBP等の錯体がN<sub>2</sub>，CO<sub>2</sub>，ブタン酸まで分解することを想定しており，その際の反応熱は179~258 Cal/1000g溶液であった。

② 1000gの溶液中にTBPが2.95molあることから，kJ/kgへ単位換算すると，258 Cal/1000g溶液は約1374 kJ/kgとなり，これを1400 kJ/kg-TBP

とした。なお，Calはkcalと同じである。

TABLE A-I

Heat of Reaction

Basis of 1000 g of organic phase prepared by contacting one part of 100% TBP with five parts of 10.7M HNO<sub>3</sub>.

Temperature, °C	120	130	140	150	160
Total mols C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH consumed	3.69	3.62	3.43	3.16	2.87
Consumed by complete oxidation to CO <sub>2</sub> and H <sub>2</sub> O, %	2.3	2.7	4.0	6.0	8.2
Over-all heat of decomposition					
Cal/1000 g solution	179	184	204	232	258
Mols TBP present/1000 g	2.95	2.95	2.95	2.95	2.95
Heat of reaction, cal/g-mol (at the reaction temperature)	60	62	69	79	87
Heat of reaction, Btu/lb	319	331	367	418	464

上表：G.S. Nichols, "Decomposition of the Tributyl Phosphate-Nitrate Complexes", DP-526, November 1960.

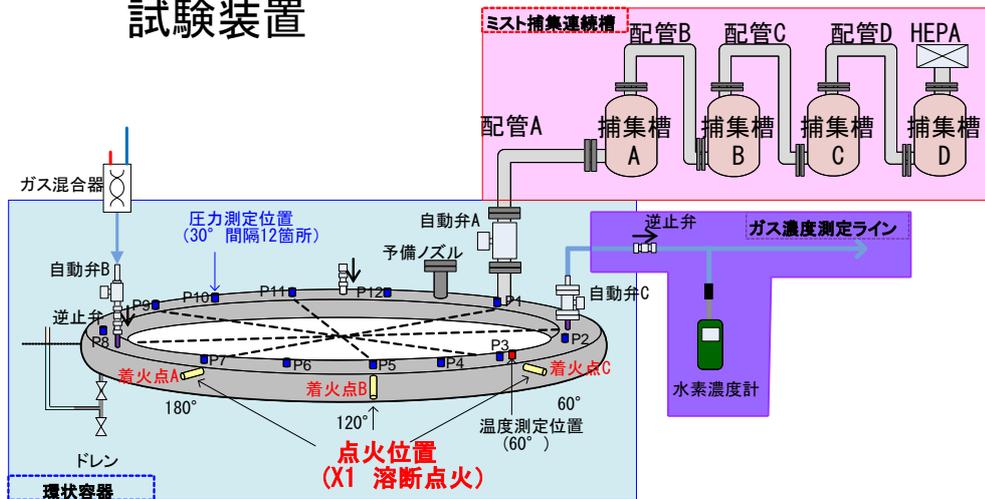
(4) 放出経路構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数：10

試験条件と実機の条件を以下に示す。試験から得られた配管曲り部の除染係数は，より複雑かつ配管の長い実機条件と比較して厳しい結果を与えると考えられ、除染係数 10 は適用可能である。

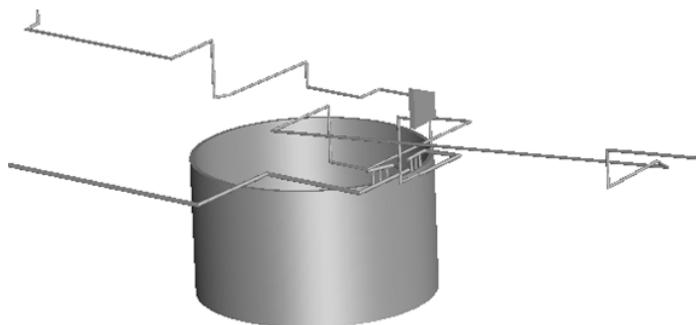
表 2 試験条件と実機条件の比較

項目	試験条件	実機条件	考察
容器のサイズ	直径約 3.8m の円環形状	水素爆発を想定する機器により様々	発生圧力が高いのは、壁面の圧力波の反射により火炎が加速しやすい円環形状の場合であり、飛沫が飛びやすい条件であり適用できると考える。
配管長さ	1 m ~ 2 m	数十 m	試験条件の方が曲り箇所が極めて少なく、除染係数としては厳しい結果となると考えられるため適用できる。(下図参照)
爆発時圧力	3.5 MP a	0.7~2.9 MP a (水素濃度 30 v o 1 % における着火側機器の圧力)	試験の最大圧力は実機を想定して実施した試験結果である 0.7~2.9 MP a を包含しており、適用できると判断した。

試験装置



実機イメージ



上図 試験装置と実機の

令和 2 年 4 月 1 3 日 R7

## 補足説明資料 10－4

プルトニウム濃縮缶でのT B P等の錯体の急  
激な分解反応における拡大の防止のための措置  
の概要

## 1. T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置の概要

T B P 等の錯体の急激な分解反応は、プルトニウム濃縮缶液相部温度計、プルトニウム濃縮缶気相部温度計又はプルトニウム濃縮缶圧力計によりプルトニウム濃縮缶の異常を検知した場合には警報を発する。この3つの検出器のうち2つ以上の検出器で同時にプルトニウム濃縮缶の異常を検知した場合に、論理回路はT B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判定する。論理回路がT B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判定した場合には、警報を発するとともに自動的にプルトニウム濃縮缶への硝酸プルトニウム溶液の供給を停止する、又は、中央制御室から緊急停止系を作動させることによって硝酸プルトニウム溶液の供給を停止する。硝酸プルトニウム溶液の供給停止は、事象の発生検知から1分以内に実施する。硝酸プルトニウム溶液の供給が停止したことは、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計にて確認する。これと並行して、運転員による蒸気発生器への一次蒸気の供給の停止（手動弁の閉止）を実施する（図-1参照）。蒸気発生器への一次蒸気の供給が停止したことは、プルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計にて確認する。

また、論理回路がT B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を判定した場合には、廃ガス貯留設備の遮断弁の自動開放、廃ガス貯留設備の空気圧縮機の自動起動、精製建屋塔槽類廃ガス処理設備の塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）（以下、補足説明資料 10-4 では「塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）」という。）の遮断弁の自動閉止及び排風機を停止により、廃ガ

ス貯留槽への系統を確立し、T B P等の錯体の急激な分解反応で発生した放射性物質を廃ガス貯留槽に閉じ込める。この動作は、事象の検知から1分程度で実施できる。廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽への放射性物質の導出は、約2時間継続する。廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽への放射性物質の導出状況は廃ガス貯留設備の圧力計（精製建屋用）及び廃ガス貯留設備の流量計（精製建屋用）で監視し、廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽の圧力が規定圧力に到達後、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁の開及び排風機を起動し、通常経路による排気を行うとともに、廃ガス貯留設備の隔離弁の閉止、廃ガス貯留設備の空気圧縮機の停止を行う。プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）に残留した放射性物質は、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を平常運転時の排気経路とした際に主排気筒から大気中へ放出される。（図－2，図－3参照）

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した際、プルトニウム濃縮缶気相部及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の系統内の廃ガスが塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセルへ導出される。廃ガスポットからセルへ導出された廃ガスは、セル排気フィルタユニットにより放射性エアロゾルを除去後、グローブボックス・セル排風機により主排気筒から大気中へ放射性物質を放出する。

これらの対策に使用する重大事故等対処施設は、対策実施時に想定される温度、圧力及び放射線の環境条件下においても必要な機能を発揮できる。

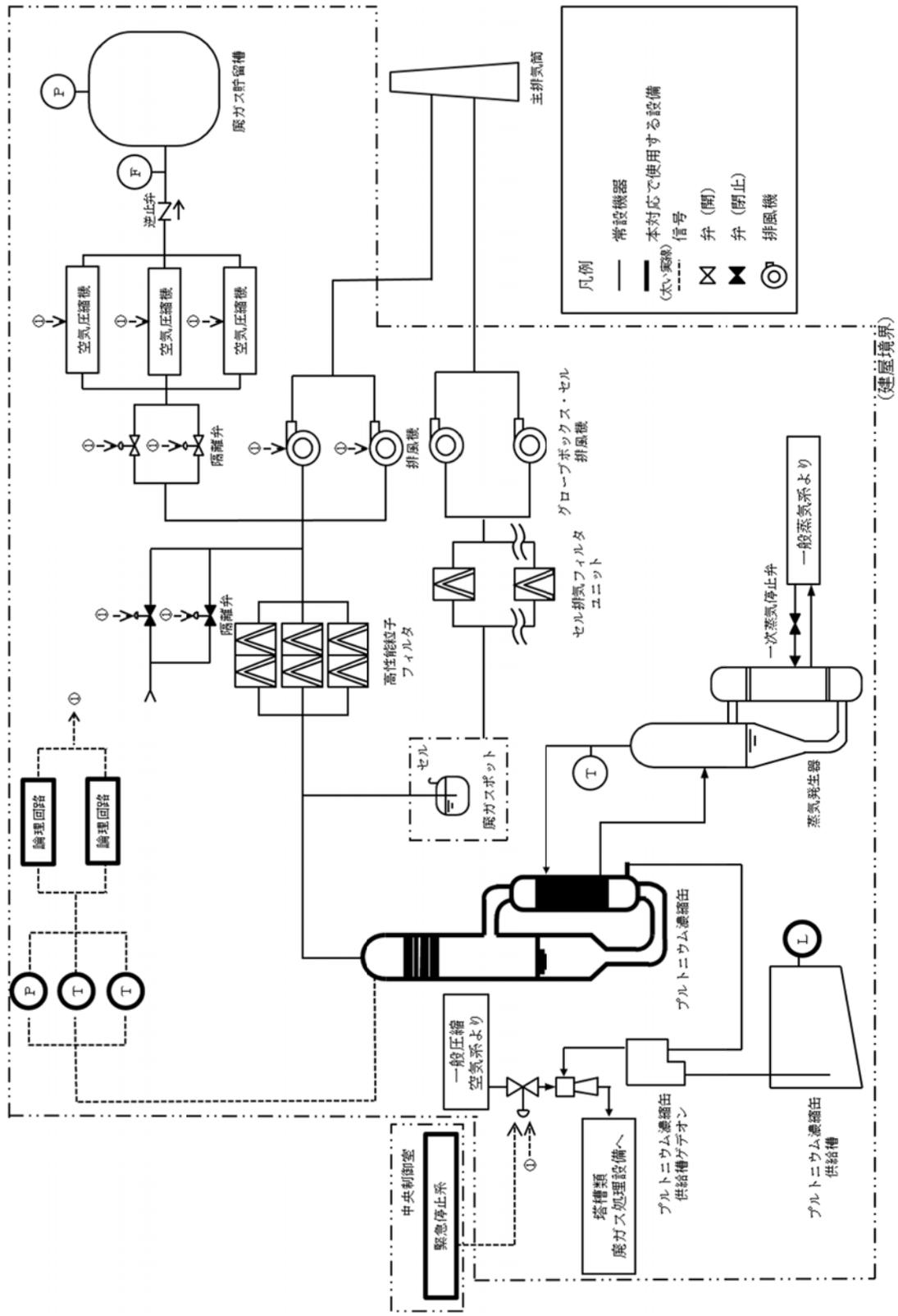
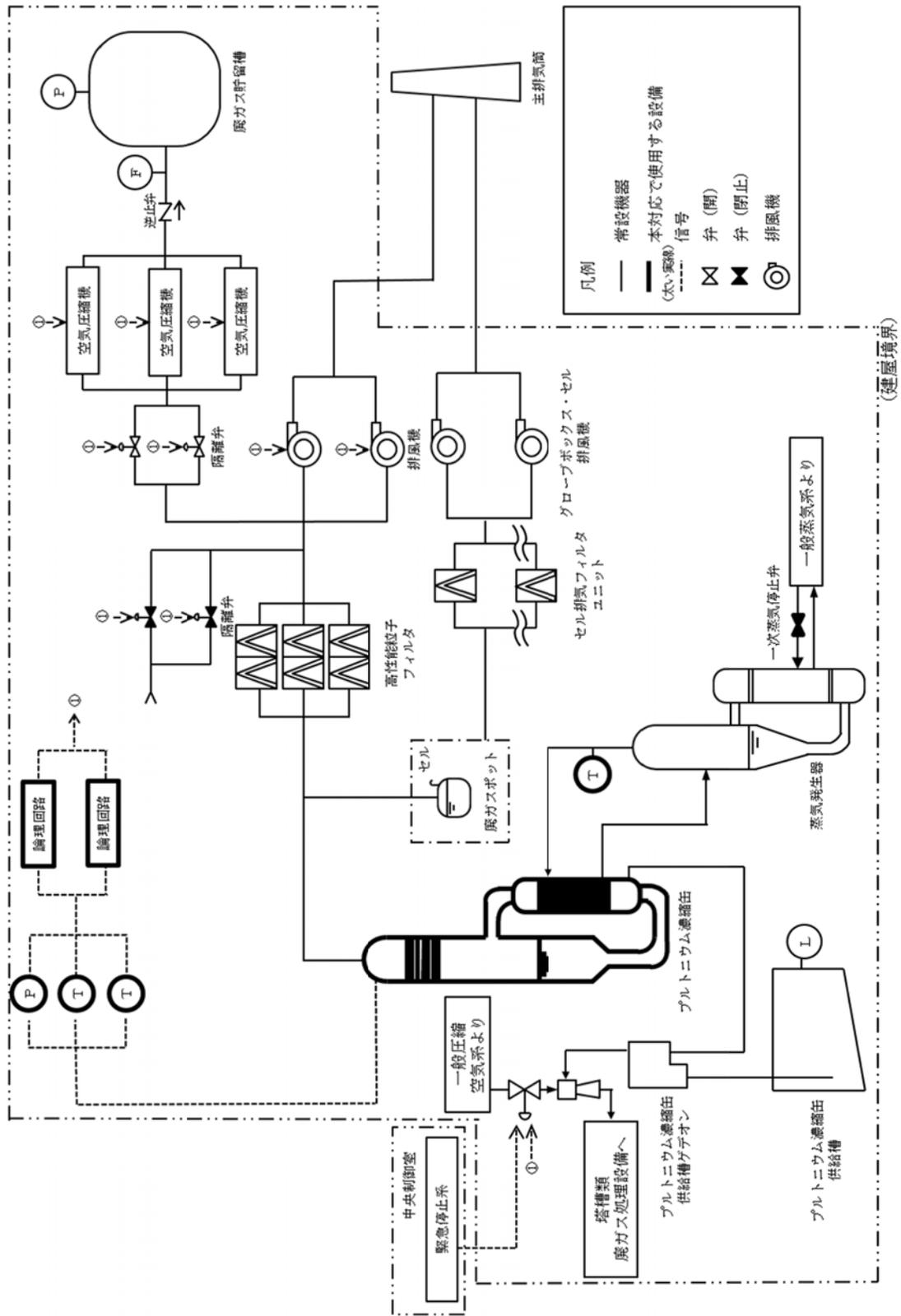


図-1 (1) 供給液の供給停止に関する系統概要図



図一 1 (2) 加熱蒸気の供給停止に関する系統概要図

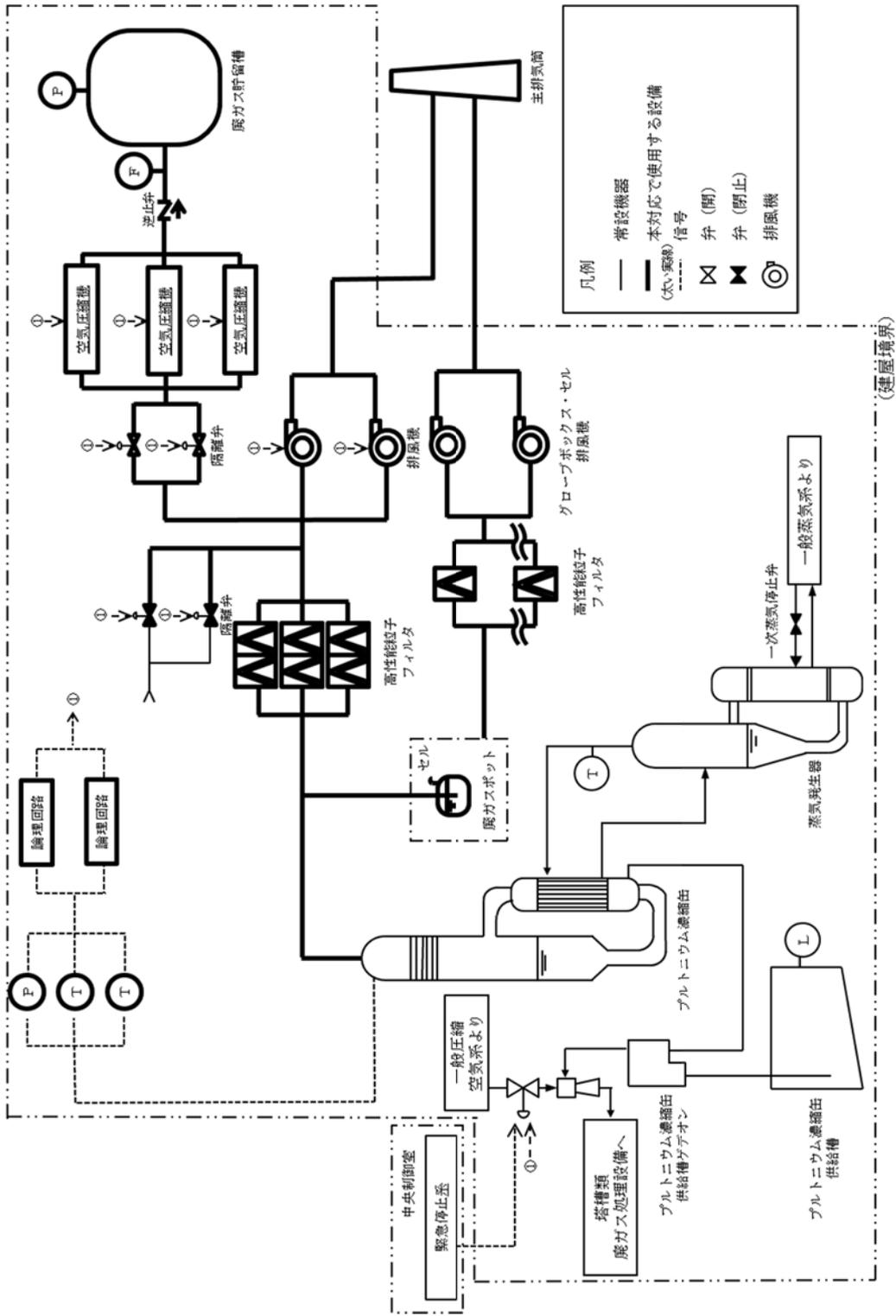


図-2 廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留に関する系統概要図

1. 1 T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置の信頼性

1. 1. 1 プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止に使用する設備の設計

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合は，重大事故時供給停止回路のプルトニウム濃縮缶液相部温度計，プルトニウム濃縮缶圧力計及びプルトニウム濃縮缶気相部温度計によりプルトニウム濃縮缶の異常を検知し，警報を発する。また，論理回路は，上述の3つの検出器の誤作動を考慮して，同時に2台以上の検出器においてプルトニウム濃縮缶の異常を検知した場合に，T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生したと判定する。論理回路は，T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生したと判定した場合に警報を発報する。このため，1つの計器の誤作動により供給液の供給が停止することではなく，事象を確実に検知するとともに供給を停止できる。

また，プルトニウム濃縮缶への硝酸プルトニウム溶液の供給はプルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオンにより行われるが，一般的にゲデオンは，圧縮空気をエアジェットに供給することで作り出される真空により液をゲデオン内に引き上げ，機器内の堰を越えた分の液を供給先に供給する仕組みであるため，圧縮空気系の供給を遮断することで移送を止めることができる。事象の発生を検知した場合は，プルトニ

ウム濃縮缶供給槽ゲデオン用のエアジェットへの圧縮空気の供給を停止するため、確実に供給を停止することができる。

## 1. 1. 2 プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止に使用する設備の有効性

### a. 温度

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合に、プルトニウム濃縮缶の気相部の温度は、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、一時的に約 370℃まで上昇する。

しかし、プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計及び緊急停止系はプルトニウム濃縮缶とは別の部屋設置されており、温度上昇の影響を受けない。プルトニウム濃縮缶気相部温度計及びプルトニウム液相部温度計については、プルトニウム濃縮缶内の温度上昇は瞬間的であること及び鞘管に入った状態でプルトニウム濃縮缶に設置されていることを踏まえると、温度計の機能に影響はない。

プルトニウム濃縮缶気相部圧力計については、プルトニウム濃縮缶内の温度上昇は瞬間的であることから、本圧力計の機能に対して影響はない。

### b. 圧力

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合には、

プルトニウム濃縮缶の気相部は、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、一時的に約 840 k P a 上昇する。

しかし、プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計及び緊急停止系はプルトニウム濃縮缶とは別の部屋に設置されており、温度上昇の影響を受けない。

プルトニウム濃縮缶気相部温度計及びプルトニウム液相部温度計については、プルトニウム濃縮缶内の圧力上昇は瞬間的であること、鞘管に入った状態でプルトニウム濃縮缶に設置されていることを踏まえると、温度計の機能に影響はない。

プルトニウム濃縮缶気相部圧力計については、ページ式圧力計であり、気相部圧力が瞬間的に上昇した場合でも最高使用圧力を上回ることはないため、当該圧力計の機能に影響はない。

#### c. 放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により、プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム溶液が気相へ移行する。この移行により、通常時と比較してプルトニウム濃縮缶の気相部における放射線は高くなる。

プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン、プルトニウム濃縮缶供給槽液位計、緊急停止系、プルトニウム濃縮缶気相部温度計、プルトニウム液相部温度計及びプルトニウム濃縮

缶気相部圧力計は、上記反応により発生した放射線に対して、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

#### d. 緊急停止系による弁動作

緊急停止系の緊急停止操作スイッチの押下により信号が発信され、プルトニウム精製設備の弁が閉止する。

弁は駆動動力として圧縮空気を用いており、駆動部内に設置されているバネを空気圧で押すことにより開となる構造である。駆動部に供給される圧縮空気は弁に附属する電磁弁が励磁することによって供給され、緊急停止信号を受け消磁すると空気の供給が停止し、バネの復元力によって閉止する。

系統に流れる流体は圧縮空気のみであり、腐食性流体ではないこと、フェールクローズの弁であることから、緊急停止計の作動による弁の不作動は考えがたい。

### 1. 1. 3 プルトニウム濃縮缶の加熱蒸気の供給停止に使用する設備の設計

加熱蒸気の供給停止に使用する設備は蒸気発生器の一次蒸気配管上の手動弁であり、運転員により容易に閉止操作が可能であるため、事象発生時にも確実に操作ができる。

### 1. 1. 4 プルトニウム濃縮缶の加熱蒸気の供給停止に使

用する設備の有効性

a. 温度，圧力，放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生時，加熱蒸気の供給停止のために操作する手動弁及びプルトニウム濃縮缶加熱蒸気温度計は，プルトニウム濃縮缶とは異なる部屋に設置されており，プルトニウム濃縮缶内の温度の変化の影響を受けない。このため，確実に加熱蒸気の供給を停止することができる。

1. 1. 5 廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留に使用する設備の設計

T B P 等の錯体の急激な分解反応に対する対処は，T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行する放射性物質が外部に放出されることから，分解反応の発生を検知し，直ちに塔槽類廃ガス処理系の経路を遮断し，放射性物質を外部に放出させないことが重要な対策となる。

同対策に使用する廃ガス貯留設備は，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生時に確実に作動するよう，以下のような設計としている。

- ・廃ガス貯留設備は，プルトニウム濃縮缶の液相部温度計，プルトニウム濃縮缶気相部温度計及びプルトニウム濃縮缶圧力計の3種類の検出器のうち2つ以上の検出器で同時にプルトニウム濃縮缶の異常を検知した場合

合に，自動で廃ガス貯留設備の遮断弁の開信号，廃ガス貯留設備の空気圧縮機の起動信号，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の隔離弁の閉信号及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機の停止信号を発する。これにより，万一，3台の検出器のうち1台が動作不能であった場合でも，確実に作動信号を発することができる。計器の単一故障，単一誤作動があった場合には，同時に2つ以上の検出器によるプルトニウム濃縮缶の異常を検知しなければ作動しないことから，廃ガス貯留設備は起動しない。ただし，万が一起動した場合には，廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽へ放射性物質が貯留されることになり，大気中への異常な水準の放射性物質の放出はないことから，復旧措置を講ずることにより，平常運転時の放出経路である塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）へ切り替える操作を行う。

- 廃ガス貯留設備の弁は多重化し，どちらか一方の弁が作動した場合に廃ガス貯留設備への経路を確立できる。
- 廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽は，T B P等の錯体の急激な分解反応が発生した場合に，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の気体を約2時間にわたって貯留できる容量とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応に対する対処は， T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行する放射性物質を十分に低減することが重要な対策となる。

同対策に使用する設備は， 以下のような設計としている。

- ・塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは， 放出量を十分低減できるように， 1 基×2 段で構成されており， 2 段あたりの除染係数は，  $10^5$  を確保する。
- ・通常は 2 系列が運転状態であり， 残り 1 系列は待機状態という系統構成を取ることで， 1 系列が機能喪失しても切替えにより機能が維持できる設計とする。
- ・高性能粒子フィルタの性能が維持できる温度上限を約  $200^{\circ}\text{C}$  で設計する。
- ・高性能粒子フィルタの性能が維持できるフィルタ差圧の上限を約  $9.3\text{ kPa}$  で設計する。

## 1. 1. 6 廃ガス貯留設備による放射性物質の貯留に使用する設備の有効性

### a. 温度

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により， プルトニウム濃縮缶から発生する廃ガスの温度は， T B P 量が  $240\text{ g}$  の場合の解析の結果ではプルトニウム濃縮缶では

瞬間的に 370℃程度まで上昇するが、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタ入口で約 44℃となる。

廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽での放射性物質の貯留に使用する設備のうち、高性能粒子フィルタの前段に位置する機器は鋼製であり、温度の上昇による影響は受けない。高性能粒子フィルタの後段には弁や廃ガス貯留設備の圧力計（精製建屋用）及び廃ガス貯留設備の流量計（精製建屋用）等が設置されるが、そこでの温度は通常とほぼ変わらないため、温度上昇による影響は受けない。

T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタでの温度の最大値は約 44℃であった。高性能粒子フィルタについては、200℃まで耐久性が確認されていることから、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは温度上昇が発生しても機能を維持できる。

セルへ導出した廃ガスは、セル内に放出されることでエネルギーを失う。セルの温度を数℃上げる程度のエネルギーしか持っていないため、セル排気フィルタユニットは機能を維持できる。

#### b. 圧力

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により、プルト

ニウム濃縮缶から発生する廃ガスが流入する塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタ入口での圧力は、T B P 量が 240 g の場合の解析の結果では、最大で約 4 k P a の差圧上昇となる。廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽での放射性物質の貯留に使用する設備のうち、高性能粒子フィルタの前段に位置する機器は鋼製であり、圧力の上昇による影響は受けない。高性能粒子フィルタの後段では、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタでの圧力損失の影響により、通常の圧力と同程度となるため、圧力上昇による影響は受けない。

T B P 量が 240 g の場合の解析の結果として、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタでの差圧の最大値は約 4 k P a であった。塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタについては、フィルタ差圧として 9.3 k P a まで耐久性が確認されていることから、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは圧力上昇が発生しても機能を維持できる。

セルへ導出した廃ガスは、セル内に放出されることでエネルギーを失うため、セル排気フィルタユニットは機能を維持できる。

### c . 放射線

T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相に移行する放射性物質の影響を受けるが、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能を損なうことはない。

機器は T B P 等の錯体の急激な分解反応により発生した放射性物質からの放射線に晒されるが、材質及び設備の設置場所を適切に考慮することから、設備の機能は維持できる。

#### d . 湿度

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により、プルトニウム濃縮缶及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）では瞬間的に圧力が上昇する。この際、プルトニウム濃縮缶凝縮器による蒸気の凝縮及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の凝縮器による凝縮効果が期待できないため、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタを通過する廃ガスの湿度が平常運転時よりも高くなることが想定される。湿度が高い廃ガスが通過することにより、高性能粒子フィルタに水ミストが多量に付着した場合には、高性能粒子フィルタの性能の低下するおそれがある。

このため、高性能粒子フィルタに付着する水ミスト量及

び高性能粒子フィルタの健全性について評価する。

○ 評価条件

- ・ T B P 等の錯体の急激な分解反応により系統内の圧力が上昇することにより，プルトニウム濃縮缶凝縮器及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）凝縮器の機能が期待できないことを想定する。
- ・ T B P 等の錯体の急激な分解反応の再発時は，T B P 量が少なく，T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した際に発生するエネルギーは小さいことから，プルトニウム濃縮缶凝縮器及び塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）凝縮器の機能は期待できるものとし，塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタへの水ミストの影響は考慮しない。
- ・ プルトニウム濃縮缶気相部を含めたプルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタ入口までの廃ガスを評価対象とし，廃ガス量は約  $6 \text{ m}^3$  とする。なお，廃ガスがセルへ導出されることは想定しない。
- ・ 廃ガスの温度は，一様に塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の平常運転時の廃ガス温度として  $40^\circ\text{C}$  とする。
- ・ 廃ガスの湿度は  $100\%$  とする。
- ・ 上述の廃ガスが塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の

高性能粒子フィルタに到達し，廃ガスに含まれている水ミスト全てを高性能粒子フィルタに与えるものとする。

高性能粒子フィルタに付着する水ミストの量は，廃ガスの飽和水蒸気圧，飽和水蒸気量及び廃ガス量から計算する。

○ 飽和水蒸気圧

- ・ プルトニウム濃縮缶気相部から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタまでの廃ガスの飽和水蒸気圧は，文献<sup>1)</sup>より 7.375 k P a とする。

○ 飽和水蒸気量

- ・ プルトニウム濃縮缶気相部から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタの入口までの廃ガスの水蒸気量は，水に対する気体の状態方程式及び飽和蒸気圧力から，約 52 g / m<sup>3</sup> となる。

$$a = 217 \times E ( t ) / ( T + 273.15 ) \quad ( 1 ) \text{式}$$

ここで，

a : 飽和水蒸気量

E ( t ) : 飽和水蒸気圧 [ h P a ]

T : 温度 [ °C ]

上記から，高性能粒子フィルタに付着する水の量は，飽和

蒸気量と廃ガス量から、約 300 g となる。

文献<sup>2)</sup>によれば、水ミストが存在する環境下で、フィルタ差圧が 250 mm A q を超えたところから高性能粒子フィルタのリークが始まる。250 mm A q に相当する水ミスト量は、容量 2000 N m<sup>3</sup> / h の高性能粒子フィルタで約 3.4 k g とされている。

塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタは、容量約 380 N m<sup>3</sup> / h × 2 段が 3 系列（1 系列は予備）であるため、約 760 N m<sup>3</sup> / h となる。リークが始まるフィルタ差圧である 250 mm A q に相当する水ミスト付着量は、文献値との比例計算から約 1300 g となる。

以上より、T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生により塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の高性能粒子フィルタに付着する水ミスト量は、リークが始まる水ミスト量を下回るため、高性能粒子フィルタの健全性は維持される。

廃ガス温度の幅を考慮し、50℃とした場合でも水ミスト量は約 500 g となり、高性能粒子フィルタの健全性は維持される。

#### 1. 1. 7 廃ガス貯留槽の容量

T B P 等の錯体の急激な分解反応よりも系統内の空気量が多い臨界において決定した容量である 21m<sup>3</sup> 以上を基に

評価する。21m<sup>3</sup>以上とした廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽へ廃ガス貯留設備の空気圧縮機で圧縮した廃ガスを導出し、規定圧力に到達するまで貯留する。21m<sup>3</sup>を基に規定圧力に到達するまでの時間を評価すると約2時間であることから、その間T B P等の錯体の急激な分解反応に伴い発生した放射性物質を廃ガス貯留槽に貯留できる。

#### 参考文献

- 1) 化学工学便覧（化学工学会編） 改訂五版 p.398
- 2) 尾崎，金川，“高性能エアフィルタの苛酷時健全性試験，（IV）多湿試験” 日本原子力学会誌，Vol.28 No. 6（1986）

令和 2 年 1 月 8 日 R3

補足説明資料 10 - 5



1. プルトニウム濃縮缶での T B P 等の錯体の急激な分解反応における関連機器の機能及び機能喪失の想定

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応は、複数ある当該事象の発生防止機能について多重故障及び誤操作を想定した場合に、発生が想定される。

このため、プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止機能だけではなく、T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置に用いる設備及び工程上のつながりのある機器を対象として、関連する機能、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する場合に機能喪失を想定した機器、機能を維持すると想定した機器及びその理由について表－1 にまとめた。

表-1 TBP等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (1/34)

機器	機能	TBP等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
TBP洗浄器	発生防止機能 (濃縮缶へのTBP等の持込み防止)	濃縮缶へ供給する硝酸プルトニウム溶液について、希釈剤を用いてTBPを洗浄する。(TBPの混入防止)	—	○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)との取り合いはないため、これらの機能喪失の影響は受けない。
希釈剤供給配管	発生防止機能 (濃縮缶へのTBP等の持込み防止)	TBP洗浄器への希釈剤の供給	TBP洗浄器(供給先)	○ 維持2	静的機器であり、機能喪失する設備(加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。希釈剤流量計の機能が喪失しても配管が壊れる・変形することはないため、機能に影響はない。
希釈剤流量計	発生防止機能 (濃縮缶へのTBP等の持込み防止)	希釈剤供給流量の計測	希釈剤供給流量制御	× 喪失1	流量計の詰まりや気泡の混入により正しい値を示さない(実際よりも高い値を示す)ことを想定

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (2/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
希釈剤供給流量制御	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	希釈剤の供給流量の制御	希釈剤流量計	▲ 波及影響	流量制御機能は維持できているが、流量計からの誤った値に基づき制御が行われるため、発生防止機能(希釈剤の供給)としては喪失すると判断。
プルトリウム溶液受槽	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止) 連続受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	-	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。
プルトリウム溶液受槽液位計	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	プルトリウム溶液受槽液位低インタローック	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。 液位計は定期的に点検を行い、機能を維持している。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (3/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム溶液受槽液位低インターロック	発生防止機能(濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止(貯槽下部からの液の抜き出しによる)	プルトニウム溶液受槽液位計移送用エアリフト	○維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。
移送用エアリフト	発生防止機能(濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止(貯槽下部からの液の抜き出しによる)	プルトニウム溶液受槽液位低インターロック	○維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。
油水分離槽	発生防止機能(濃縮缶へのT B P等の持込み防止)バッチ受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止(貯槽下部からの液の抜き出しによる)	-	○維持1	静的機器であり、機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (4/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
油水分離槽液位計	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	油水分離槽液位 低インターロック	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。液位計は定期的な点検を行い、機能を維持している。
油水分離槽液位低インターロック	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	油水分離槽液位 計 移送用エアリフト	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。インターロックは定期的な点検を行い、機能を維持している。
移送用エアリフト	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	油水分離槽液位 低インターロック	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (5/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
サンプリングベンチ	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽からの分析用試料の採取	-	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。サンプリングベンチは定期的な点検の対象となっている。
分析装置	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	試料の分析	-	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。分析装置は定期的な点検の対象となっている。
プルトリウム濃縮缶供給槽	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止) バッチ受入れ	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	-	○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (6/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトリウム濃縮缶供給槽液位計	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	プルトリウム濃縮缶供給槽液位低インタローク	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。 液位計は定期的に点検を行い、機能を維持している。
プルトリウム濃縮缶供給槽液位低インタローク	発生防止機能 (濃縮缶へのT B P等の持込み防止)	貯槽上部に滞留する有機溶媒の下流機器への移送防止 (貯槽下部からの液の抜き出しによる)	プルトリウム濃縮缶供給相ゲージオン	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (7/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（供給液の供給停止）	なし	プルトニウム濃縮缶供給槽液位高インターロック プルトニウム濃縮缶気相部圧力高高インターロック プルトニウム濃縮缶への供給液の供給停止インターロック（新設） 緊急停止系	○維持1	ゲデオンによる移送を行うために必要な真空は、エアジェットに圧縮空気を供給することにより製造するが、エアジェットへの圧縮空気の供給系は、希釈剤流量計、加熱蒸気熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (8/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトリウム濃縮缶供給ゲデオン流量制御	発生防止機能(過濃縮防止)	なし	プルトリウム濃縮缶密度制御 プルトリウム濃縮缶液位制御	○ 維持3	ゲデオンによる移送を行うために必要な真空は、エアジェットに圧縮空気を供給することにより製造するが、エアジェットへの圧縮空気の供給系は、希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトリウム濃縮缶の密度制御とは信号の取り合いがあるが、本シナリオでは密度計からの信号ではなく液位計からの信号を受けて流量を調整することとなる。受け取る信号自体は通常の範囲であるため、機能への影響はない。
蒸気発生器	その他	なし		○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもないため機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (9/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
加熱蒸気圧力計	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備(加熱蒸気の供給停止)	加熱蒸気圧力が135℃を超えないよう、蒸気発生器への一次蒸気圧力の供給流量を制御	加熱蒸気圧力制御	× 喪失1	圧力計の故障により、実際の値よりも低い値を示している状態を想定。正しい値を示さないことから、機能喪失。
加熱蒸気圧力高警報	発生防止機能(加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気圧力が所定の値に到達したことに關する注意喚起	加熱蒸気圧力計	▲ 波及影響	実際よりも低い蒸気発生器圧力計指示値となっており、警報設定値には届かない値になっており警報は吹鳴しないと想定。警報機能は喪失していないが、発生防止機能としては機能喪失していると想定。
加熱蒸気圧力制御	発生防止機能(加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気圧力が135℃を超えないよう、蒸気発生器への一次蒸気圧力の供給流量を制御	加熱蒸気圧力計	▲ 波及影響	実際よりも低い蒸気発生器圧力計指示値に基づき圧力制御を行っており、圧力制御としては加熱蒸気圧力を上げるよう制御するため、加熱蒸気温度が135℃を超えるような圧力となっている。制御機能は喪失していないが、発生防止機能としては機能喪失していると想定。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (10/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計1	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度の計測(生産系)	加熱蒸気温度1 温度高警報	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本温度計1は定期的な点検の対象となっている。
加熱蒸気温度1 高警報	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度が通常範囲を外れていることに対する注意喚起	加熱蒸気温度計 1	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (11/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
加熱蒸気温度計2 (安重)	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度計2が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気温度高による加熱蒸気供給停止インターロック	○ 維持3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮圧密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。温度計2と加熱蒸気遮断弁は、インターロックを介した信号の取り合いはあるが、加熱蒸気遮断弁から温度計2へ向かう信号はないため、加熱蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本温度計2は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (12/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
加熱蒸気温度計2 (安重) 温度高警報	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度が所定の値に到達したことを運転員に対して注意喚起する	加熱蒸気温度計 2 (安重)	○ 維持3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮圧密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。本警報と加熱蒸気遮断弁は、インターロックを介した信号の取り合いはあるが、加熱蒸気遮断弁から警報へ向かう信号はないため、加熱蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっていない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (13/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
加熱蒸気温度計2温供給停止インターロック	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気遮断弁 加熱蒸気温度計 2 (安重)	▲ 波及影響	機能喪失する設備(希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。加熱蒸気遮断弁と当該インターロックは信号の取り合いがあるが、加熱蒸気遮断弁からインターロックに向かう信号はなく、加熱蒸気遮断弁が故障することにより当該弁が閉止できない状態を想定していることから、インターロック自体は機能を維持しているが、発生防止機能としては機能喪失していると想定する。
加熱蒸気遮断弁	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度計2が所定値に到達した場合の加熱蒸気供給停止	加熱蒸気温度高 による加熱蒸気 供給停止インタ ーロック	× 喪失1	弁の故障により閉止できない状態を想定する。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (14/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能 (設備) とのつながり	機能喪失の有無*	理由
加熱蒸気温度計3 (安重)	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度の計測 (安全系2)	加熱蒸気温度高による一次蒸気供給停止インタ一ロック	○維持3	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、プルトニウム濃縮圧密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。一次蒸気遮断弁と温度計3は、インタ一ロックを介した信号の取り合いはあるが、一次蒸気遮断弁から温度計3へ向かう信号はないため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本温度計3は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (15/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
加熱蒸気温度計3 (安重) 温度高警報	発生防止機能 (加熱蒸気温度の異常な上昇防止)	加熱蒸気温度が所定の値に到達したことを運転員に対して注意喚起する	加熱蒸気温度計 3 (安重)	○ 維持3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、プルトニウム濃縮圧密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。 加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り合いはないため、機能喪失の影響は受けない。一次蒸気遮断弁と警報とはインターロックを介した信号の取り合いはあるが、一次蒸気遮断弁から警報へ向かう信号はないたため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。本警報は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (16/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に 対する機能	他機能（設備）と のつながり	機能喪失 の有無*	理由
加熱蒸気温度計3温 度高による一次蒸気 供給停止インターロ ック	発生防止機能 (加熱蒸気温度 の異常な上昇防 止)	加熱蒸気温度3温度高 による一次蒸気遮断弁 の閉止による一次蒸気 供給停止	一次蒸気遮断弁 加熱蒸気温度計 3 (安重)	▲ 波及影響	機能喪失する設備（希釈剤流量計、プルト ニウム濃縮圧密度制御）とは異なる設備に 設置されており、信号の取り合いもない。 加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁とは、同 じ加熱蒸気系に設置されているが、加熱蒸 気圧力計および加熱蒸気遮断弁との取り 合いはないため、機能喪失の影響は受けな い。一次蒸気遮断弁と当該インターロック は信号の取り合いがあるが、一次蒸気遮断 弁からインターロックに向かう信号はな く、一次蒸気遮断弁が故障することにより 当該弁が閉止できない状態を想定してい ることから、インターロック自体は機能を 維持しているが、発生防止機能としては機 能喪失していると想定する。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (17/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
一次蒸気遮断弁	発生防止機能 (加熟蒸気温度の異常な上昇防止)	加熟蒸気温度3温度高による一次蒸気遮断弁の閉止による一次蒸気供給停止	加熟蒸気温度高による一次蒸気供給停止インタローック プルトニウム濃縮缶密度高インタローック プルトニウム濃縮缶液位低インタローック	× 喪失1	弁の故障により閉止できない状態を想定する。
加熟蒸気安全弁	その他	なし	-	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、一次蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。加熟蒸気圧力計、加熟蒸気遮断弁とは同じ加熟蒸気系に設置されているが、取り合いはないため、これら機器の機能喪失による影響は受けけない。本安全弁は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (18/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
一次蒸気元弁	拡大防止対策	なし	—	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。一次蒸気遮断弁と同じ一次蒸気系に設置されているが、取り合いはないため、一次蒸気遮断弁の機能喪失の影響は受けない。 本弁は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶	その他 連続受入れ	なし	—	○ 維持 2	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (19/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム濃縮缶密度計	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御）	プルトニウム濃縮缶密度制御 プルトニウム濃縮缶密度高イン ターロック	○ 維持4	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、密度計の機能は維持できていると想定する。密度計は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶密度制御	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御）	プルトニウム濃縮缶密度計 プルトニウム濃縮缶供給槽ゲージ オン流量制御	× 喪失2	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、設備としては喪失していること を想定する。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (20/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム濃縮缶 密度高警報	発生防止機能 (過濃縮防止)	過濃縮防止(プルトニウム濃縮液の濃度が所定の値を超えたことについて注意喚起を行う)	プルトニウム濃縮缶密度計	○ 維持その他 (取り合 いのあ る 密度制御 に設備故 障はない ため機能 は維持)	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶密度制御機能は喪失するが、原因は運転員の誤操作であり、密度計の機能は維持できていると想定する。密度高警報は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶 密度計密度高による インターロック	発生防止機能 (過濃縮防止)	過濃縮防止(プルトニウム濃縮液の濃度を一定値に保つよう流量を制御)	プルトニウム濃縮缶密度計 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	本インターロックにより作動する一次蒸気遮断弁は機能喪失することを想定する。このため、インターロックとしても機能しないと想定する。

表一1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (21/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム濃縮缶液位計	発生防止機能（過濃縮防止）	過濃縮防止（プルトニウム濃縮液が一定量以下となった場合に加熱を停止する）	プルトニウム濃縮缶液位制御 プルトニウム濃縮缶液位低イン ターロック	○ 維持1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されており、密度計の計装配管を一部共用しているが、密度計は機能喪失せず、密度制御の信号と液位計とは取り合いがないため、密度制御機能の喪失の影響は受けない。本液位計は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶液位制御	その他	なし	プルトニウム濃縮缶液位計 プルトニウム濃縮缶供給槽ゲージ オン流量制御	○ 維持3	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶の密度制御機能からの出力される制御信号は、液位制御機能から出力される制御信号も受け取ることになっており、ここで取り合いが発生するが、信号の逆流は発生しないため1機能は維持できる。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (22/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶液位計液位低によるインターロック	発生防止機能(過濃縮防止)	過濃縮防止(プルトニウム濃縮液が一定量以下となった場合に加熱を停止する)	プルトニウム濃縮缶液位計 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	本インターロックにより作動する一次蒸気遮断弁は機能喪失することを想定する。このため、インターロックとしても機能しないと想定する。
プルトニウム濃縮缶液相部温度計	その他	なし	プルトニウム濃縮缶液相部温度高警報(新設)	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。液相部温度計は定期的な点検の対象となっている。

表一 1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (23/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能 (設備) とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトリウム濃縮缶液相部温度高警報 (新設)	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インタローック (新設) プルトニウム濃縮缶への供給停止インタローック (新設)	○維持 1	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁) とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトリウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。液相部温度高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトリウム濃縮缶気相部温度計	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	プルトリウム濃縮缶気相部温度高警報 (新設) 貯留タンクへの貯留起動インタローック (新設) プルトニウム濃縮缶への供給停止インタローック (新設)	○維持 1	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁) とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトリウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部温度計 1 は定期的な点検の対象となっている。

表一 1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (24/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能 (設備) とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトニウム濃縮缶 気相部温度高警報 (新設)	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インタロック (新設) プルトニウム濃縮缶への供給停止インタロック (新設)	○ 維持 1	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁) とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部温度高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力計	その他	なし	—	○ 維持 1	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁) とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力計 1 は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (25/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力制御	その他	なし	プルトニウム濃縮缶気相部圧力計 1	○ 維持 1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力制御は定期的な点検の対象となっている。
プルトニウム濃縮缶 気相部圧力計圧力高 によるインターロ ク	その他	なし	プルトニウム濃縮缶気相部圧力計 1 プルトニウム濃縮缶供給槽ゲデオン 一次蒸気遮断弁	▲ 波及影響	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトニウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはない。但し、一次蒸気遮断弁が機能喪失することから、インターロク機能の一部は喪失する。 (供給ゲデオンの停止は機能する)

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (26/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能 (設備) とのつながり	機能喪失の有無*	理由
プルトリウム濃縮缶 気相部圧力高高警報 (新設)	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (供給液の供給停止、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック (新設) プルトリウム濃縮缶への供給停止インターロック (新設)	○ 維持 1	機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁) とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。プルトリウム濃縮缶に設置されているが、密度計および密度制御機能との取り合いはないため、機能は維持される。気相部圧力高高警報は定期的な点検の対象とする予定。
プルトリウム濃縮缶 凝縮器	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	—	○ 維持 1	静的機器であり、機能喪失する設備 (希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御) とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (27/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無*	理由
凝縮液流量制御	その他	なし	—	○ 維持1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。
プルトリウム濃縮液受槽 （バッチ受入れ）	その他	なし	—	○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。
凝縮液受槽 A/B （連続受入れ）	その他 （連続受入れ）	なし	—	○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (28/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）洗浄塔	その他	なし	—	○ 維持1	静的機器であり、機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮弁密度制御）とは異なる設備に設置されているため機能に影響はない。
廃ガスポット	その他	なし	—	○ 維持1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮弁密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。
隔離弁（塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系））	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（貯留タンクへの放射性物質の貯留）	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック（新設）	○ 維持1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮弁密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。 当該隔離弁は定期的な点検の対象とする予定。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (29/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
塔槽類廃ガス処理系 (プルトリウム系) 排風機	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック (新設)	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。 排風機は定期的な点検の対象となっていない。
隔離弁(貯留設備)	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備 (放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック (新設)	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。 本弁は定期的な点検の対象とする予定。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (30/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
空気圧縮機	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備(貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック(新設)	○維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。 圧縮機は定期的な点検の対象とする予定
貯留タンク	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備(放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック(新設)	○維持1	静的機器であり、機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されるため、機能に影響はない。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (31/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
圧力計(貯留タンク)	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備(放射性エアロゾルの除去、貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック(新設)	○維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。 圧力計は定期的な点検の対象とする予定。
流量計(貯留タンク)	T B P等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備(貯留タンクへの放射性物質の貯留)	なし	貯留タンクへの貯留起動インターロック(新設)	○維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いません。そのため機能に影響はない。 流量計は定期的な点検の対象とする予定。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (32/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
緊急停止系	自主対策設備(供給液の供給停止)	なし	希釈剤供給流量制御 加熱蒸気圧力制御 プルトニウム濃縮缶気相部圧力制御 一次蒸気遮断弁 加熱蒸気遮断弁供給ゲデオン	○維持3	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、プルトニウム濃縮缶密度制御)とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いもない。一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁とは信号の取り合いがあるが、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁から緊急停止系に向かう信号はないため、これら弁の機能喪失による影響は受けない。緊急停止系は定期的な点検の対象となっている。

表-1 T B P 等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (33/34)

機器	機能	T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能（設備）とのつながり	機能喪失の有無※	理由
プルトリウム濃縮缶への供給停止インターロック（新設）	T B P 等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための設備（供給液の供給停止）	なし	プルトリウム濃縮缶気相部温度高警報（新設） プルトリウム濃縮缶気液相部温度高警報（新設） プルトリウム濃縮缶気相部圧力高警報（新設） プルトリウム濃縮缶供給槽ゲージオン	○維持1	機能喪失する設備（希釈剤流量計、加熱蒸気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断弁、プルトリウム濃縮缶密度制御）とは異なる設備に設置されており、信号の取り合いませんため機能に影響はない。 当該インターロックは定期的な点検の対象となる予定。

表-1 T B P等の錯体の急激な分解反応に関連のある機器の機能と事象発生時における機能の状況 (34/34)

機器	機能	T B P等の錯体の急激な分解反応の発生防止に対する機能	他機能(設備)とのつながり	機能喪失の有無*	理由
貯留タンクへの貯留 起動インターロック (新設)		なし	プルトニウム濃 縮気相部温度 高警報(新設) プルトニウム濃 縮気液相部温 度高警報(新設) プルトニウム濃 縮気相部圧力 高警報(新設) 塔槽類廃ガス処 理系(プルトニウ ム系)排風機 塔槽類廃ガス処 理系(プルトニウ ム系)漏れ込みラ インの自動弁閉 止 空気圧縮機	○ 維持1	機能喪失する設備(希釈剤流量計、加熱蒸 気圧力計、一次蒸気遮断弁、加熱蒸気遮断 弁、プルトニウム濃縮圧密度制御)とは異 なる設備に設置されており、信号の取り合 いもないため機能に影響はない。 当該インターロックは定期的な点検の対 象となる予定。

※ 「機能喪失の有無」に記載している事項の意味は以下のとおり。

維持 1：機能喪失を想定する機能との取り合いがない

維持 2：機能喪失する機能（機器）との取り合いがあるが、静的機器であるため影響は受けない

維持 3：機能喪失する機能（機器）との取り合いがあるが、信号の取り合いであり、機能喪失した機器から信号を受けることはないため、

機能喪失の影響は受けない

維持 4：機能喪失する機能との取り合いがあるが、機能喪失の原因が誤操作であり機器の故障は発生しないため、影響は受けない。

波及影響：機能喪失する機能（機器）の影響により、当該機能（機器）の発生防止機能が喪失する

喪失 1：機器の故障・異常による機能喪失

喪失 2：誤操作による機能喪失

令和 2 年 4 月 1 3 日 R7

## 補足説明資料 10－6

## 事態の収束までの放出量評価

### 1. T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の放出量評価

#### 1.1 評価内容

プルトニウム濃縮缶における T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生してから収束するまでの放射性物質の大気中への放出量を評価する。T B P 等の錯体の急激な分解反応により気相部に移行した放射性物質のうち、廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽に貯留されなかった放射性物質が大気中へ放出されたものとして評価する。事態が収束するタイミングは、廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽への貯留を約 2 時間行い、その後塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を平常運転時の経路に復旧した時点とする。

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した後も、供給液の停止操作完了までは供給液の供給が継続することから、T B P 等の錯体の分解反応発生後から供給液の供給停止完了までを 1 分間とし、1 分間に供給される T B P 全量について、T B P 等が分解反応により放射性物質を放出することを想定して放出量を評価する。

なお、評価対象建屋はプルトニウム濃縮缶が設置されている精製建屋である。

## 1.2 大気中への放射性物質の放出量評価

大気中への放射性物質の放出量は、プルトニウム濃縮缶が保有する放射性物質質量に対して、事故の影響を受ける割合、T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相中に移行する放射性物質の割合、大気中への放出経路における低減割合及び廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽へ貯留されない放射性物質の割合を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

## 1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量を「1.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価」の通りに算出する。また、算出に必要なパラメータは第 1. - 1 表、第 1. - 2 表及び第 1. - 3 表に示す通りである。廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽へ貯留されない放射性物質の割合である約 4 % の根拠については、2. に記載する。

第 1. - 1 表 機器内の気相に移行する放射性物質の割合（A R F）の設定

< T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時（爆発時の圧力が 3.5M P a を上回る場合での A R F の算出式を適用） >

①	T B P 等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギー $E_1$ [k J] 算出	$E_1$ [k J] = $1400 [J / g \text{ T B P}] \times \text{T B P 量} [k g]$
②	水蒸気発生量算出 W [k g]	$W [k g] =$ $E_1 / 2200 [k J / k g - s t e a m]$
③	発生水蒸気のマール分率算出 M F [-]	$M F =$ $W / (V_L \times 1000 [k g / m^3 - H_2 O])$ $V_L$ : 塔槽内液相部体積 [ $m^3$ ]
④	A R F 算出 [-]	$A R F = 1.28 \times M F^{0.827}$

< T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後から供給液の供給が停止するまで（爆発時の圧力が 0.35M P a 未満の場合の A R F 値を適用） >

項目	パラメータ
A R F	$5 \times 10^{-5}$

第 1. - 2 表 放出量評価に必要なパラメータの設定

項目	パラメータ	
<p>機器が保有する 放射性物質質量 (M A R)</p>	<p>プルトニウム濃縮缶の通常運転時の容量及び T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を沸点とするプルトニウム濃度から算出した放射性物質質量とする。</p>	
<p>M A R のうち事故の影響を受ける割合 (D R)</p>	<p>1 とする</p>	
<p>機器内の気相に移行する放射性物質の割合の (A R F)</p>	<p><math>4 \times 10^{-3}</math> (爆発時の圧力が 3.5 M P a を上回る場合での A R F の算出式を適用)</p>	
	<p><math>5 \times 10^{-5}</math> (爆発時の圧力が 0.35 M P a 未満の場合の A R F 値を適用)</p>	
<p>大気中への放出経路における除染係数 (D F)</p>	<p>経路上での沈着等</p>	<p>10</p>
	<p>高性能粒子フィルタ</p>	<p><math>1.0 \times 10^5</math></p>
<p>廃ガス貯留槽へ貯留されない放射性物質の割合</p>	<p>約 4 %</p>	

#### 1.4 機器が保有する放射性物質質量の設定

機器が保有する放射性物質質量は，1日当たりに処理する使用済燃料の平均燃焼度  $45,000\text{MW d} / \text{t} \cdot \text{U P r}$ ，照射前燃料濃縮度  $4.5\text{w t} \%$ ，比出力  $38\text{MW} / \text{t} \cdot \text{U P r}$ ，冷却期間15年を基に算出した内蔵放射能に，使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮して平常運転時の最大値を算出し設定する。使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数を第1.－3表に示す。

なお，プルトニウム濃縮缶におけるT B P等の錯体の急激な分解反応は，濃縮缶内での過濃縮を経て事象発生することから，平常運転値の最大値を算出した上で，過濃縮の濃縮倍率を考慮して放射性物質質量を設定する。

第 1. - 3 表 使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ	使用済燃料中の放射能 ( B q / t · U P r )		燃料仕様の変動に係る補正係数
	R u / R h	1. 6 × 10 <sup>12</sup> ※ 2	
その他 F P ※ 1	1. 3 × 10 <sup>16</sup>		1. 1
P u	α	1. 7 × 10 <sup>14</sup>	2. 0
	β	2. 9 × 10 <sup>15</sup>	
A m , C m	1. 8 × 10 <sup>14</sup>		2. 7

※ 1 その他 F P とは、核分裂生成物のうち、K r - 85 , I - 129 及び R u / R h を除いたものを示す。

※ 2 R u 及び R h の合算値を示す。

### 1.5 T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い機器の気相中に移行する放射性物質の割合の設定

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相中に移行する放射性物質の割合は、爆発時の圧力が 0.35 MPa を上回る場合は第 1. - 1 表の計算フローに基づき算出する。

爆発時の圧力が 0.35 MPa 未満の場合は 0.005% とする。

### 1.6 大気中への放出経路における除染係数の設定

放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、D F 10 とする。また、高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係<sup>(2)</sup>数は、T B P 等の錯体の急激な分解

反応が発生した場合の温度及び圧力においても健全であることを確認していることから、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることにより、2段でDF  $1 \times 10^5$  とする。また、廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽による低減割合として、約96%の放射性物質が廃ガス貯留設備の廃ガス貯留槽に導出されることから、約4%まで低減されることを考慮する。

### 1.7 セシウム-137 換算係数

放射性物質のセシウム-137 換算係数は、IAEA-TECDOC-1162 に記載されている、地表沈着した核種からのガンマ線による外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくを考慮した50年間の実効線量への換算係数並びに吸入核種の化学形態を線量告示に適合させるために、プルトニウム等の一部の核種について、IAEA-TECDOC-1162<sup>(2)</sup> に記載の吸入摂取換算係数をICRP Publication<sup>(3)</sup> 72の吸入摂取換算係数で補正するために設定する「吸入核種の化学形態に係る補正係数」を用いて、以下の計算式により算出する。

また、セシウム-137 換算係数の算出過程を第1.4表に示す。

#### セシウム-137 換算係数

$$= (\text{ある核種のCF4換算係数}) / (\text{セシウム-137CF4換算係数}) \times (\text{吸入核種の化学形態に係る補正係数})$$

第 1. - 4 表 主要な核種のセシウム-137 換算係数

	IAEA-TECDOC- 1162 の CF <sub>4</sub> 換算係数 [A]	IAEA-TECDOC- 1162 の CF <sub>4</sub> 換算係数 (Cs137 の値) [B]	吸入核種の化学形態 に係る補正係数 [C]	Cs137 換算係数 ※1 [D] = [A] / [B] × [C]
	(mSv / (kBq · m <sup>-2</sup> ))	(mSv / (kBq · m <sup>-2</sup> ))	(-)	(-)
Sr90	2.1E-02	1.3E-01	1.0	0.16
Ru106	4.8E-03	1.3E-01		0.037
Cs134	5.1E-02	1.3E-01		0.39
Cs137	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Ce144	1.4E-03	1.3E-01		0.011
Eu154	1.3E-01	1.3E-01		1.0
Pu238	6.6E+00	1.3E-01	0.41	21
Pu239	8.5E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu240	8.4E+00	1.3E-01	0.42	27
Pu241	1.9E-01	1.3E-01	0.39	0.56
Am241	6.7E+00	1.3E-01	0.45	23
Cm242	5.9E-02	1.3E-01	0.88	0.40
Cm244	2.8E+00	1.3E-01	0.47	10

注：放射平衡核種の子孫核種の寄与は、親核種に含む。

	IAEA-TECDOC- 1162 の吸入摂取換算係数 [a]	ICRP Publication.72 の吸入摂取 換算係数(化学形態を考慮) [b]	吸入核種の化学形態に係る補正係数 [c] = [b] / [a]
	(Sv / Bq)	(Sv / Bq)	(-)
Pu238	1.13E-04 ※2	4.6E-05	0.41
Pu239	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu240	1.20E-04 ※2	5.0E-05	0.42
Pu241	2.33E-06 ※2	9.0E-07	0.39
Am241	9.33E-05	4.2E-05	0.45
Cm242	5.93E-06	5.2E-06	0.88
Cm244	5.73E-05	2.7E-05	0.47

※1：地表沈着した核種からの外部被ばく及び再浮遊核種の吸入による内部被ばくの50年間の実効線量を用いてセシウム-137放出量に換算する係数

※2：化学形態としてキレートを想定

## 1.8 評価結果

T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の大気中への放出量（C s - 137換算）の計算過程を第1. - 5表に，評価結果を第1. - 6表に示す。

第1. - 5表 TBP等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い、気相に移行した

放射性物質の放出量 (Cs-137換算) の計算過程

< TBP等の錯体の急激な分解反応による評価 >

機器	核種Gr	MAR [Bq]	DR [-]	ARF [-]	LPF (フィルタ・経路) [-]	貯留の考慮	放出量 [Bq]	①	②	③=①×②	④=Σ③
								Cs-137換算係数 [Bq/Bq]	Cs-137換算係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換算) [TBq]
ブルトニウム濃縮缶	Zr/Nb	0E+00					0E+00	2E-02	0E+00		
	Ru/Rh	2E+07					3E-03	2E-02	5E-05		
	Cs/Ba	0E+00					0E+00	5E-01	0E+00		
	Ce/Pr	0E+00					0E+00	5E-03	0E+00		
	Sr/Y	0E+00	1E+00	4E-03	1E-06	4E-02	0E+00	8E-02	0E+00		3E-05
	その他FP	4E+08					6E-02	5E-01	3E-02		
	Pu	8E+16					1E+07	2E+00	2E+07		
	Am/Cm	0E+00					0E+00	2E+01	0E+00		
	U(α)	5E+07					7E-03	7E+00	5E-02		
	Np(α)	0E+00					0E+00	3E-01	0E+00		

< TBP等の錯体の急激な分解反応後～供給停止までの評価 >

機器	核種Gr	MAR [Bq]	DR [-]	ARF [-]	LPF (フィルタ・経路) [-]	貯留の考慮	放出量 [Bq]	①	②	③=①×②	④=Σ③
								Cs-137換算係数 [Bq/Bq]	Cs-137換算係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換算) [TBq]
ブルトニウム濃縮缶	Zr/Nb	0E+00					0E+00	2E-02	0E+00		
	Ru/Rh	2E+07					4E-05	2E-02	7E-07		
	Cs/Ba	0E+00					0E+00	5E-01	0E+00		
	Ce/Pr	0E+00					0E+00	5E-03	0E+00		
	Sr/Y	0E+00	1E+00	5E-05	1E-06	4E-02	0E+00	8E-02	0E+00		3E-07
	その他FP	4E+08					8E-04	5E-01	4E-04		
	Pu	8E+16					2E+05	2E+00	3E+05		
	Am/Cm	0E+00					0E+00	2E+01	0E+00		
	U(α)	5E+07					1E-04	7E+00	8E-04		
	Np(α)	0E+00					0E+00	3E-01	0E+00		

※LPF = 1 / DF

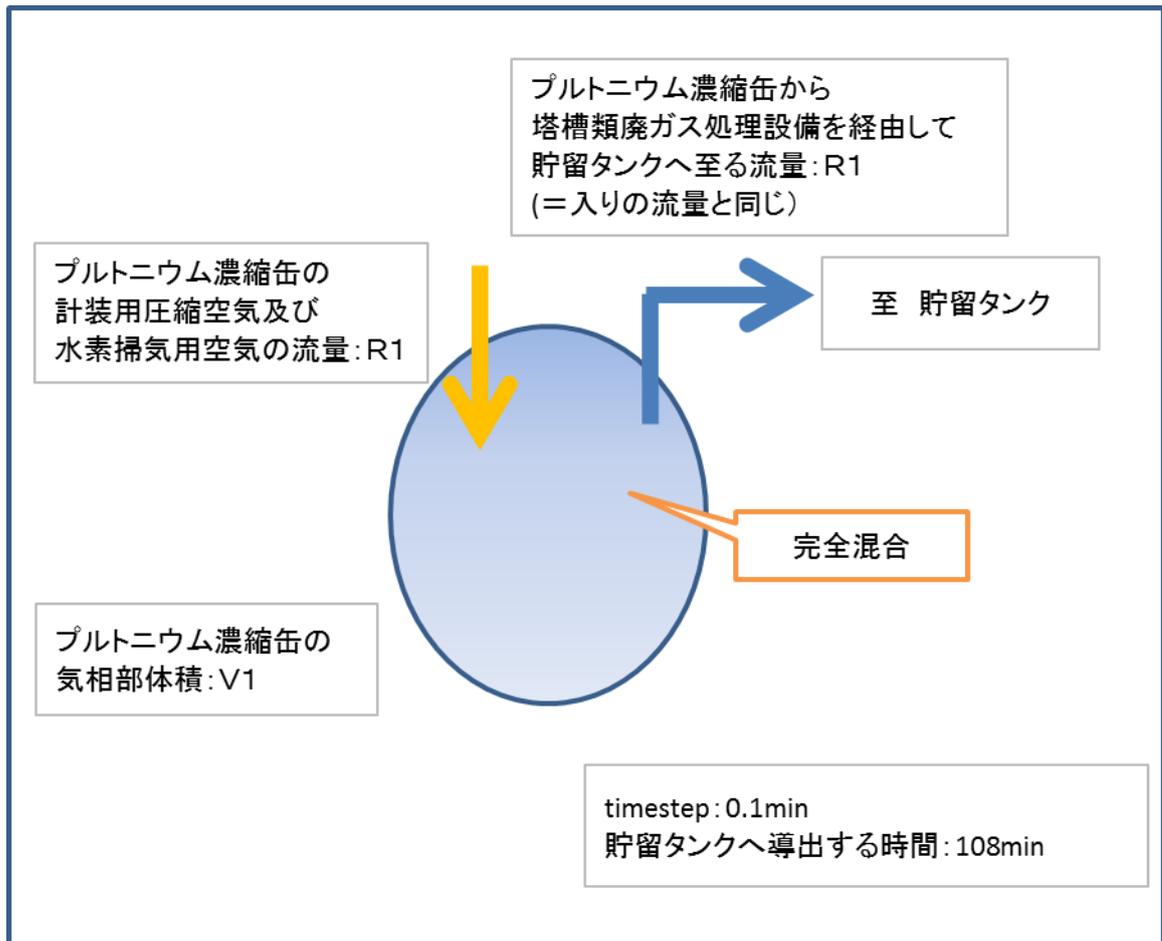
第 1. - 6 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生に伴い気相に移行した放射性物質の放出量 ( C s - 137 換算)

<p>建屋 (機器)</p>	<p>放出量 ( C s - 137 換算) [ T B q ]</p>
<p>精製建屋 (プルトニウム濃縮缶)</p>	<p><math>3 \times 10^{-5}</math></p>

## 2. 廃ガス貯留槽に貯留されない放射性物質の割合について

### 2.1 評価方法

廃ガス貯留槽に貯留される放射性物質の割合の評価手法を記載する。計算に用いたモデルを第2. - 1 図に示すとともに、評価に用いた解析条件を第2. - 1 表に示す。



第2. - 1 図 廃ガス貯留槽に貯留されない放射性物質の割合  
評価モデル

第 2. - 1 表 評価に用いた解析条件

プルトニウム濃縮缶気相部体積	V 1	0.25 m <sup>3</sup>
プルトニウム濃縮缶の計装用圧縮空気および水素掃気用空気の流量	R 1	0.44 m <sup>3</sup> /h
時間の刻み幅 (timestep)	-	0.1 min
貯留設備の空気圧縮機の 継続起動時間	-	108.6 min
廃ガス貯留槽に貯留されない放射性物質の割合	C	(逐次計算により算出)

具体的には、時間  $t=0$  に T B P 等の錯体の急激な分解反応が起こったことを想定した。その後、0.1min の時間の刻み幅ごとに、プルトニウム濃縮缶への気体の流入、プルトニウム濃縮缶内での気体の完全混合及び廃ガス貯留槽への気体の導出が起るとし、プルトニウム濃縮缶内に残留する割合を廃ガス貯留槽に貯留されない放射性物質の割合として計算した。

この際、プルトニウム濃縮缶の計装用圧縮空気及び水素掃気用空気の流量は一定流量で供給が継続されることとした。計算式は以下のとおり。

$$C_{t=n+0.1} = C_{t=n} \times \left( \frac{V1}{V1 + R1} \right) \quad ※ \quad n = 0, 0.1, 0.2, \dots \quad , \quad C_{t=0} = 1$$

## 2.2 評価結果

プルトニウム濃縮缶内に残留する放射性物質の割合は約 4 % となった。具体的な計算シートを第 2. - 2 表に示す。

第 2. - 2 表 プルトニウム濃縮缶内に残留する

放射性物質の割合の計算シート

経過時間 [min]	空気供給量 [m3/timestep]	廃ガス貯留槽へ 導出される量 [m3/timestep]	廃ガス貯留槽に 貯留されない放 射性物質の割合
0	0.00074	0.00074	1.0
0.1	0.00074	0.00074	1.0
0.2	0.00074	0.00074	0.99
0.3	0.00074	0.00074	0.99
0.4	0.00074	0.00074	0.99
0.5	0.00074	0.00074	0.99
0.6	0.00074	0.00074	0.98
0.7	0.00074	0.00074	0.98
0.8	0.00074	0.00074	0.98
0.9	0.00074	0.00074	0.97
1	0.00074	0.00074	0.97
1.1	0.00074	0.00074	0.97
1.2	0.00074	0.00074	0.97
1.3	0.00074	0.00074	0.96
1.4	0.00074	0.00074	0.96
1.5	0.00074	0.00074	0.96
108.6	0.00074	0.00074	0.04

3. T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時に塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の空気の放出量評価

### 3.1 評価内容

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合、分解反応に伴い発生する水蒸気等に押し込まれる形で、事象発生前にプルトニウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットまでの流路の配管に存在していた放射性物質を含む気体が塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットから、セルへ放出されることを想定する。

ここでは、プルトニウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットまでの流路の配管に存在していた放射性物質を含む気体がプルトニウム濃縮缶内での T B P 等の錯体の急激な分解反応によって発生した分解生成物及びエネルギーにより圧縮され、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセルへ導出された後、セル排気フィルタユニットを經由して主排気筒から放出されることを想定し、放出量評価を実施した。

### 3.2 大気中への放射性物質の放出量評価

大気中への放射性物質の放出量は、プルトニウム濃縮缶の気相部から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポッ

トまでの流路の配管内の気相中に存在する放射性物質質量に対して、事故の影響を受ける割合、大気中への放出経路における低減割合を乗じて算出する。

また、評価した大気中への放射性物質の放出量にセシウム-137への換算係数を乗じて、大気中へ放出された放射性物質の放出量（セシウム-137換算）を算出する。

### 3.3 評価に用いる各種パラメータの設定

大気中への放射性物質の放出量を「3.2 大気中への放射性物質の放出量評価及び事業所外での被ばく評価」の通りに算出する。また、算出に必要なパラメータは第3. - 1表のとおりであり、被ばく評価に必要なパラメータは第1. - 3表と同様である。

第 3. - 1 表 放出量評価に必要なパラメータの設定

項目	パラメータ	
気相部に保有する放射性物質質量 (MAR)	通常運転時の塔槽類廃ガス処理系 (プルトニウム系) の気相部に保有する放射性物質質量を採用。 (ARF を考慮した値)	
MAR のうち事故の影響を受ける割合 (DR)	1 とする	
機器内の気相に移行する放射性物質の割合の (ARF)	$1 \times 10^{-8}$	
大気中への放出経路における除染係数 (DF)	経路上での沈着等	10
	高性能粒子フィルタ (セル排気フィルユニット)	$1.0 \times 10^3$

### 3.4 塔槽類廃ガス処理系 (プルトニウム系) の気相部が保有する放射性物質質量の設定

1.4 の記載と同様, 気相部が保有する放射性物質質量は, 1 日当たりに処理する使用済燃料の平均燃焼度  $45,000 \text{ MW d} / \text{ t} \cdot \text{UPr}$ , 照射前燃料濃縮度  $4.5 \text{ wt} \%$ , 比出力  $38 \text{ MW} / \text{ t} \cdot \text{UPr}$ , 冷却期間 15 年の条件を考慮する。使用済燃料の燃料仕様の変動に係る補正係数は第 1. - 3 表と同じである。

なお, 気相部の空間体積は設計図書から引用し, 算出した。

### 3.5 T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い機器の気相中に移行する放射性物質の割合の設定

塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の気相部が保有する放射性物質量の算出の際は、<sup>(4)</sup>文献に記載の割合を採用し、圧縮空気 1 m<sup>3</sup> 当たり 10m g が移行することとし、 $1 \times 10^{-8}$  とする。

### 3.6 大気中への放出経路における低減割合の設定

放出経路上の構造物への沈着による放射性エアロゾルの除染係数は、D F 10 とする。また、セル排気フィルタ ユニットの高性能粒子フィルタの放射性エアロゾルの除染係数は、T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の温度及び圧力においても健全であることを確認していることから、高性能粒子フィルタが所定の性能を発揮できることにより、1 段で D F  $1 \times 10^3$  とする。

### 3.7 セシウム-137 換算係数

1.7 と同様の値を採用し、評価した。

### 3.8 評価結果

塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の気体の放射性物質の大気中への放出量（C s - 137 換算）の計算過程を第 3. - 2 表に、評価結果を第 3. - 3 表に示す。

第 3. - 2 表 塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の

空気中の放射性物質の放出量（Cs-137 換算）の計算過程

機器	核種Gr	インベントリ/濃度 [Bq/m <sup>3</sup> ]	廃ガス量 [m <sup>3</sup> /y]	ARF	移行量合計 [Bq/y]	Adp 燃料変動	補正係数 $\alpha \Rightarrow$ total	補正係数 冷却年	Pu重量 補正	MAR&ARF [Bq/m <sup>3</sup> ]	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Zr/Nb	0E+00	5E+06	1E-08	0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Ru/Rh	2E+11			9E+09	1E+00	1E+00	1E+00	5E-04	1E+00	1E+00
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Cs/Ba	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	6E-01	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Ce/Pr	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	6E-05	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Sr/Y	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	8E-01	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	その他FP	3E+10			1E+09	1E+00	1E+00	1E+00	1E-01	1E+00	4E+01
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Pu	5E+15			2E+14	2E+00	2E+00	2E+00	9E-01	1E+00	2E+09
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Am/Cm	0E+00			0E+00	3E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	U( $\alpha$ )	2E+07			9E+05	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	2E-01
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Np( $\alpha$ )	0E+00			0E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	1E+00	0E+00

① ② ③=①×② ④=Σ③

機器	核種Gr	MAR&ARF [Bq/m <sup>3</sup> ]	LPF	DR	ポットから 出る体積 [m <sup>3</sup> ]	放出量 [Bq]	Cs-137換 算係数 [Bq/Bq]	総放出量 (Cs-137換算) [Bq]	放出量 (Cs-137換 算) [TBq]
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Zr/Nb	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	2E-02	0E+00	3E-07
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Ru/Rh	1E+00	1E-04	1E+00	8E-01	8E-05	2E-02	2E-06	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Cs/Ba	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	5E-01	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Ce/Pr	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	5E-03	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Sr/Y	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	8E-02	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	その他FP	4E+01	1E-04	1E+00	8E-01	3E-03	5E-01	2E-03	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Pu	2E+09	1E-04	1E+00	8E-01	2E+05	2E+00	3E+05	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Am/Cm	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	2E+01	0E+00	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	U( $\alpha$ )	2E-01	1E-04	1E+00	8E-01	2E-05	7E+00	2E-04	
塔槽類廃ガス処理系 (Pu系)	Np( $\alpha$ )	0E+00	1E-04	1E+00	8E-01	0E+00	3E-01	0E+00	

第 3. - 3 表 塔槽類廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の空気の放射性物質の大気中への放出量（C s - 137 換算）

建屋	放出量 (C s - 137 換算) [T B q]
精製建屋	$3 \times 10^{-7}$

#### 4. T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の収束までの放出量評価

##### 4.1 評価内容

1. に記載の T B P 等の錯体の急激な分解反応に伴い気相に移行した放射性物質の放出量評価及び 3. に記載の T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時に塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の廃ガスポットからセル導出される塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の空気の放射性物質の放出量の合計が，T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の収束までの放出量に該当する。このためそれぞれの数値を合算した値について評価を行った。

##### 4.2 評価結果

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生から事態の収束までの放射性物質の大気中への放出量（C s - 137 換算）の評価結果を第 4. - 1 表に示す。

第 4. - 1 表の結果から，放射性物質の放出量は事業指定基準規則第 28 条で要求されているセシウム - 137 換算で 100 T B q を十分下回る。

第 4. - 1 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応における事態の  
収束までの放射性物質の大気中への放出量 ( C s - 137 換算)

建屋	放出量 ( C s - 137 換算) [ T B q ]
精製建屋	$3 \times 10^{-5}$

## 5. 参考文献

( 1 ) Science Applications International. Nuclear Fuel Cycle Facility Accident Analysis Handbook. United States Nuclear Regulatory Commission, 1998-03, NUREG/CR-6410.

( 2 ) GENERIC PROCEDURES FOR ASSESSMENT AND RESPONSE DURING A RADIOLOGICAL EMERGENCY. IAEA, VIENNA, 2000 IAEA-TECDOC-1162

( 3 ) ICRP. Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides : Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients. Annals of the ICRP, ICRP Publication 72. 1996, vol. 26, no. 1.

( 4 ) F.J. Herrmann, et. al., Some Aspects of Aerosol Production and Removal During Spent Fuel Processing Steps, Proceedings of the 16th DOE Nuclear air cleaning conference held in San Diego, California, 20-23 October 1980.

令和元年12月10日 R0

## 補足説明資料 10－7

T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時における  
放射性物質の気相中への移行率

## 1. はじめに

本資料は、TBP等の錯体の急激な分解反応における大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算定にあたって使用する気相中への移行率（ARF）について説明するものである。

## 2. ARFについて

ARFは、NUREG/CR 6410において0.35MPa未満、0.35～3.5MPa、3.5MPaを超える圧力によるARF値又は式があり、最も高い値となる3.5MPaを超える圧力によるARF式を厳しい条件として適用した。この式は、容器内に液体を入れ、容器の排気部を破裂板で閉止し、空間部を加圧したことにより破裂板が破裂した場合における容器内の液体のARFの式である。

**Calculating the ARF.** The ARF can be obtained as a best fit of the pressurized release data. This best fit curve is

$$ARF = 0.115 MF_g^{0.827} \quad (3.6)$$

where  $MF_g$  is the mole fraction of pressurizing gas or vapor. This is the number of moles of gas or vapor produced upon depressurization, divided by the total moles of solvent plus dissolved gas before the depressurization. The ARF equation is the best fit and is shown in Figure 3-8. Upper and lower bound equations are

$$ARF_{ub} = 1.28 MF_g^{0.827} \quad (3.7)$$

$$ARF_{lb} = 2.23E-03 MF_g^{0.827} \quad (3.8)$$

ARFはUpper Bound, Best Fit, Lower Boundの3種類があり、それを図示したものが次頁の図である。

放射性物質の放出量に対し、より厳しい条件を設定するため、Upper Boundの式を用いてARFを算出した。

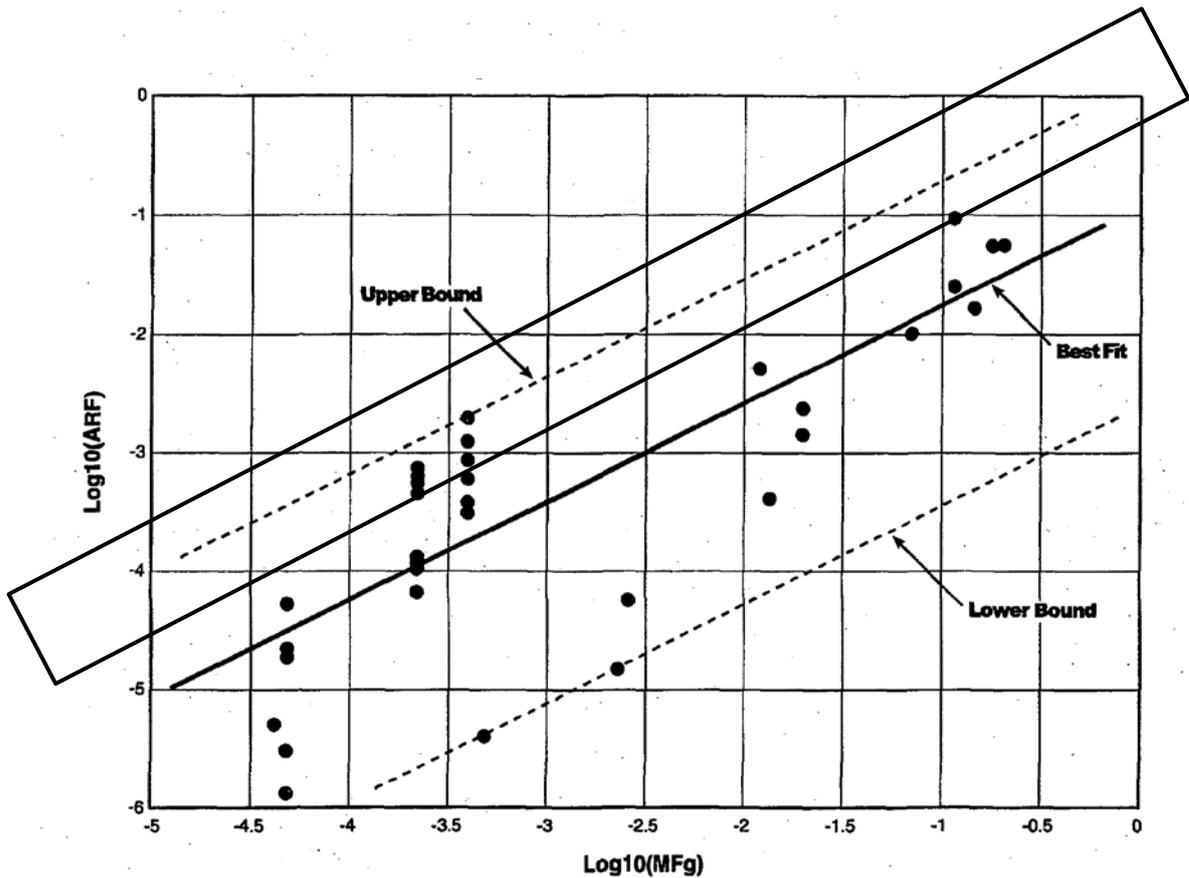


Figure 3-8. Fraction airborne vs. mole fraction of pressurizing gas for liquid pressurized releases

一方、T B P 等の錯体の急激な分解反応発生後の連続供給時における T B P 等の分解反応として適用した A R F は、T B P 等の量が少なく、分解反応によって発生する熱やガス量が少ないため、気相部の圧力上昇が小さいことから、0.35MP a 未満の A R F 値として  $5 \times 10^{-5}$  を適用した。

### 3.3.1.8 Overpressurization to Rupture

#### A. Liquid, Confined (in vessel/container): Bounding Values

*Slow Build up of Pressure:*

a. *Vented above the surface level of liquid, failure pressure < 0.35 MPa<sub>g</sub> (50.9 psig)*

<p><b>ARF 5E-5</b> <b>RF (0.8)</b></p>
--------------------------------------------

補足説明資料 10－8

## 不確かさの設定

## 1. はじめに

本資料は、T B P等の錯体の急激な分解反応における大気中への放射性物質の放出量（セシウム-137換算）の算定にあたって使用する各パラメータの不確かさについて説明するものである。

## 2. 各パラメータの不確かさについて

### (1) 重大事故等が発生する機器に保有される放射性物質質量（MAR）

#### a. 上振れ効果

MARの上振れとなる要因はない。

#### b. 下振れ効果

第1表に示す再処理する使用済燃料の冷却年数を15年に制限した条件を用いて放射能濃度を算出し、第2表のとおり燃料仕様の変動に係る補正係数を考慮した場合、1桁程度の下振れとなる。

第1表 使用済燃料の条件

燃料型式	PWR
初期濃縮度	4.5w t %
燃焼度	45,000MW d / t · U <sub>PR</sub>
比出力	38MW / t · U <sub>PR</sub>
冷却年数	15年

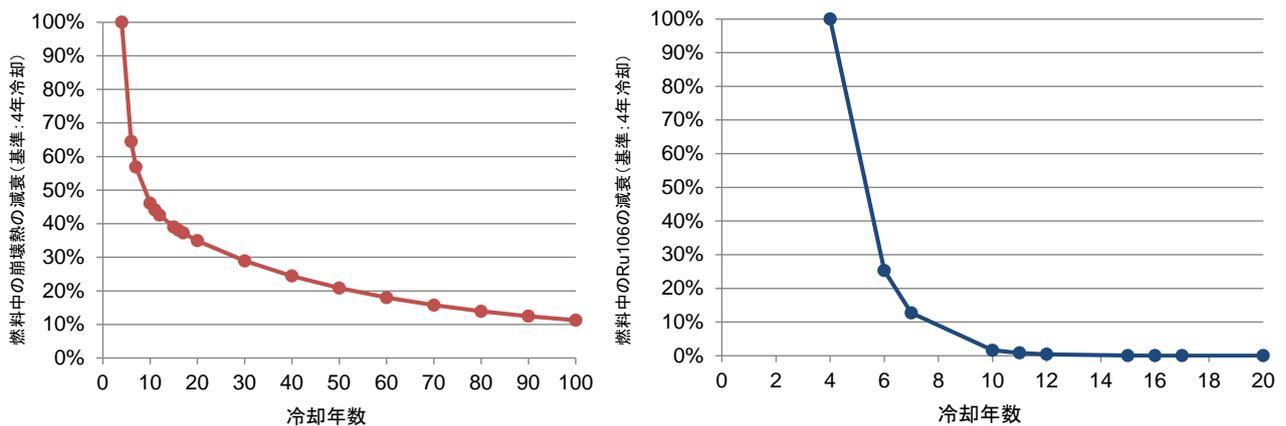
第2表 燃料仕様の変動に係る補正係数

元素グループ		燃料仕様の変動に係る補正係数
Ru/Rh		1.7 * <sup>2</sup>
その他FP * <sup>1</sup>		1.1
Pu	α	2.0
	β	
Am, Cm		2.7

\*1 その他FPとは、核分裂生成物のうち、Kr-85, I-129 及びRu/Rhを除いたものを示す。

\*2 Ru及びRhの合算値を示す。

再処理施設で保有する使用済燃料には、冷却期間 15 年以上となるものも含まれ、冷却期間 15 年以上の燃料を処理した場合、第1図に示すとおり放射能の減衰による放射性物質量のさらなる低減効果を見込める。



第1図 使用済燃料の冷却年数による崩壊熱及びRu-106の減衰

T B P等の錯体の急激な分解反応が発生するプルトニウム濃度は 800 g / Lであり、プルトニウム溶液の粘性は高いと考えられることから、気液分離部から加熱部への流動については不確かさが存在する。また、800 g / Lのプルトニウム溶液と供給液の混合液が加熱されることによる分解反応の発生についても不確かさが存在する。それぞれ分解反応が発生することを前提とした値として評価していることから、体系に起因した1桁程度の下振れを有する。

(2) T B P等の錯体の急激な分解反応により影響を受ける割合 (D R)

D Rは1とし、不確かさの幅の設定は行わない。

(3) 機器の気相に移行する割合 (A R F)

a. 上振れ効果

第3表に示すように、A R Fの算出には、T B P等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギーが必要となる。

N U R E G / C R - 6410 における爆発事象を想定した実験結果を整理した式にはT B P等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギーを使用するため、引用する分解反応によって発生する単位T B P量あたりの熱量によっては1桁程度の上振れを有する可能性がある。また、T B Pの水への溶解度の幅を考慮すると、T B P量について、条件によっては1桁程度の上振れを有する可能性がある。

b. 下振れ効果

算出に用いる式については、N U R E G / C R - 6410 における爆発事象を想定した実験結果を整理した式のうち最も厳しい結果を与える u p p e r b o u n d とされる計算式を使用しており、設定したA R Fが最大

値であることから、実験結果に対する *best fit* の計算式との比較により、実際には1桁程度の下振れを有する。

第3表 ARFの計算フロー

①	TBP等の錯体の急激な分解反応による発生エネルギー $E_1$ [kJ]算出	$E_1$ [kJ]= $1400[\text{J/g TBP}] \times \text{TBP量}[\text{kg}]$
②	水蒸気発生量算出 $W$ [kg]	$W$ [kg]= $E_1/2200[\text{kJ/kg steam}]$
③	発生水蒸気の本分率算出 $MF$ [-]	$MF =$ $W / (V_L \times 1000[\text{kg/m}^3 \text{H}_2\text{O}])$ $V_L$ : 塔槽内液相部体積 $[\text{m}^3]$
④	ARF算出[-]	$ARF = 1.28 \times MF^{0.827}$

(4) 大気中への放出経路における除染係数 (LPF)

a. 上振れ効果

TBP等の錯体の急激な分解反応への対策として実施する貯留タンクへの放射性物質の貯留は、確実性が高い対策ではあるが、万一、機器の動作不良等により貯留タンクへの気体の導出ができない場合には、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）を再起動し、主排気筒から大気中へ放射性物質を放出する。この場合には、貯留タンクへの放射性物質の貯留割合はゼロとなり、TBP等の錯体の急激な分解反応の発生に伴う放射性物質の放出量は、設定値に対して3桁程度の上振れとなる。

b. 下振れ効果

プルトニウム濃縮缶から塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）の排風機までの経路上の配管は、曲がり部が多く、数十m以上の長い配

管及び複数の機器で構成されることから、放射性物質を大気中へ押し出すエネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去が期待できる。

エネルギーの減衰や放射性エアロゾルの沈着による除去効果について、塔槽類廃ガス処理系（プルトニウム系）による除去効果として1桁程度の下振れを有する。

令和2年4月13日 R4

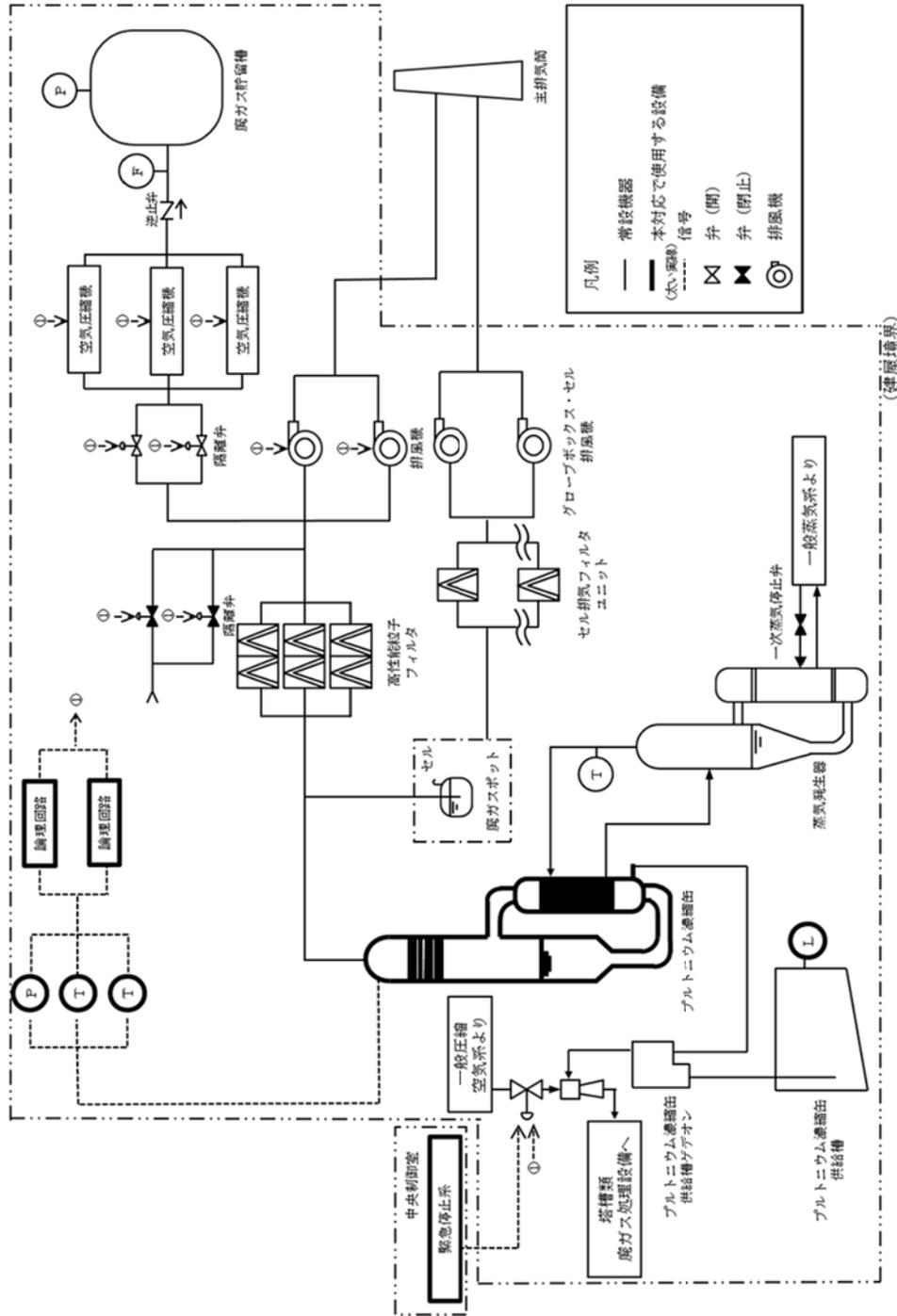
## 補足説明資料 10－9

系統概要図，アクセスルート

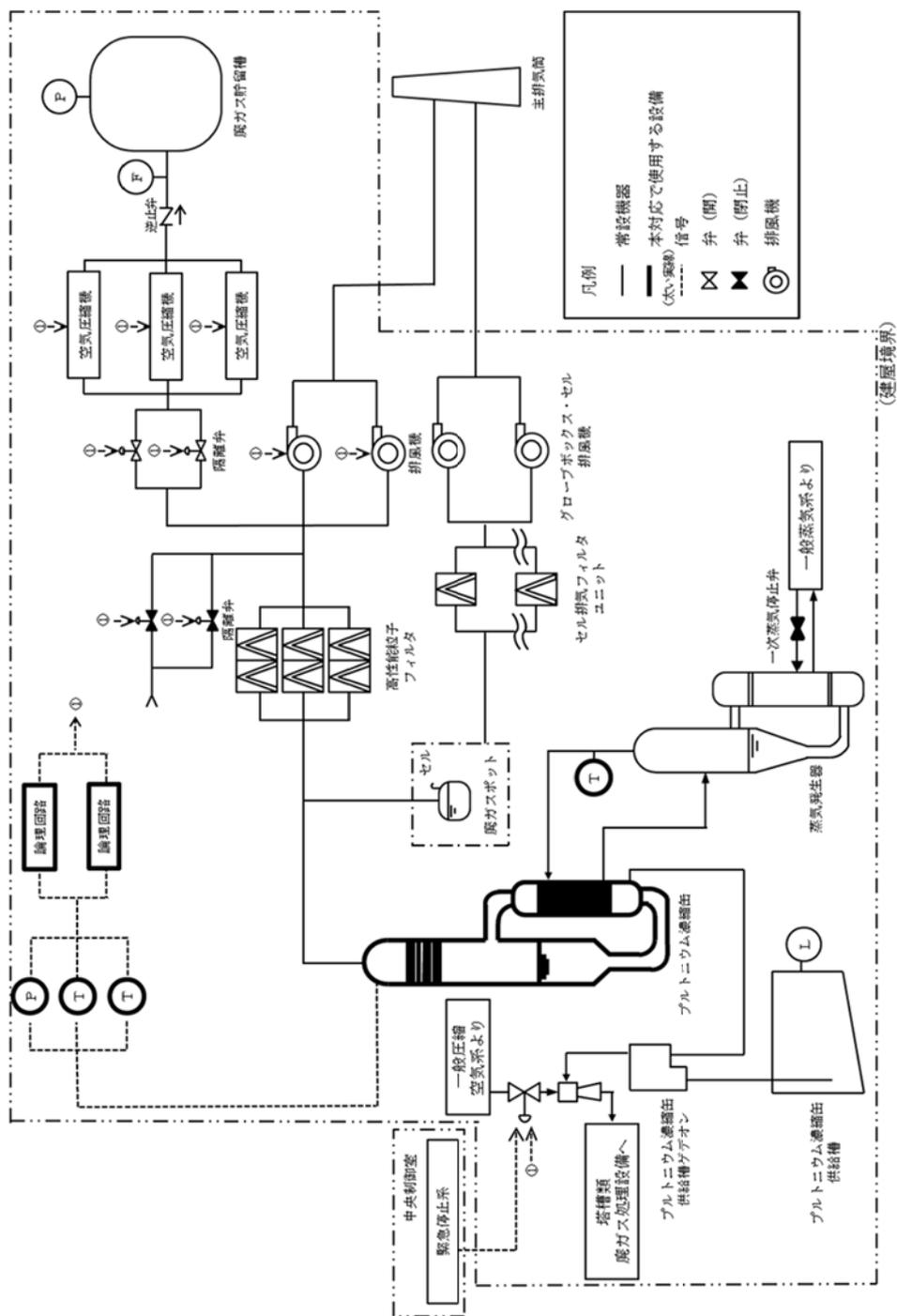
## 図リスト

第1図～第4図 系統概要図

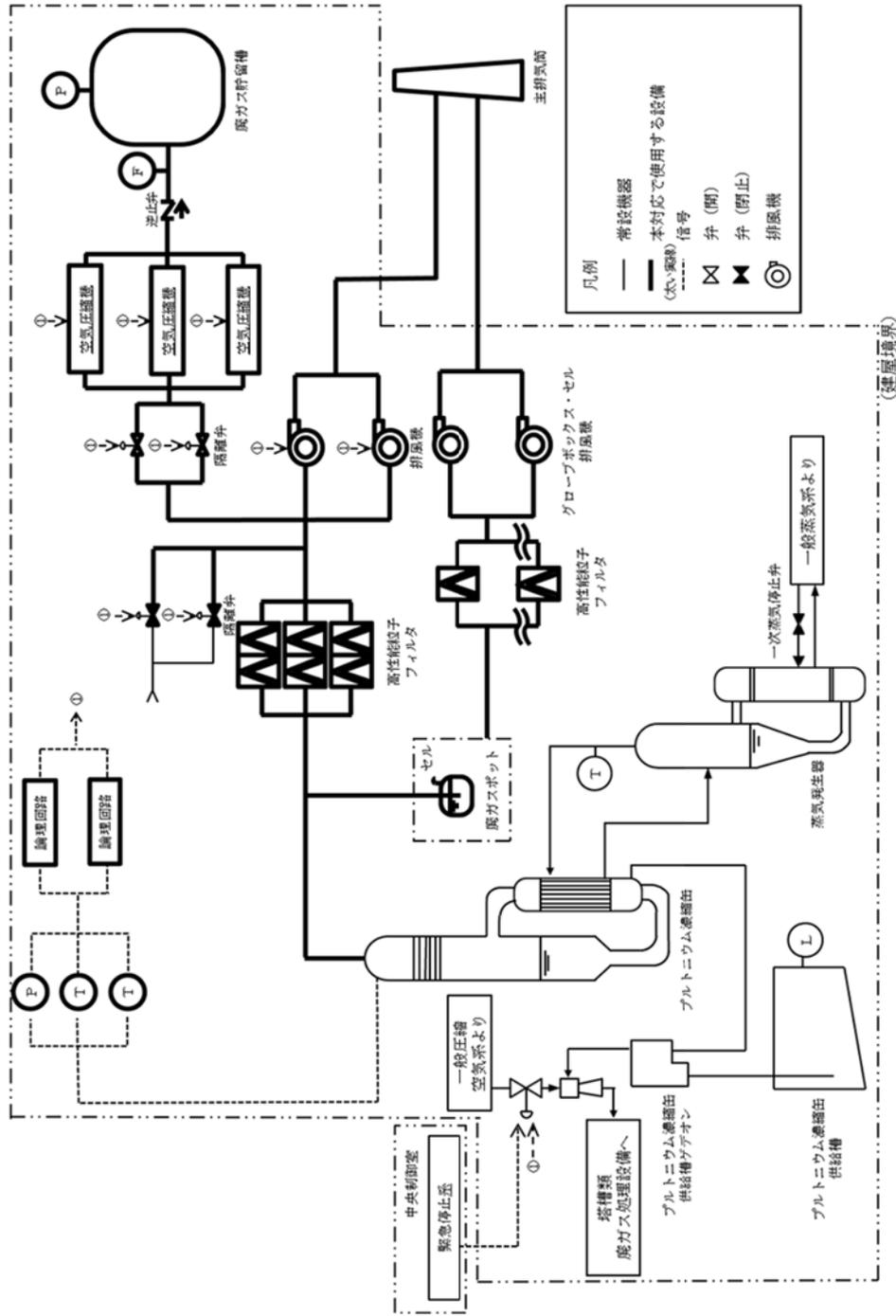
第5図～第7図 アクセスルート



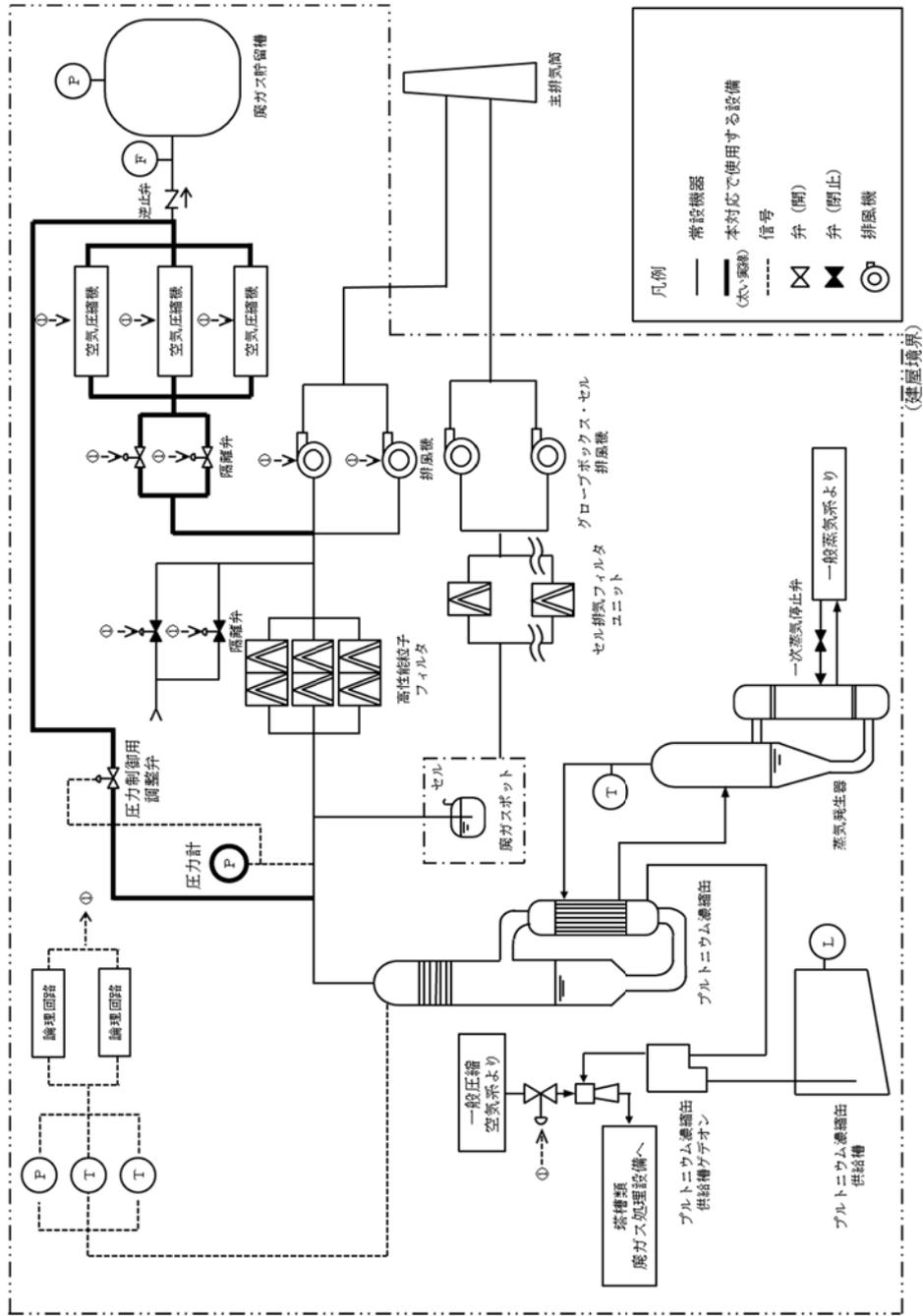
第1図 精製建屋 TBP等の錯体の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図  
(プルトニウム濃縮缶への供給停止)



第2図 精製建屋 TBP等の錯体の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図  
(プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気への供給停止)

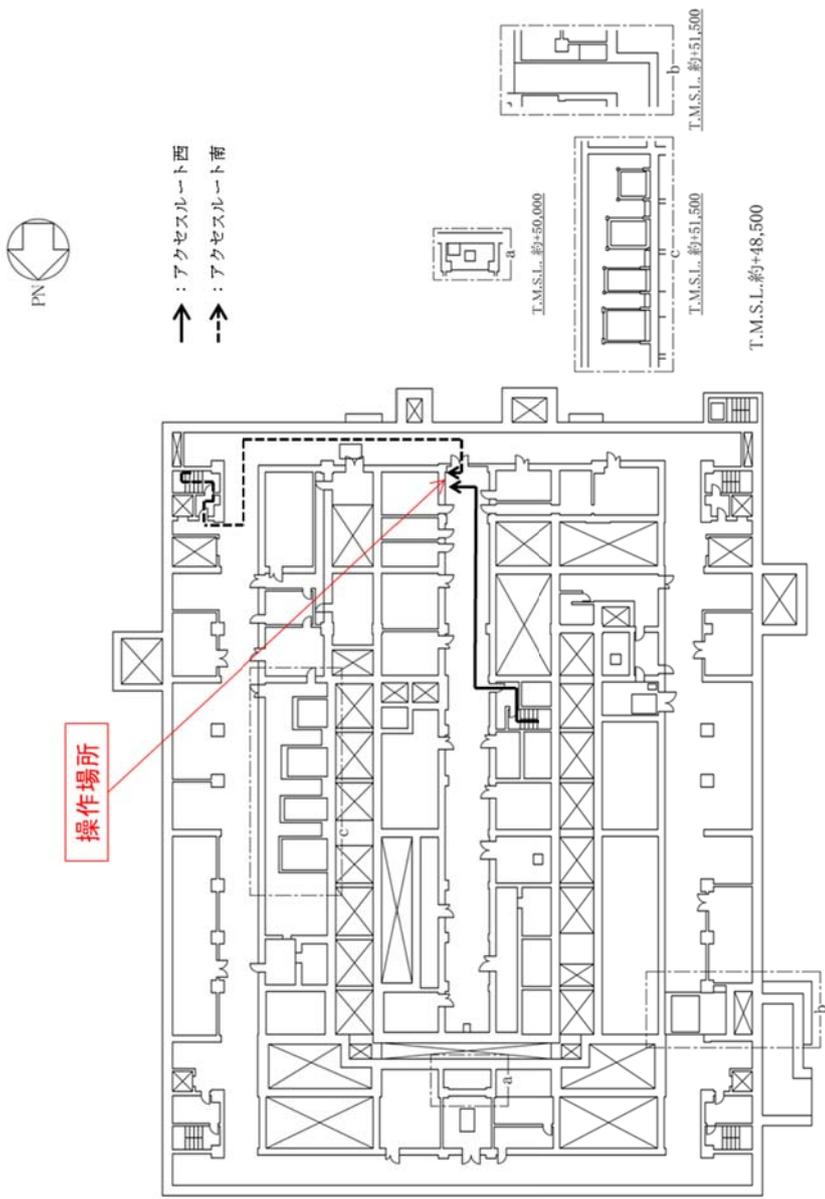


第3図 精製建屋 T B P等の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図  
 (廃ガス貯留設備への放射性物質の貯留)

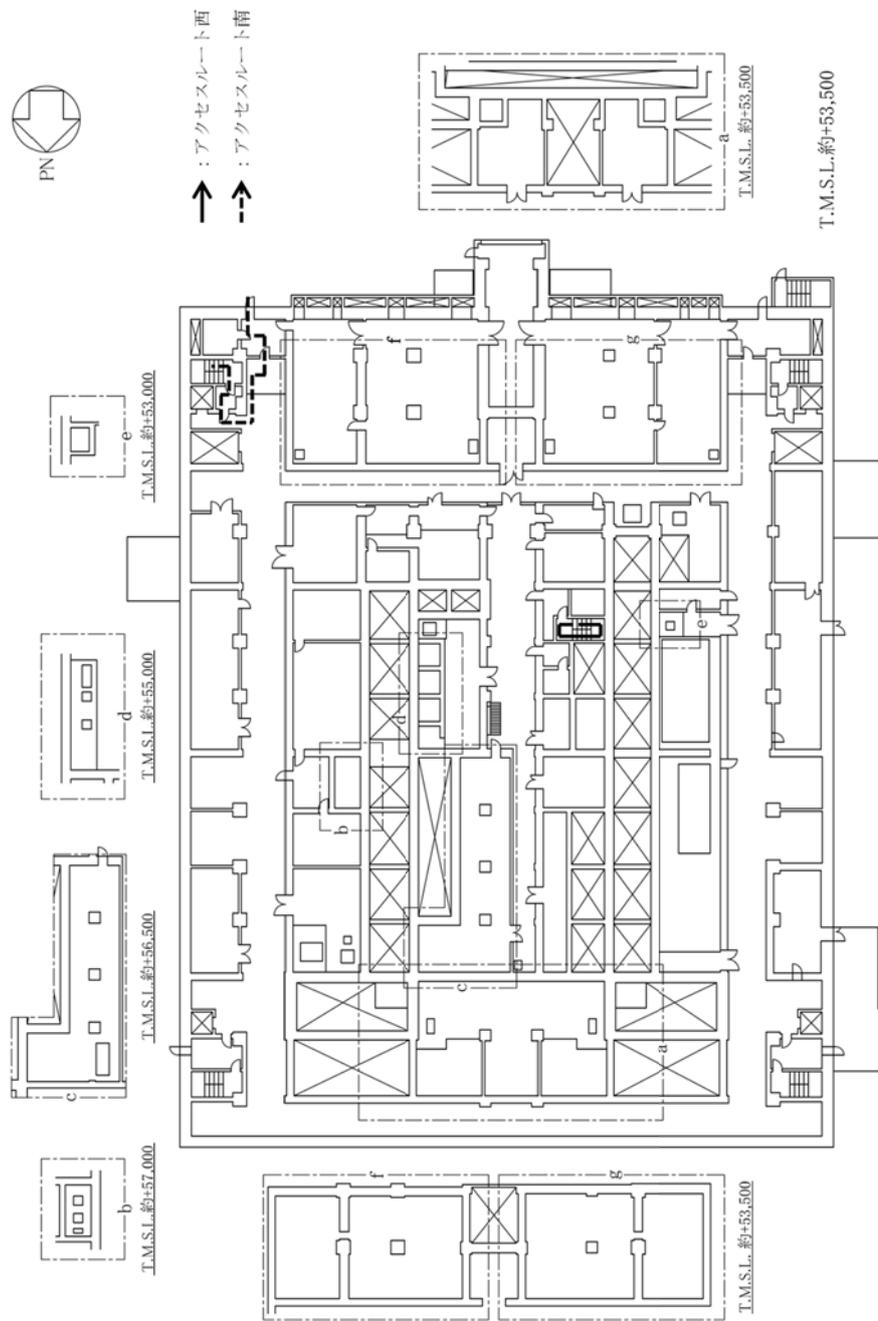


第4図 精製建屋 TBP等の錯体の錯体の急激な分解反応に対処するための設備の系統概要図

(圧力制御概念)



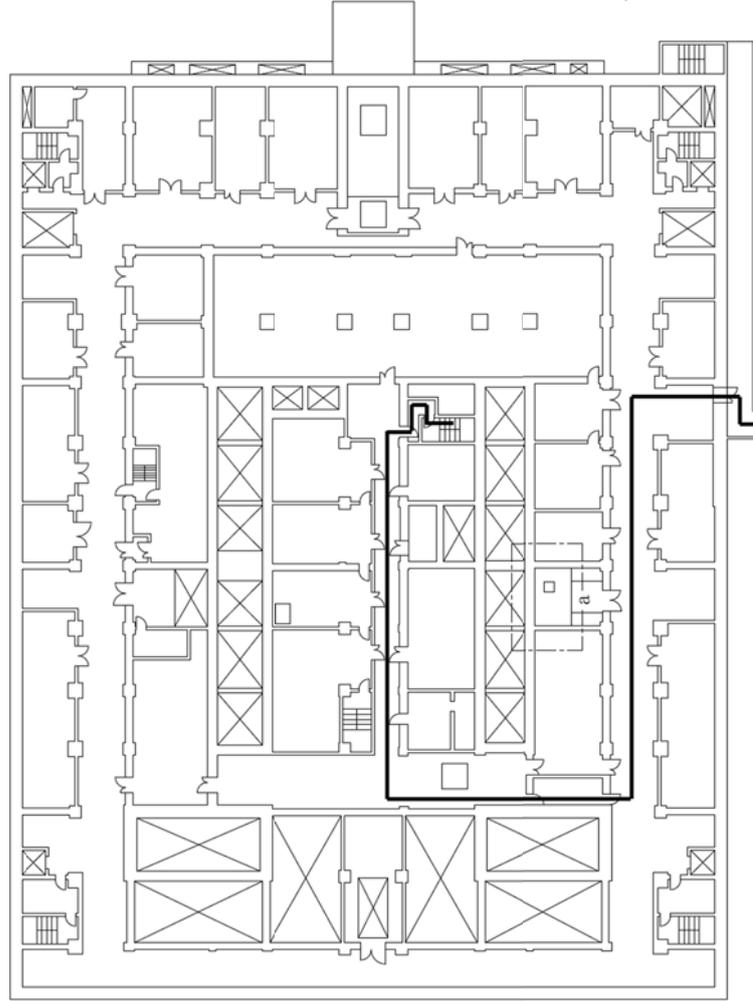
第5図 精製建屋 T B P 等の錯体の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート  
 (地下1階) (プルニウム濃縮缶の加熱の停止)



第6図 精製建屋 TBP等の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート  
(地上1階) (プルトニウム濃縮缶の加熱の停止)



↑ : アクセスルート西



第7図 精製建屋 T B P 等の錯体の錯体の急激な分解反応の拡大の防止のための措置のアクセスルート  
(地上2階) (プルトリウム濃縮缶の加熱の停止)

補足説明資料 10－10

T B P等の錯体の急激な分解反応発生時のプルトニウム濃縮缶内の  
水素濃度評価方法と評価に用いたパラメータについて

1. はじめに

T B P等の錯体の急激な分解反応を想定するプルトニウム濃縮缶内の溶液から発生する放射線分解水素の発生量及びプルトニウム濃縮缶に供給される水素掃気量から、プルトニウム濃縮缶内の水素濃度の評価を行ったので、ここでは、同評価の内容について取りまとめる。

2. 評価の方法

プルトニウム濃縮缶内の水素濃度を以下の通り評価する。

まず、水素発生速度を下式より求める。以下の式は、再処理施設の設計及び工事の方法の認可申請書における火災及び爆発の防止設計の水素発生量の評価式と同等である。

水相のみの場合、

$$F_{H_2} = 8.36 \times 10^{-6} \times V_{aq} \times \left( Q_{\alpha, aq} \times G_{\alpha, aq} + Q_{\beta\gamma, aq} \times G_{\beta\gamma, aq} \right)$$

ここで、

$F_{H_2}$  : 水素発生速度 ( $m^3/h$  [normal])

$V_{aq}$  : 水相の液量 ( $m^3$ )

$Q_{\alpha, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの  $\alpha$  崩壊熱量 ( $W/m^3$ )

$Q_{\beta\gamma, aq}$  : 機器内の水相の単位液量あたりの  $\beta\gamma$  崩壊熱量

( $W/m^3$ )

$G_{\alpha, aq}$  : 水相での  $\alpha$  線の G 値 (M o l e c u l e s / 100 e V)

$G_{\beta\gamma, aq}$  : 水相での  $\beta\gamma$  線の G 値 (M o l e c u l e s / 100 e V)

次に、水素発生速度を用いて、気相部の水素濃度を下式より求める。評価に用いる水素掃気用安全圧縮空気流量は、水素掃気空気の流量計の警報設定値とし、水素濃度を高めに評価する。

$$C_0 = \frac{F_{H_2}}{F_{H_2} + f_{air}} \times 100$$

ここで、

$C_0$  : 水素濃度 (ドライ換算) (v o l %)

$f_{air}$  : 水素掃気用安全圧縮空気流量 ( $m^3/h$  [n o r m a l])

なお、T B P 等の錯体の急激な分解反応においては、水蒸気及び水素以外の分解生成物が主として発生することから、発生する気体の体積及び濃縮缶の空間体積を考慮して機器内水素濃度が低下することも考慮する。

評価に用いるパラメータを第 1 表に示す。

### 3. 計算結果及び評価結果

プルトニウム濃縮缶における水素発生速度及び機器内水素濃度を第 2 表に、プルトニウム濃縮缶内の水素濃度のトレンドを第 1 図に示す。T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時にプルトニウム濃縮缶内で発生する放射線分解水素の水素濃度は、プルトニウム濃縮缶内の水素濃度が可燃限界濃度であるドライ換算 4 v o l % に達しないことから、T B P 等の錯体の急激な分解反応を起因とした水素爆発は発生しない。

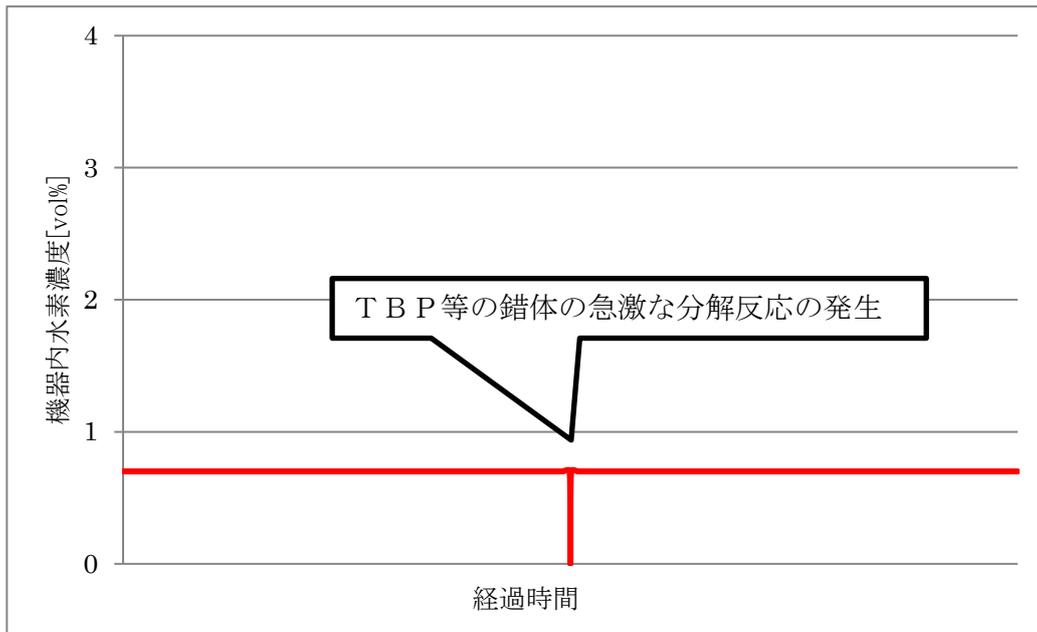
第1表 TBP等の錯体の錯体の急激な分解反応発生時のプルトリウム濃縮缶内の水素濃度評価に用いたパラメータ

精製 建屋	機器名 プルトリウム濃縮缶	水相				有機相				水素掃気用安全 圧縮空気流量 ( $m^3/h$ [normal])	評価用 空間 容量 ( $m^3$ )	
		液量 ( $m^3$ )	$NO_3^-$ 濃度 (mol /L)	崩壊熱密度		崩壊熱密度		G値				
				$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )	$\alpha$ (W/ $m^3$ )	$\beta\gamma$ (W/ $m^3$ )	$\alpha$ (Molecules /100eV)	$\beta\gamma$ (Molecules /100eV)			
												G値
		7.0	$2.8 \times 10^4$	—	—	0.048	—	—	—	—	0.36	0.24
		■										

第2表 プルトリウム濃縮缶内の水素発生速度及び機器内水素濃度 (ドライ換算)

精製 建屋	機器名 プルトリウム濃縮缶	水素発生速度 ( $m^3/h$ )	機器内水素濃度 (ドライ換算) (vol%)
		$2.3 \times 10^{-3}$	0.7

■ : について商業機密の観点から公開できません。



第1図 プルトニウム濃縮缶の機器内水素濃度のトレンド

令和2年1月22日 R0

## 補足説明資料 10－11

## 加熱停止後のプルトニウム濃縮缶の温度評価

### 1. 加熱停止後のプルトニウム濃縮缶の温度評価について

T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を検知した場合、プルトニウム濃縮缶への加熱蒸気の供給を停止する。この操作により、プルトニウム濃縮缶の加熱は停止するが、プルトニウム濃縮缶内のプルトニウム溶液は平常運転時よりもプルトニウム濃度が高くなっており、崩壊熱も高い。

このため、加熱停止後のプルトニウム濃縮缶の温度を評価することで、プルトニウム濃縮缶における沸騰の継続の有無を確認する。

#### 1.1 熱移行の概念

熱移行の概念を下図に示す。

セル換気設備が運転している場合、機器内の崩壊熱は①「機器表面からセル雰囲気への熱伝達」により、機器からセル雰囲気へ熱が移行する。

このとき、セル雰囲気はセル換気設備が運転していることから、①の熱移行量が機器内液の崩壊熱と等しい値となった時が定常状態であり、このときの機器内液温度が平衡温度となる。

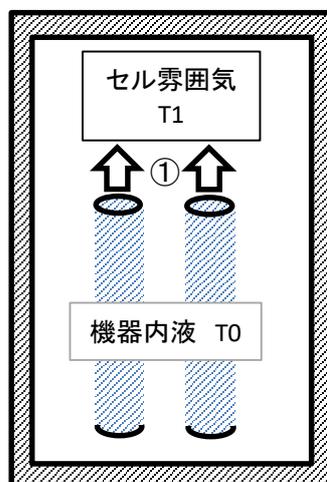


図 熱移行の概念図

ここで、プルトニウム濃縮缶については、実際に内包する液高さ(機器と接触している部分)までを対象とした 2 本の円筒容器にモデル化して平衡温度を評価する。

## 1.2 放熱量の算出方法

### (1) ①機器内液からセル雰囲気への熱伝達

機器内液温度を  $T_0$ ，セル雰囲気の温度を  $T_1$  とした場合の機器表面からセル雰囲気への放熱量  $Q_1$  は、以下のとおり求められる。

$$Q_1 = h_1 \times A_1 \times (T_0 - T_1)$$

表 1-1 放熱量  $Q_1$  の算出に用いる各種パラメータ

$Q_1$	[W]	放熱量 (崩壊熱)
$h_1$	[W/m <sup>2</sup> K]	総括熱伝達率
$A_1$	[m <sup>2</sup> ]	機器表面積 (2 本の円筒の側表面積)
$T_0$	[°C]	機器表面温度
$T_1$	[°C]	セル雰囲気温度

総括熱伝達率については、化学工学便覧の表から保守的な値として  $10 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C} (= 11.63 \text{ W} / \text{m}^2 \text{ K})$ \*と設定した。

※ 事象発生時(濃縮処理運転時)の換気設備は運転中でセル内空気は流動しており、プルトニウム濃縮缶についても径が小さく縦方向に長い円筒形状であることから、化学工学便覧に記載の温水放熱器(強制対流時)の総括伝熱係数  $10 \sim 50 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$  より、厳しい条件として  $10 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$  を採用した。

## 1.3 機器内液平衡温度の計算結果

定常状態では、「 $Q_1 =$ 機器内液の崩壊熱」の状態が成り立っているため、 $T_1$  を起点として  $T_0$  の機器内液温度を算出する。

以下に、プルトニウム濃縮缶を 2 本の円筒容器として計算した結果

を示す。

プルトニウム缶モデル

円筒容器	2	本
内径	■	m
高さ	■	m

機器内液温度

$$\text{算出式： } Q_1 = h_1 \times A_1 \times (T_0 - T_1)$$

$$\therefore T_0 = \frac{Q_1}{h_1 \times A_1} + T_1$$

Q <sub>1</sub> 放熱量(崩壊熱)	■	W
h <sub>1</sub> 総括熱伝達率	11.63	W/m <sup>2</sup> K
A <sub>1</sub> 機器内液表面積	■	m <sup>2</sup>
T <sub>1</sub> セル内温度	50	°C
T <sub>0</sub> 機器内液温度	約 124	°C

以上より、セル内空気温度 (T<sub>1</sub>) を 50°C として評価した結果、機器内液の平衡温度は約 124°C となり、800 g Pu/L の溶液の沸点を下回るため、沸騰は停止する。

■ : について商業機密の観点から公開できません。

令和 2 年 3 月 13 日 R0

## 補足説明資料 10－12

## 敷地外被ばく線量評価

## 1. T B P 等の錯体の急激な分解反応発生時における敷地境界被ばく線量評価

### 1.1 評価内容

T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合，プルトリウム濃縮缶に内包する硝酸プルトリウム溶液から放射性エアロゾルが発生し，放射性物質が主排気筒を介して，大気中に放出される。なお，放出量評価については，補足説明資料 10－6 に示したとおりである。

上記放出量に対して，T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生時における貯留設備による放射性物質の貯留対策成功時（拡大防止対策成功時）の敷地境界における被ばく線量を評価する。また，貯留設備が機能せず，放射性物質の貯留をしないまま放射性物質を塔槽類廃ガス処理系（プルトリウム系）から主排気筒を介して大気中へ放出した場合（拡大防止対策失敗時）の敷地境界における被ばく線量も合わせて評価する。

評価対象建屋は T B P 等の錯体の急激な分解反応の発生を想定する精製建屋である。

### 1.2 敷地境界での被ばく評価

敷地境界被ばく線量は，T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合の大気中への放射性物質の放出量，呼吸率，相対濃度及び線量換算係数を乗じて算出する。

敷地境界被ばく線量評価は，以下の計算式（1式）により算出する。

被ばく線量 [ S v ]

= 大気中への放射性物質の放出量 [ B q ]

×呼吸率 [ m<sup>3</sup> / s ] ×相対濃度  $\chi$  / Q [ s / m<sup>3</sup> ]

×線量換算係数 [ S v / B q ] ( 1 式)

### 1.3 評価に用いる各種パラメータの設定

拡大防止対策成功時及び拡大防止対策失敗時の敷地境界被ばく線量評価に用いた各種パラメータを第 1. - 2 表に示す。

第 1. - 2 表 被ばく線量評価に必要なパラメータの設定

項目	拡大防止対策成功時	拡大防止対策失敗時
M A R	プルトニウム濃縮缶の通常運転時の容量及び T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生する温度を沸点とするプルトニウム濃度から算出した放射性物質質量とする。	
D R	1	
A R F	4 × 10 <sup>-3</sup> (爆発時の圧力が 3.5 M P a を上回る場合での A R F の算出式を適用)	
	5 × 10 <sup>-5</sup> (爆発時の圧力が 0.35 M P a 未満の場合の A R F 値を適用)	
D F	2 × 10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>

第 1. - 2 表 被ばく線量評価に必要なパラメータの設定

項目	拡大防止対策成功時	拡大防止対策失敗時
相対濃度 $x / Q$ (1 時間値) $[s / m^3]$	$1.2 \times 10^{-6}$ (放出点：主排気筒)	
呼吸率 $[m^3 / s]$	$3.33 \times 10^{-4}$	
換算係数 $[Sv / Bq]$	核種グループごとに設定	

#### 1.4 換算係数

敷地境界被ばく線量を算出するにあたって、必要な換算係数は、核種グループごとに設定する。設定方法は、I C R P P u b . 72 に記載された核種ごとの換算係数に対して、O R I G E N 2 . 0 において計算された各核種の使用済燃料中の存在割合を乗じて算出する。換算係数の結果を第 1. - 3 表に、核種グループごとの設定方法を第 1. - 4 表から第 1. - 5 表に示す。

第 1. - 3 表 核種グループごとの換算係数

核種 G r	換算係数 [ S v / B q ]
Z r / N b	1.68E-08
R u / R h	3.30E-08
C s / B a	2.40E-09
C e / P r	2.64E-08
S r / Y	8.07E-08
その他 F P	2.85E-08
P u ( α )	3.47E-06
A m / C m ( α )	3.57E-05
U ( α )	5.12E-06
N p ( α )	4.19E-07

第 1. - 4 表 換算係数の設定方法 (核分裂生成物)

核種 グループ	核種	① 使用済燃料 棒内中の 放射エネルギー (Ci/tU)	②=①/合計 グループ内 相対値	③ H換算係数 (Sv/Bq) [ICRP Pu b. 72]	④=②×③ グループ内 換算係数
Zr/Nb	NB93M	1.36E+00	35%	1.80E-09	6.35E-10
Zr/Nb	ZR_93	2.49E+00	65%	2.50E-08	1.62E-08
Zr/Nb	NB94	1.77E-04	0%	4.90E-08	2.25E-12
Zr/Nb	ZR_95	2.78E-20	0%	5.90E-09	4.27E-29
Zr/Nb	NB_95	6.18E-20	0%	1.80E-09	2.89E-29
Zr/Nb	NB_95M	2.07E-22	0%	8.80E-10	4.73E-32
Zr/Nb	合計	3.84E+00	100%	合計(Σ③)	1.68E-08
Ru/Rh	Rh102	5.24E-02	0%	1.70E-08	2.08E-11
Ru/Rh	RU103	1.71E-36	0%	3.00E-09	1.19E-46
Ru/Rh	Rh103M	0.00E+00	0%	2.70E-12	0.00E+00
Ru/Rh	Ru106	2.14E+01	50%	6.60E-08	3.30E-08
Ru/Rh	Rh106	2.14E+01	50%	文献なし	
Ru/Rh	合計	4.29E+01	100%	合計(Σ③)	3.30E-08
Cs/Ba	CS134	1.57E+03	1%	6.60E-09	5.31E-11
Cs/Ba	CS135	5.82E-01	0%	6.90E-10	2.06E-15
Cs/Ba	CS137	9.95E+04	51%	4.60E-09	2.34E-09
Cs/Ba	BA137M	9.41E+04	48%	文献なし	
Cs/Ba	合計	1.95E+05	100%	合計(Σ③)	2.40E-09
Ce/Pr	CE141	0.00E+00	0%	3.80E-09	0.00E+00
Ce/Pr	CE142	3.70E-05	0%	文献なし	
Ce/Pr	CE144	2.16E+00	50%	5.30E-08	2.63E-08
Ce/Pr	PR144	2.16E+00	50%	1.80E-11	8.95E-12
Ce/Pr	PR144M	2.59E-02	1%	文献なし	
Ce/Pr	合計	4.34E+00	100%	合計(Σ③)	2.64E-08
Sr/Y	SR_89	1.95E-27	0%	7.90E-09	1.09E-40
Sr/Y	SR_90	7.08E+04	50%	1.60E-07	8.00E-08
Sr/Y	Y_90	7.08E+04	50%	1.50E-09	7.50E-10
Sr/Y	Y_91	7.62E-23	0%	8.90E-09	4.79E-36
Sr/Y	合計	1.42E+05	100%	合計(Σ③)	8.07E-08
その他FP	AG108	3.08E-06	0%	文献なし	
その他FP	AG108M	3.46E-05	0%	7.40E-09	2.63E-17
その他FP	AG109M	5.82E-07	0%	文献なし	
その他FP	AG110	1.88E-05	0%	文献なし	
その他FP	AG110M	1.42E-03	0%	7.60E-09	1.11E-15
その他FP	BE_10	3.96E-06	0%	3.50E-08	1.43E-17
その他FP	C_14	1.60E-04	0%	5.80E-09	9.52E-17
その他FP	CD109	5.82E-07	0%	6.60E-09	3.95E-19
その他FP	CD113M	3.66E+01	0%	5.20E-08	1.96E-10
その他FP	CD115M	1.98E-34	0%	6.20E-09	1.26E-46
その他FP	EU150	1.89E-05	0%	5.30E-08	1.03E-16
その他FP	EU152	3.94E+00	0%	4.20E-08	1.70E-11
その他FP	EU154	4.68E+03	48%	5.30E-08	2.55E-08
その他FP	EU155	1.23E+03	13%	6.90E-09	8.71E-10
その他FP	GD152	5.06E-13	0%	1.90E-05	9.89E-22
その他FP	GD153	1.06E-05	0%	2.10E-09	2.29E-18
その他FP	HO166M	4.09E-03	0%	1.20E-07	5.05E-14
その他FP	IN114	1.98E-33	0%	文献なし	
その他FP	IN114M	2.11E-33	0%	6.10E-09	1.32E-45
その他FP	IN115	1.58E-11	0%	1.60E-07	2.59E-22
その他FP	IN115M	0.00E+00	0%	5.90E-11	0.00E+00
その他FP	LA138	2.16E-09	0%	1.50E-07	3.33E-20
その他FP	ND144	2.19E-09	0%	文献なし	
その他FP	PD107	1.44E-01	0%	8.50E-11	1.26E-15
その他FP	PM146	6.93E-01	0%	2.10E-08	1.50E-12
その他FP	PM147	2.83E+03	29%	5.00E-09	1.46E-09
その他FP	PM148	2.39E-37	0%	2.00E-09	4.91E-50
その他FP	PM148M	3.94E-36	0%	5.10E-09	2.07E-48
その他FP	RB_87	2.98E-05	0%	5.00E-10	1.53E-18
その他FP	SB124	7.47E-25	0%	6.40E-09	4.92E-37
その他FP	SB125	4.12E+02	4%	4.80E-09	2.03E-10
その他FP	SB126	1.41E-01	0%	2.80E-09	4.05E-14
その他FP	SB126M	1.01E+00	0%	1.90E-11	1.96E-15
その他FP	SE_79	5.58E-01	0%	1.10E-09	6.31E-14
その他FP	SM146	4.31E-07	0%	1.10E-05	4.88E-16
その他FP	SM147	5.40E-06	0%	9.60E-06	5.34E-15
その他FP	SM148	7.84E-11	0%	文献なし	
その他FP	SM149	1.04E-12	0%	文献なし	
その他FP	SM151	4.25E+02	4%	4.00E-09	1.75E-10
その他FP	SN119M	5.04E-05	0%	2.20E-09	1.14E-17
その他FP	SN121M	2.22E-01	0%	4.50E-09	1.03E-13
その他FP	SN123	6.65E-10	0%	8.10E-09	5.54E-22
その他FP	SN126	1.01E+00	0%	2.80E-08	2.90E-12
その他FP	TB160	2.05E-20	0%	7.00E-09	1.48E-32
その他FP	TE123	4.00E-12	0%	1.90E-09	7.82E-25
その他FP	TE123M	4.07E-13	0%	4.00E-09	1.67E-25
その他FP	TE125M	1.01E+02	1%	3.40E-09	3.52E-11
その他FP	TE127	1.15E-11	0%	1.30E-10	1.54E-25
その他FP	TE127M	1.18E-11	0%	7.40E-09	8.96E-24
その他FP	TE129	0.00E+00	0%	3.70E-11	0.00E+00
その他FP	TE129M	0.00E+00	0%	6.60E-09	0.00E+00
その他FP	TM170	1.28E-14	0%	7.00E-09	9.20E-27
その他FP	TM171	7.12E-06	0%	1.40E-09	1.03E-18
その他FP	合計	9.72E+03	100%	合計(Σ③)	2.85E-08

第 1. - 5 表 換算係数の設定方法 (アクチノイド)

		①	②=①/合計	③	④=②×③
核種 グループ	核種	使用済燃料 棒内中の 放射能量 (Ci/tU)	グループ内 相対値	H換算係数 (Sv/Bq) 【ICRP Pu b. 72】	グループ内 換算係数
Pu	PU236	2.96E-02	0%	2.00E-05	7.13E-12
Pu	PU237	2.59E-36	0%	3.90E-10	1.22E-50
Pu	PU238	3.73E+03	4%	4.60E-05	2.07E-06
Pu	PU239	3.57E+02	0%	5.00E-05	2.15E-07
Pu	PU240	5.69E+02	1%	5.00E-05	3.42E-07
Pu	PU241	7.84E+04	94%	9.00E-07	8.50E-07
Pu	PU242	2.38E+00	0%	4.80E-05	1.38E-09
Pu	PU243	2.37E-07	0%	8.60E-11	2.46E-22
Pu	Pu244	6.74E-07	0%	4.70E-05	3.81E-16
Pu	Pu246	1.54E-14	0%	8.00E-09	1.48E-27
Pu	合計	8.31E+04	100%	合計 (Σ④)	3.47E-06
Am/Cm	AM241	2.90E+03	58%	4.20E-05	2.44E-05
Am/Cm	AM242M	9.54E+00	0%	3.70E-05	7.08E-08
Am/Cm	AM242	9.49E+00	0%	1.70E-08	3.24E-11
Am/Cm	AM243	2.62E+01	1%	4.10E-05	2.15E-07
Am/Cm	AM245	2.56E-13	0%	5.30E-11	2.72E-27
Am/Cm	AM246	1.54E-14	0%	6.60E-11	2.04E-28
Am/Cm	CM242	7.87E+00	0%	5.20E-06	8.21E-09
Am/Cm	CM243	2.16E+01	0%	3.10E-05	1.34E-07
Am/Cm	CM244	2.01E+03	40%	2.70E-05	1.09E-05
Am/Cm	CM245	3.26E-01	0%	4.20E-05	2.75E-09
Am/Cm	CM246	7.28E-02	0%	4.20E-05	6.14E-10
Am/Cm	CM247	2.37E-07	0%	3.90E-05	1.86E-15
Am/Cm	CM248	6.18E-07	0%	1.50E-04	1.86E-14
Am/Cm	CM250	6.17E-14	0%	8.40E-04	1.04E-20
Am/Cm	合計	4.98E+03	100%	合計 (Σ④)	3.57E-05
U	U232	5.41E-02	1%	3.70E-05	4.95E-07
U	U233	4.90E-05	0%	9.60E-06	1.16E-10
U	U234	1.36E+00	34%	9.40E-06	3.16E-06
U	U235	2.18E-02	1%	8.50E-06	4.58E-08
U	U236	3.76E-01	9%	8.70E-06	8.09E-07
U	U237	1.92E+00	48%	1.90E-09	9.04E-10
U	U238	3.11E-01	8%	8.00E-06	6.16E-07
U	U240	6.73E-07	0%	5.80E-10	9.65E-17
U	合計	4.05E+00	100%	合計 (Σ④)	5.12E-06
Np	NP235	1.08E-11	0%	4.20E-10	9.36E-21
Np	NP236	0.00E+00	0%	3.20E-06	0.00E+00
Np	NP237	4.85E-01	100%	2.30E-05	2.30E-05
Np	NP238	0.00E+00	0%	2.10E-09	0.00E+00
Np	NP239	0.00E+00	0%	9.30E-10	0.00E+00
Np	NP240M	0.00E+00	0%	文献なし	
Np	合計	4.85E-01	100%	合計 (Σ④)	4.19E-07

## 1.5 評価結果

TBP等の錯体の急激な分解反応が発生し，放射性物質が主排気筒を介して，大気中に放出された場合の敷地境界被ばく線量評価の結果を第1.－6表に示す。

また，事態の収束までの敷地境界における被ばく線量評価の計算過程を第1.－7表から第1.－9表に，拡大防止対策失敗時の敷地境界における被ばく線量評価の計算過程を第1.－7表，第1.－10表から第1.－11表に示す。

第 1. - 6 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における

敷地境界被ばく線量

建屋	核種 グループ	拡大防止対策成功時		拡大防止対策失敗時	
		放出量 [Bq]	敷地外 被ばく線量 [mSv]	放出量 [Bq]	敷地外 被ばく線量 [mSv]
精製建屋	Zr/Nb	0.00E+00	2 × 10 <sup>-5</sup>	0.00E+00	4 × 10 <sup>-4</sup>
	Ru/Rh	2.87E-03		6.82E-02	
	Cs/Ba	0.00E+00		0.00E+00	
	Ce/Pr	0.00E+00		0.00E+00	
	Sr/Y	0.00E+00		0.00E+00	
	その他FP	5.49E-02		1.28E+00	
	Pu(α)	1.21E+07		2.93E+08	
	Am/Cm(α)	0.00E+00		0.00E+00	
	U(α)	6.73E-03		1.64E-01	
	Np(α)	0.00E+00		0.00E+00	
合計	1.21E+07	2.93E+08			

第 1. - 7 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における

敷地境界被ばく線量の計算過程 (セルへ導出される放射性物質)

(拡大防止対策成功・失敗共通で計算に使用)

核種	MAR	ARF	LPF	DR	放出量[Bq]	換算係数[Sv/Bq]	被ばく線量[mSv]	被ばく線量[mSv]
Zr/Nb	0.00E+00	1.00E-08	1.00E-04	1.00E+00	0.00E+00	1.68E-08	0.00E+00	1.78E-07
Ru/Rh	1.03E+08				8.34E-05	3.30E-08	1.10E-18	
Cs/Ba	0.00E+00				0.00E+00	2.40E-09	0.00E+00	
Ce/Pr	0.00E+00				0.00E+00	2.64E-08	0.00E+00	
Sr/Y	0.00E+00				0.00E+00	8.07E-08	0.00E+00	
その他FP	3.36E+09				2.72E-03	2.85E-08	3.10E-17	
Pu(α)	1.58E+17				1.28E+05	3.47E-06	1.78E-07	
Am/Cm(α)	0.00E+00				0.00E+00	3.57E-05	0.00E+00	
U(α)	1.98E+07				1.61E-05	5.12E-06	3.29E-17	
Np(α)	0.00E+00				0.00E+00	4.19E-07	0.00E+00	

第 1. - 8 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における

敷地境界被ばく線量の計算過程 (T B P 208 g) (拡大防止対策成功)

核種	MAR	ARF	LPF	DR	放出量[Bq]	換算係数[Sv/Bq]	被ばく線量[mSv]	被ばく線量[mSv]
Zr/Nb	0.00E+00	3.61E-03	4.10E-08	1.00E+00	0.00E+00	1.68E-08	0.00E+00	1.64E-05
Ru/Rh	1.86E+07				2.75E-03	3.30E-08	3.63E-17	
Cs/Ba	0.00E+00				0.00E+00	2.40E-09	0.00E+00	
Ce/Pr	0.00E+00				0.00E+00	2.64E-08	0.00E+00	
Sr/Y	0.00E+00				0.00E+00	8.07E-08	0.00E+00	
その他FP	3.47E+08				5.14E-02	2.85E-08	5.85E-16	
Pu(α)	7.99E+16				1.18E+07	3.47E-06	1.64E-05	
Am/Cm(α)	0.00E+00				0.00E+00	3.57E-05	0.00E+00	
U(α)	4.47E+07				6.62E-03	5.12E-06	1.35E-14	
Np(α)	0.00E+00				0.00E+00	4.19E-07	0.00E+00	

第 1. - 9 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における  
敷地境界被ばく線量の計算過程 (T B P 1 g) (拡大防止対策成功)

核種	MAR	ARF	LPF	DR	放出量[Bq]	換算係数[Sv/Bq]	被ばく線量[mSv]	被ばく線量[mSv]
Zr/Nb	0.00E+00	5.00E-05	4.10E-08	1.00E+00	0.00E+00	1.68E-08	0.00E+00	2.27E-07
Ru/Rh	1.86E+07				3.81E-05	3.30E-08	5.02E-19	
Cs/Ba	0.00E+00				0.00E+00	2.40E-09	0.00E+00	
Ce/Pr	0.00E+00				0.00E+00	2.64E-08	0.00E+00	
Sr/Y	0.00E+00				0.00E+00	8.07E-08	0.00E+00	
その他FP	3.47E+08				7.11E-04	2.85E-08	8.09E-18	
Pu(α)	7.99E+16				1.64E+05	3.47E-06	2.27E-07	
Am/Cm(α)	0.00E+00				0.00E+00	3.57E-05	0.00E+00	
U(α)	4.47E+07				9.16E-05	5.12E-06	1.87E-16	
Np(α)	0.00E+00				0.00E+00	4.19E-07	0.00E+00	

第 1. - 10 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における  
敷地境界被ばく線量の計算過程 (T B P 208 g) (拡大防止対策失敗)

核種	MAR	ARF	LPF	DR	放出量[Bq]	換算係数[Sv/Bq]	被ばく線量[mSv]	被ばく線量[mSv]
Zr/Nb	0.00E+00	3.61E-03	1.00E-06	1.00E+00	0.00E+00	1.68E-08	0.00E+00	4.01E-04
Ru/Rh	1.86E+07				6.72E-02	3.30E-08	8.86E-16	
Cs/Ba	0.00E+00				0.00E+00	2.40E-09	0.00E+00	
Ce/Pr	0.00E+00				0.00E+00	2.64E-08	0.00E+00	
Sr/Y	0.00E+00				0.00E+00	8.07E-08	0.00E+00	
その他FP	3.47E+08				1.26E+00	2.85E-08	1.43E-14	
Pu(α)	7.99E+16				2.89E+08	3.47E-06	4.01E-04	
Am/Cm(α)	0.00E+00				0.00E+00	3.57E-05	0.00E+00	
U(α)	4.47E+07				1.62E-01	5.12E-06	3.31E-13	
Np(α)	0.00E+00				0.00E+00	4.19E-07	0.00E+00	

第 1. - 11 表 T B P 等の錯体の急激な分解反応が発生した場合における  
敷地境界被ばく線量の計算過程 (T B P 1 g) (拡大防止対策失敗)

核種	MAR	ARF	LPF	DR	放出量[Bq]	換算係数[Sv/Bq]	被ばく線量[mSv]	被ばく線量[mSv]
Zr/Nb	0.00E+00	5.00E-05	1.00E-06	1.00E+00	0.00E+00	1.68E-08	0.00E+00	5.55E-06
Ru/Rh	1.86E+07				9.30E-04	3.30E-08	1.23E-17	
Cs/Ba	0.00E+00				0.00E+00	2.40E-09	0.00E+00	
Ce/Pr	0.00E+00				0.00E+00	2.64E-08	0.00E+00	
Sr/Y	0.00E+00				0.00E+00	8.07E-08	0.00E+00	
その他FP	3.47E+08				1.74E-02	2.85E-08	1.98E-16	
Pu(α)	7.99E+16				4.00E+06	3.47E-06	5.55E-06	
Am/Cm(α)	0.00E+00				0.00E+00	3.57E-05	0.00E+00	
U(α)	4.47E+07				2.24E-03	5.12E-06	4.58E-15	
Np(α)	0.00E+00				0.00E+00	4.19E-07	0.00E+00	

11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷への対処

## 第28条：重大事故等の拡大防止（11. 使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止に係る対処）

資料No.	再処理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料		備考（8月提出済みの資料については、資料番号を記載）	
	名称	提出日	Rev	
補足説明資料11-1	ゲートの設置状態を想定した場合の対処について	-	-	技術的能力の補足説明資料1.5-7へ移動
補足説明資料11-2	ゲートの設置状態を考慮した場合の有効性評価への影響について	4/13	5	
補足説明資料11-3	スプレー設備配備の妥当性について	-	-	技術的能力の補足説明資料1.5-5へ移動
補足説明資料11-4	有効性評価における貯蔵容量の設定根拠について	4/13	7	
補足説明資料11-5	重大事故等において考慮する燃料貯蔵プール等のスロッシング取束後の水位の算出について	4/13	8	
補足説明資料11-6	速度ポテンシヤル理論による溢水量の妥当性について	-	-	補足説明資料11-5へ合本
補足説明資料11-7	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における線量評価について	4/13	1	
補足説明資料11-8	燃料貯蔵プール等における沸騰時間の評価について	4/13	4	
補足説明資料11-9	燃料貯蔵プール等の未臨界性評価	4/13	3	
補足説明資料11-10	燃料貯蔵プール等の監視について	12/16	0	
補足説明資料11-11	小規模漏えい発生時のサイフォンブレーカ孔の位置で停止するまでの時間の算出について	-	-	本文構成見直しによる削除
補足説明資料11-12	燃料損傷防止対策の図一覧	4/13	1	
補足説明資料11-13	燃料貯蔵プール等へのプール水冷却系配管の接続位置について	4/13	1	
補足説明資料11-14	要員及び資源等の評価	4/13	0	新規作成

補足説明資料 11－2

## ゲートの設置状態を考慮した場合の有効性評価への影響について

### 1. 燃料貯蔵プール等の配置およびゲートの運用について

燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結され、通常運転時においてはこれらの燃料貯蔵プール等と燃料移送水路は繋がった状態で使用済燃料の取扱いを行う。なお、万一、燃料貯蔵プール等の修理が必要となった場合に備え、ピットやプールを隔離するためのピットゲート及びプールゲートを設置しているものの、これらは通常運転時に使用することはない。

しかしながら、仮に燃料貯蔵プール等の修理時を想定しピットゲート及びプールゲートが設置された場合における、有効性評価への影響について評価する。

燃料貯蔵プール等に設置されるピットゲート及びプールゲートの通常運転時の保管場所及び設置された場合の設置位置について図1に示す。上述のとおり、通常運転時は燃料貯蔵プール等と燃料移送水路間のゲートは設置されておらず、燃料貯蔵プール等は燃料移送水路を介して全て連結された状態となっている。

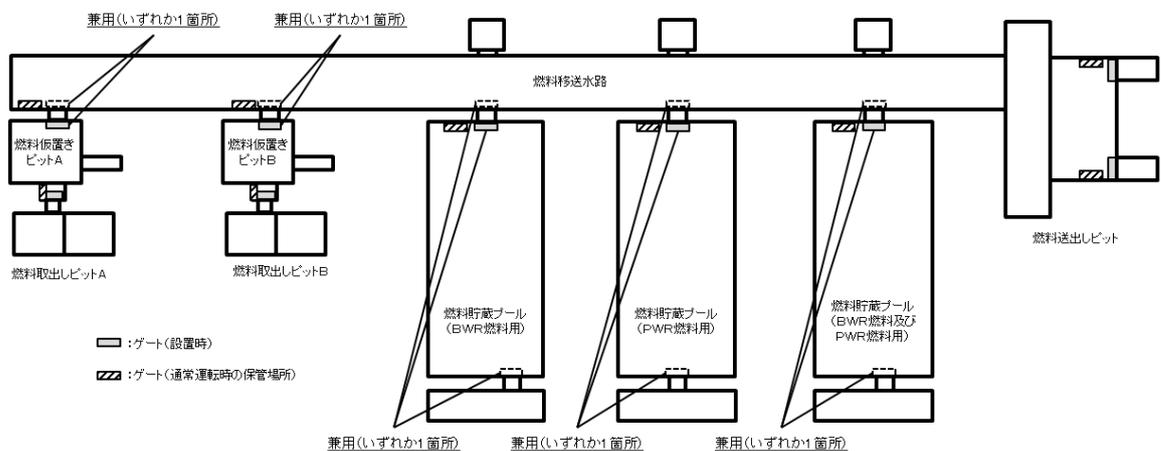


図1 燃料貯蔵プール等のゲート配置図

## 2. 有効性評価への影響

有効性評価の項目である「機器の条件」の不確かさとして、ゲートが設置された状態における沸騰までの時間及び蒸発量について以下のとおり示す。また、「操作の条件」の不確かさについても同様に示す。

### (1) 沸騰時間の評価

沸騰に至るまでの時間の評価においては、保有水量及び崩壊熱量並びに水の比熱等を用いた簡便な計算により算出される。沸騰に至るまでの時間は、保有水量が大きく、崩壊熱量が小さいほど長くなる。

ゲートが設置されていない状態における沸騰時間の評価においては、燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピット間の水の出入りに不確かさがあることから、安全側に燃料貯蔵プールと隣接する燃料移送水路及びピットの保有水の混合は考慮せず、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）、燃料貯蔵プール（PWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）それぞれが単体で保有する保有水量を用いている。

ゲートが設置された状態においても、保有水量の範囲はゲートが設置されていない状態の評価と同様である。また、このときの各燃料貯蔵プールの崩壊熱量も同様であることから、ゲート設置有無に係わらず沸騰に至るまでの時間は同様の評価となっており、不確かさはない（図2）。

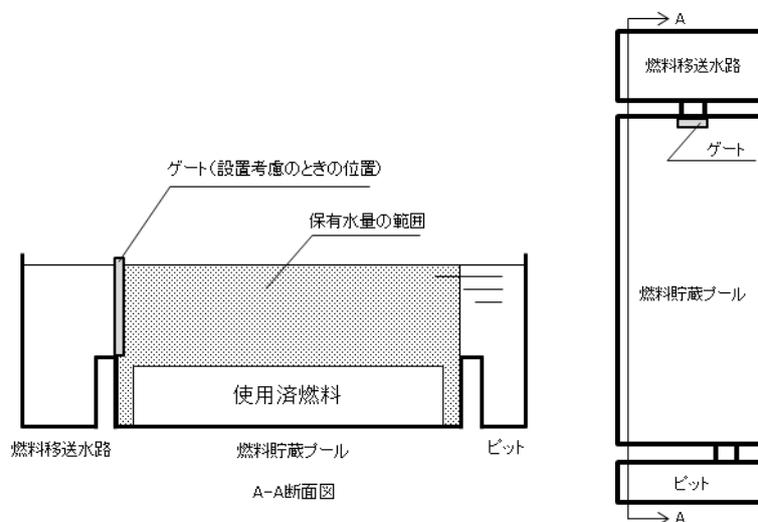


図2 保有水量の範囲

以上より、沸騰時間の評価においてはゲートの設置有無に係わらず保有水量の範囲が同じであり、また、崩壊熱量も同様であることから、不確かさはない。さらに、沸騰時間の算出では各燃料貯蔵プールからの放熱は考慮せず、断熱評価を実施していることから、沸騰までの時間は延びる方向となる。このため、実施組織要員の操作時間への余裕は大きくなる。

## (2) 蒸発量の評価

蒸発量の評価においては、崩壊熱及び比熱等を用いた簡便な計算により算出され、崩壊熱量が小さいほど、蒸発量は小さくなる。

ゲートが設置されていない状態における蒸発量については、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結され、蒸発による水位低下は燃料貯蔵プール等全体で起こる。このため、燃料貯蔵プール全体の貯蔵量である  $3,000 \text{ t} \cdot U_{PR}$  が容量いっぱい貯蔵されたときの崩壊熱量として  $5,420 \text{ kW}$  を設定し、このときの崩壊熱による保有水の蒸発量は約  $10 \text{ m}^3 / \text{h}$  であり、燃料貯蔵プール等全体の表面積より水位低下量は約  $5 \text{ mm} / \text{h}$  となる。

ゲートが設置された状態では、各燃料貯蔵プールが独立した状態となることから、蒸発が発生する範囲が燃料貯蔵プールに限定される。この場合、最も崩壊熱量が大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における崩壊熱量は  $2,450 \text{ kW}$  を設定し、このときの崩壊熱による保有水の蒸発量は約  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$  であり、燃料貯蔵プール及び隣接するピットの表面積より水位低下量は約  $12 \text{ mm} / \text{h}$  となる。

以上より、蒸発量の算出においては、ピットゲート及びプールゲートが設置されることにより各燃料貯蔵プールが独立し、各燃料貯蔵プールが保有する崩壊熱量により蒸発が発生するものの、その蒸発量は崩壊熱量が最も大きい燃料貯蔵プール（PWR燃料用）において約  $4 \text{ m}^3 / \text{h}$  である。この場合、ゲートが設置されていない状態と比較して燃料貯蔵プール（PWR燃料用）における水位低下量が増加するものの、これによらず可搬型中型移送ポンプによる注水を実施し水位を維持することから、実施組織要員の操作時間に与える影響はない（次頁図3）。

なお、燃料貯蔵プールによる蒸発は、燃料貯蔵プールの水温が 100℃に到達した後の蒸発量となる。仮に、プールゲートが設置された状態における燃料貯蔵プール（PWR 燃料用）での沸騰までの時間は想定事故 2 において約 35 時間であり、その後、約 4 m<sup>3</sup>/h（12mm/h）で水位低下が発生する。燃料貯蔵プールへの注水は 21 時間 30 分後から実施することから、燃料貯蔵プールにおける水位低下はほとんどなく、燃料有効長頂部を冠水できる水位（通常水位－7.4m）及び放射線を遮蔽できる水位（通常水位－5.0m）は確保される。

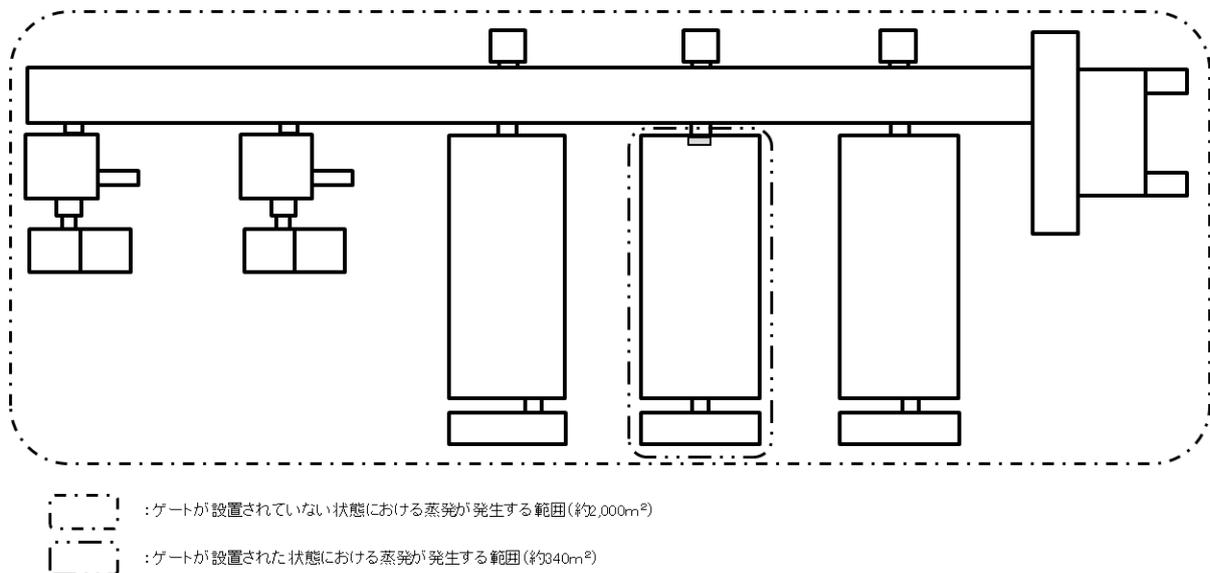


図 3 燃料貯蔵プール等から蒸発が発生する範囲

### (3) 操作の条件

想定事故 1 及び想定事故 2 への対処である燃料損傷防止対策は、代替注水設備における燃料貯蔵プール等への注水を実施し、水位を維持する。

ゲートが設置されていない状態においては、燃料貯蔵プール等が燃料移送水路を介して全て連結していることから、いずれかのピット又はプールに注水することにより全てのピット及びプールの水位を維持することができる。このため、敷設する可搬型建屋内ホースは 1 ラインで燃料貯蔵プール等への水位維持が可能である（図 4）。

ゲートが設置された状態においては、独立したピット及びプールそれぞれに対し

て、可搬型建屋ないホースによるラインを構築する必要がある。最もライン数が増える状態は、燃料貯蔵プール等と燃料移送水路がゲートにより区切られた状態となり、このときのライン数は5ラインとなる（図5）。

このため、ゲートが設置された状態における可搬型建屋内ホースの敷設ラインが増加することにより、敷設に係る作業時間が長くなる。しかしながら、重大事故が発生した場合において、ゲートの設置有無についてはあらかじめ分かっていることから、可搬型建屋内ホースの運搬が完了した時点で敷設に着手することで、屋外で

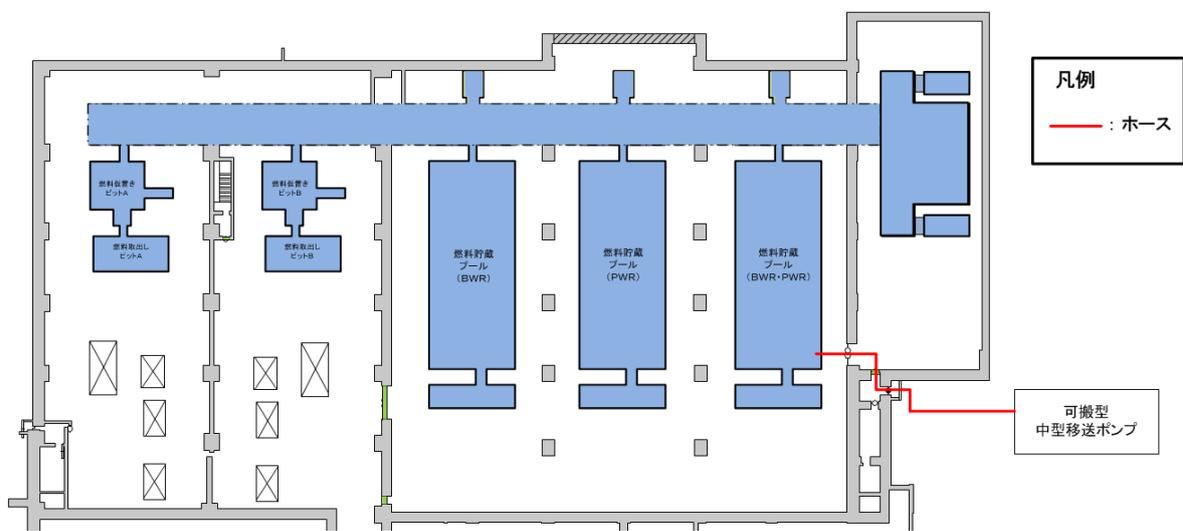


図4 ゲートが設置されていない状態での敷設ライン

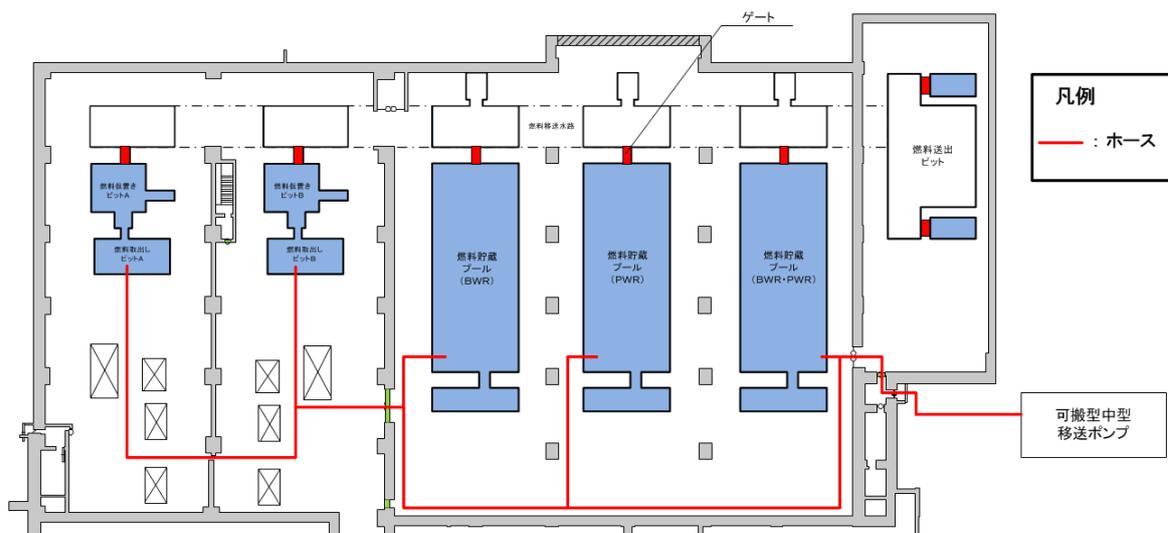


図5 ゲートが設置された状態での敷設ライン

の可搬型中型移送ポンプ及び可搬型建屋外ホースの敷設完了に合わせ、燃料貯蔵プール等へ注水が可能であることから、ゲート設置有無に係わらず 21 時間 30 分後から代替注水設備による燃料貯蔵プール等への注水が可能である（図 6）。



図 6 ゲートが設置された状態における作業への影響（タイムチャート抜粋）

### 3. その他の影響

#### (1) 臨界評価

プール・ピットに設置されているラックをモデル化し評価している。評価においてゲートの状態は考慮不要であることから影響はない。

#### (2) 線量評価

線源である使用済燃料が貯蔵されている燃料貯蔵プールをモデル化し評価している。評価においてゲートの状態は考慮不要であることから影響はない。

#### (3) 温度評価

プールからの熱が燃料貯蔵エリアの空間へ移行し温度が上昇することを評価しており、表面積が大きいほど空間への熱の移動が多くなることから、評価において全てのプール・ピットの表面積を考慮している。ゲートにより閉鎖して修理を行う場合は、修理対象の水が抜き出されプール・ピットの表面積が少なくなることから安全側となる。このため影響はない。

令和2年4月13日 R7

## 補足説明資料 11－4

## 有効性評価における貯蔵容量の設定根拠について

### 1. 事業指定申請書における最大貯蔵能力について

事業指定申請書において、使用済燃料の燃料貯蔵施設における貯蔵容量は以下のとおりである。

燃料貯蔵プール貯蔵容量：3,000 t・U<sub>PR</sub>

BWR使用済燃料集合体：1,500 t・U<sub>PR</sub>

PWR使用済燃料集合体：1,500 t・U<sub>PR</sub>

(事業指定申請書 本文「二. (3)(ii)(b)」及び添付書類六「第3.3-2表」)

### 2. 有効性評価における各燃料貯蔵プールの貯蔵容量の設定について

使用済燃料貯蔵設備の燃料貯蔵プールは、BWR燃料用(1基)、PWR燃料用(1基)、BWR燃料及びPWR燃料用(1基)の合計3基で構成されている。

BWR燃料用(1基)はBWR使用済燃料集合体のみを、PWR燃料用(1基)はPWR使用済燃料集合体のみを貯蔵できる燃料貯蔵プールとなっており、ラック容量からBWR燃料用(1基)は約1,000 t・U<sub>PR</sub>のBWR使用済燃料、PWR燃料用(1基)は約1,000 t・U<sub>PR</sub>のPWR使用済燃料が貯蔵できる容量を有する。

1. に記載のとおり、燃料貯蔵プール貯蔵容量は3,000 t・U<sub>PR</sub>であること、また、BWR使用済燃料集合体及びPWR使用済燃料集合体の貯蔵容量はそれぞれ1,500 t・U<sub>PR</sub>ずつであり、燃料貯蔵プール(BWR燃料用)及び燃料貯蔵プール(PWR燃料用)で各々1,000 t・U<sub>PR</sub>貯蔵できることから、残りのBWR使用済燃料500 t・U<sub>PR</sub>及びPWR使用済燃料500 t・U<sub>PR</sub>を燃料貯蔵プール(BWR燃料及びPWR燃料用)の貯

蔵量として設定する（表 1）。

表 1 有効性評価における各燃料貯蔵プールの貯蔵容量の設定

燃料種別	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用) 貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]
BWR 使用済燃料集合体	1,000		500
PWR 使用済燃料集合体		1,000	500
各プールの貯蔵量[t・U <sub>Pr</sub> ]	1,000	1,000	1,000
貯蔵容量[t・U <sub>Pr</sub> ]	3,000 (BWR : 1,500, PWR ; 1,500)		

### 3. 沸騰時間評価結果について

2. の貯蔵容量により，各燃料貯蔵プールでの沸騰時間を算出した結果を表 2 に示す。算出した沸騰時間に対し，代替注水設備による注水は 21 時間 30 分で可能であることから，対策は実施可能であることを確認した。

表 2 各燃料貯蔵プールにおける崩壊熱量と沸騰時間

各プールの崩壊熱量と 沸騰時間	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用)	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用)	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用)
崩壊熱量[kW]	1,490	2,450	1,480
沸騰時間[h] (想定事故 2)	約 57	約 35	約 59

#### 4. 貯蔵容量の不確かさについて

設工認申請書において、各燃料貯蔵プールの燃料種別ごとの貯蔵体数は以下のとおりとなっている（表3）。

表3 各燃料貯蔵プールにおける使用済燃料集合体の最大貯蔵体数

燃料種別	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用) 貯蔵体数[体]	燃料貯蔵プール (PWR 燃料用) 貯蔵体数[体]	燃料貯蔵プール (BWR 燃料用及び PWR 燃料用) 貯蔵体数[体]
BWR使用済燃料集合体	6,149		2,491
PWR使用済燃料集合体		2,408	1,180

既許可の安全審査において「輸送用破損燃料収納缶内部水放射性物質質量の設定について」説明しており、BWR使用済燃料集合体及びPWR使用済燃料集合体の1体あたりの照射前ウラン重量（ $t \cdot U_{Pr}$ /体）は以下のとおりとしている。

BWR使用済燃料集合体 :  $0.175 (t \cdot U_{Pr}/体)$

PWR使用済燃料集合体 :  $0.460 (t \cdot U_{Pr}/体)$

上記を適用した場合、燃料貯蔵プール（BWR燃料用）及び燃料貯蔵プール（PWR燃料用）においては、2. で設定した貯蔵容量を超過する可能性があることから、これを不確かさとして評価した結果、もっとも沸騰時間が短い結果となる燃料貯蔵プール（PWR燃料用）において約34時間となるものの、可搬型中型移送ポンプによる注水が完了できる21時間30分に対して余裕がある。

以上から、貯蔵容量の不確かさを考慮しても、注水は十分可能であることを確認した。

## 補足説明資料 11－5

## 目次

1. 概要
2. スロッシング収束後の水位の評価方法
3. スロッシング収束後の水位の評価結果
4. ピットゲート及びプールゲート閉状態での溢水量評価

## 1. 概 要

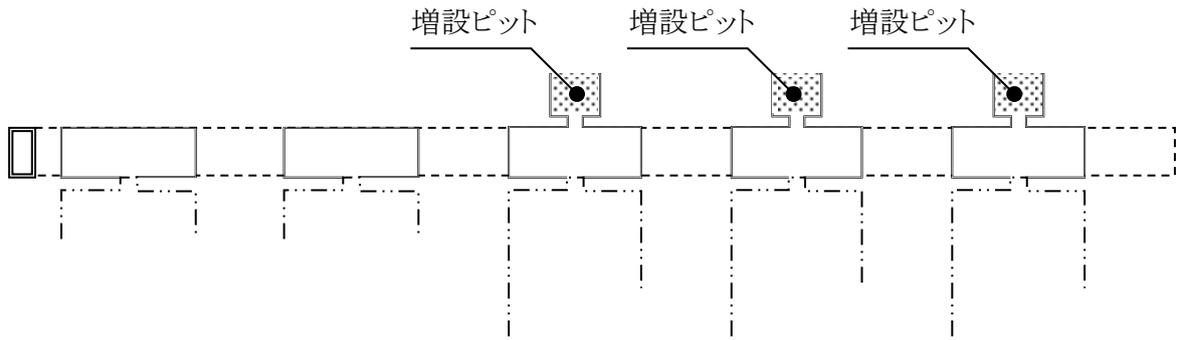
使用済燃料の受入れ施設及び貯蔵施設（以下、「F施設」という。）における重大事故等の想定事象2では、スロッシングによる溢水量を考慮した水位を評価条件としている。スロッシングによる溢水量の評価については、以下に示す使用済燃料受入れ・貯蔵建屋に設置しているピットやプール等（以下、「燃料貯蔵プール・ピット等」という。）を対象として評価を行っている。

なお、燃料移送水路の一部については、第1. 1-1図に示すように一部を増設ピットとして扱う。

本補足説明資料は、スロッシング収束後の水位を求める評価手法について説明する。

- ・ 燃料取出しピットA, B
- ・ 燃料仮置きピットA, B
- ・ 燃料移送水路
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（PWR燃料用）
- ・ 燃料貯蔵プール（BWR燃料及びPWR燃料用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（チャンネルボックス用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（バーナブルポイズン用）
- ・ チャンネルボックス・バーナブルポイズン取扱ピット  
（チャンネルボックス及びバーナブルポイズン用）
- ・ 燃料送出しピット

- ・ 上記プール，ピット及び水路間の水路



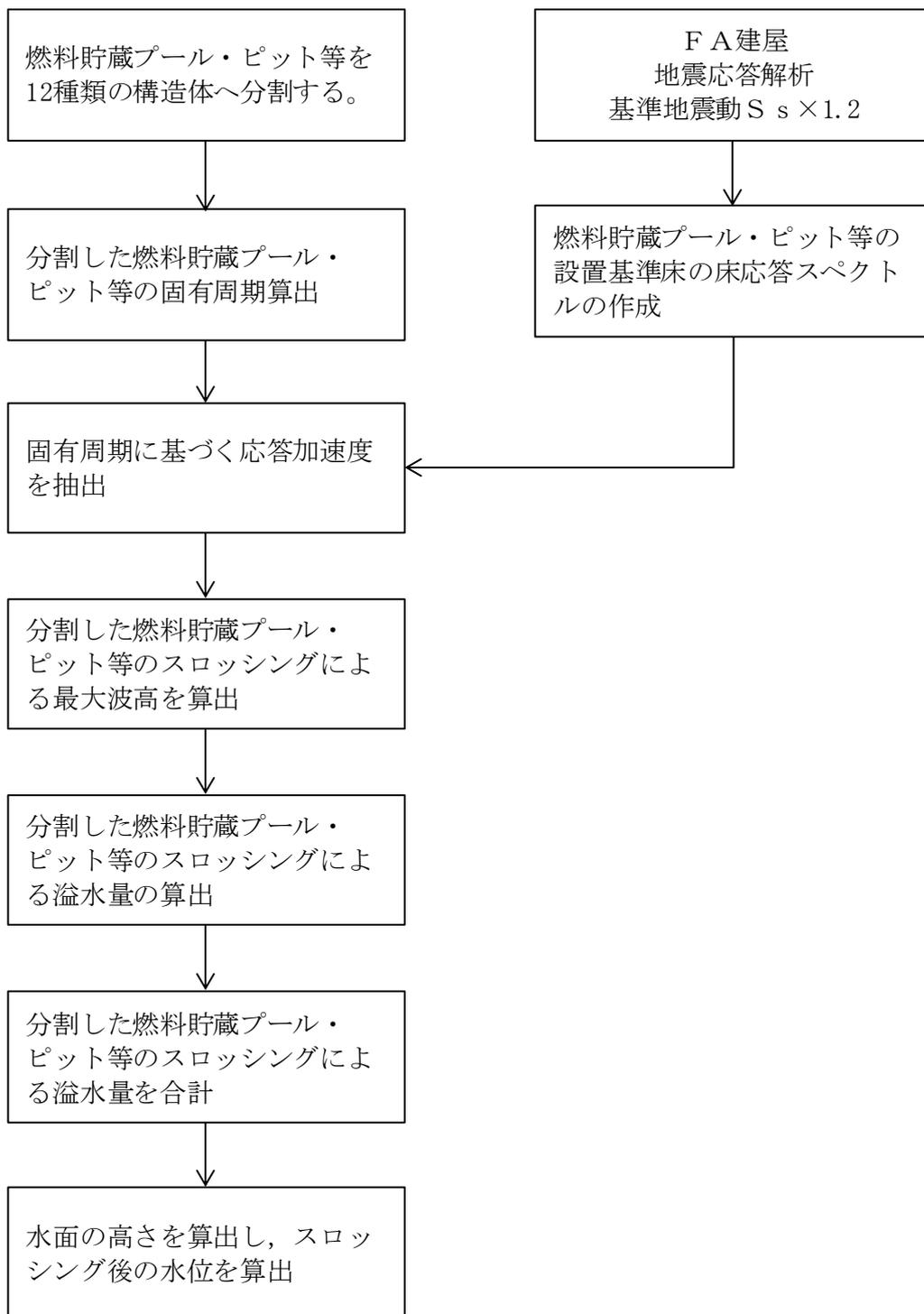
第1. 1-1図 増設ピットの設定

## 2. スロッシング収束後の水位の評価方法

### 2. 1 評価内容

使用済燃料受入れ・貯蔵建屋（以下「F A建屋」という。）の燃料貯蔵プール・ピット等を評価範囲とし、第2. 1 - 1 図に示す評価手順で速度ポテンシャル理論による溢水量を求めスロッシング収束後の水位を算出する。

F施設の燃料貯蔵プール・ピット等の構造体としては全て繋がった構造であるが、1 2種類の構造体に分割しそれぞれの燃料貯蔵プール・ピット等の固有周期を求め、固有周期に基づく応答加速度から最大波高を算出し、燃料貯蔵プール・ピット等の周辺に設置する止水板を超える溢水高さから燃料貯蔵プール・ピット等の溢水量を求め、それぞれの燃料貯蔵プール・ピット等の溢水量を合計することで燃料貯蔵プール・ピット等全体の溢水量を求める。求めた溢水量から燃料貯蔵プール・ピット等の水面高さを求めスロッシング後の水位を算出する。



第2. 1-1 図 スロッシング後の水位の評価フロー図

## 2. 2 評価条件

速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価において評価に用いる地震動は基準地震動  $S_s$  に対して 1.2 倍した地震動とする。

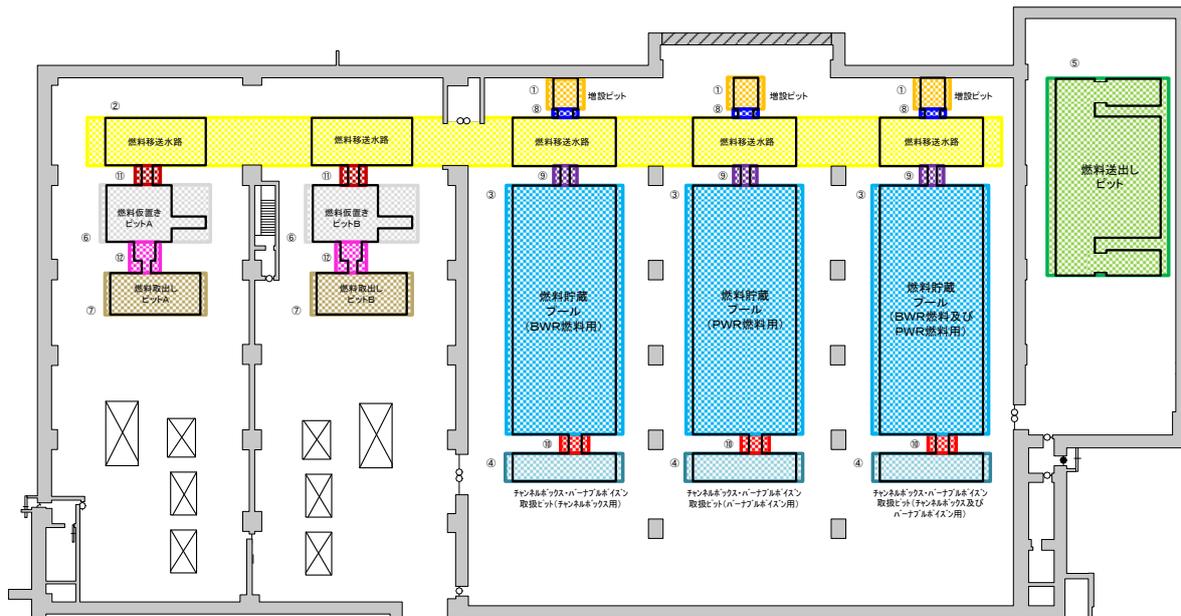
また、燃料貯蔵プール・ピット等の周辺に設置する止水板の高さを超える F A 建屋の 1 階床面への溢水は無制限遠へ流れるものとし、壁の反射によりプールへ戻る水は考慮しない。

なお、速度ポテンシャル理論によるスロッシングの評価においては、蓋の設置箇所からは溢水するものとしその効果は期待しない。

評価条件は第 2. 2 - 1 表に示し、分割する燃料貯蔵プール・ピット等の配置を第 2. 2 - 1 図に示す。

第2. 2-1表 評価条件

	評価条件
評価範囲	F A建屋に設置している燃料貯蔵プール・ピット等
水位	EL. 54. 55m (サイフォン効果による水位低下後の水位)
境界条件	止水板 (0. 9m) を越える溢水高さを越えた水は溢水量とし、プール水は壁による溢水の跳ね返りは考慮しない。
評価手法	速度ポテンシャル理論
	燃料貯蔵プール・ピット等を 12 種類の形状へ分割する。
評価用 地震動	FA 建屋の基準地震動に対して 1. 2 倍の地震動 (以下、「1. 2Ss」という。) を使用する。
	1. 2Ss の EL. 55. 30 の床応答スペクトルを使用する。
その他	燃料貯蔵プール・ピット等に設置している水中機器は考慮せず、燃料貯蔵プール・ピット等内の水は全て揺動する。 スロッシング抑制のために設置する蓋は考慮しない。



第2. 2-1 図 速度ポテンシャル理論に用いる  
燃料貯蔵プール・ピット等の分割図

## 2. 3 止水板及び蓋の構造及び配置について

### (1) 止水板

#### (a) 設計基準設備への影響を踏まえた構造概念

燃料貯蔵プールの上部には、使用済燃料を移送するためのクレーンを設置していることから、止水板設置により走行するクレーンが干渉しないよう止水板高さはガーダの下端位置（約1.0m）から0.9mとする。概要図を第2. 3-1 図に示す。

また、止水板の材料はステンレス鋼等の不燃性の材料を選定することにより、火災防護対象設備へ影響を及ぼさない設計とする。