

千葉市の事案における 旧軍老朽化化学兵器の無害化処理について(案)



1. 無害化処理の対象物と特徴

- (1) 種類(前回検討会における確定事項)
 - 95式90mmきい弾と判断される砲弾116発
 - 95式90mmあか弾 と判断される砲弾60発
- (2) 特徴
 - ① 弾殻は錆びており、土壌が固着している。
 - ② 化学剤の漏えいはない。信管はついていない。
 - ③ 内容物の抽出・分析はしていないが、化学剤、火薬が含まれていると判断される。
 - ④ 液音がしないきい弾が存在する。
(硫黄マスタードやルイサイトは劣化・重合し、ヒール状になっていると推定される)
 - ⑤ 有機ヒ素を含む



環境省として初めて取り組む化学弾
(化学剤と炸薬)の無害化処理を、いかにして安全・確実に行うかが課題
(作業安全の確保、環境汚染防止に万全を期す。
処理が炉内で完結することは地元自治体・周辺住民の安心・安全のためにも必須の要件)



2. 環境省が設定した無害化処理に関する技術的要件

旧軍老朽化化学兵器のリスク

- 劣化、重合したマスタードやルイサイトは無害化処理が困難
- 爆発リスクを伴う

対策

リスク要因の局限化を追求する

- 人間が介在する作業を限定する
- 無害化処理は密閉された炉内で完結させる（処理が不十分な場合、炉外で再処理しなければならないが、これはリスクを伴う）

効果

- 作業要員の安全確保（化学剤による被災・ばく露防止）
- 周辺環境の保全（化学剤による周辺環境の汚染防止）

原則：技術的に回避可能なリスクは、
確実な技術を用いて対処する

■環境省の 技術的要求事項■

2重のコンテインメント
による負圧管理

炉内における化学剤
処理の徹底

排ガス処理設備による
排ガス処理の徹底

検知器・MINICAMSによる
連続的なモニタリング

保管容器のモニタリング孔
で検知器が化学剤を検知
した場合は保管容器ごと
の処理が可能なもの



3. 無害化処理に関する進捗状況

平成22年 12月

無害化処理施設の設置用地を千葉市中央区川崎町の県有地に決定。

平成23年 3月

総合評価落札方式による無害化処理業務請負業者の選定をした結果、加熱燃焼処理方式を採用するJFEエンジニアリング株式会社が落札。

(落札額14億円)

平成23年 7月

無害化処理施設の設置工事に着工。

平成23年 12月

無害化処理施設が完成。環境省仕様書に記載のある試運転の実施。

平成24年 1月

一時保管施設から無害化処理施設まで、砲弾の運搬を実施。

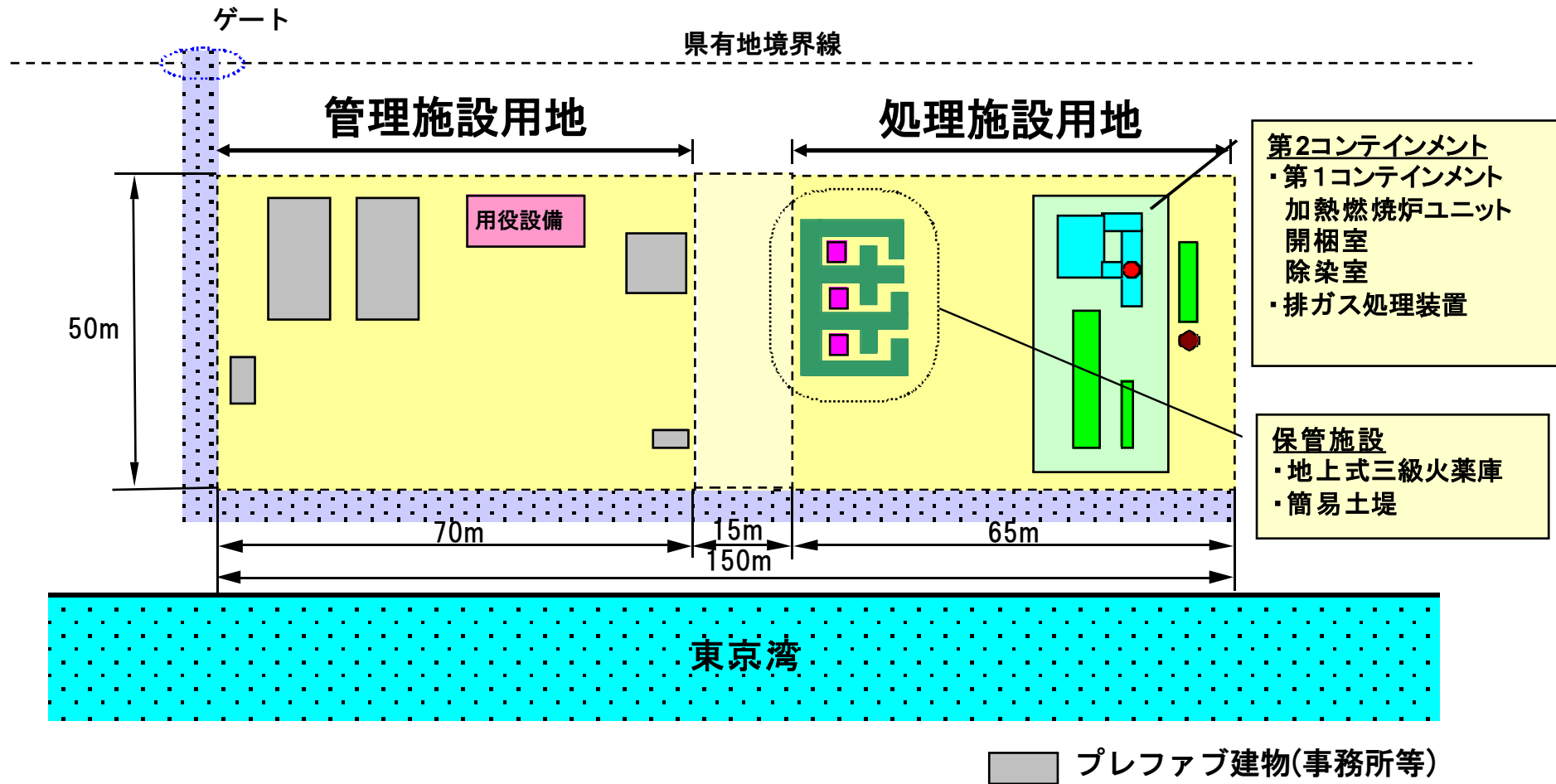
無害化処理施設の確認試験の実施

平成24年 1月末～2月

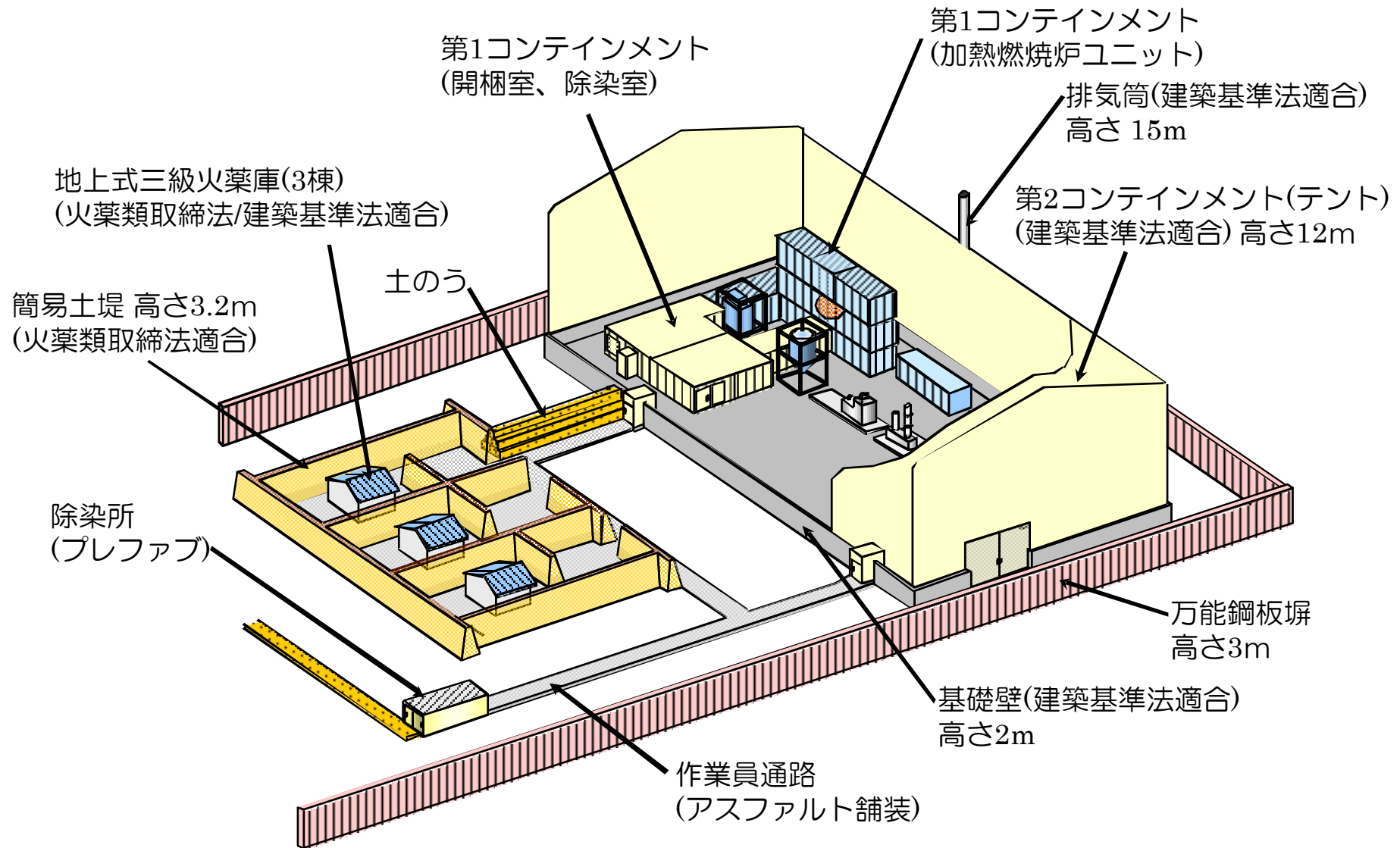
無害化処理の実施



4. 無害化処理施設全体平面図



5. 無害化処理施設鳥瞰図



6. 無害化処理施設第2コンテナ内状況イメージ図



第2コンテナ
無害化処理施設を収納する不燃性のテント構造物です。無害化処理設備・機器類を完全に覆い、内部の空気が外部に漏れ出さないように措置されています。



加熱燃焼炉
550°Cまで加熱可能な炉内で砲弾に充填されている火薬類、化学剤を安全に燃焼処理する装置で、旧軍の化学弾（砲弾）に対する耐震性と気密性を有しています。炉本体はDynasafe社（スウェーデン）製であり、多数の化学兵器の無害化処理実績を有しています。

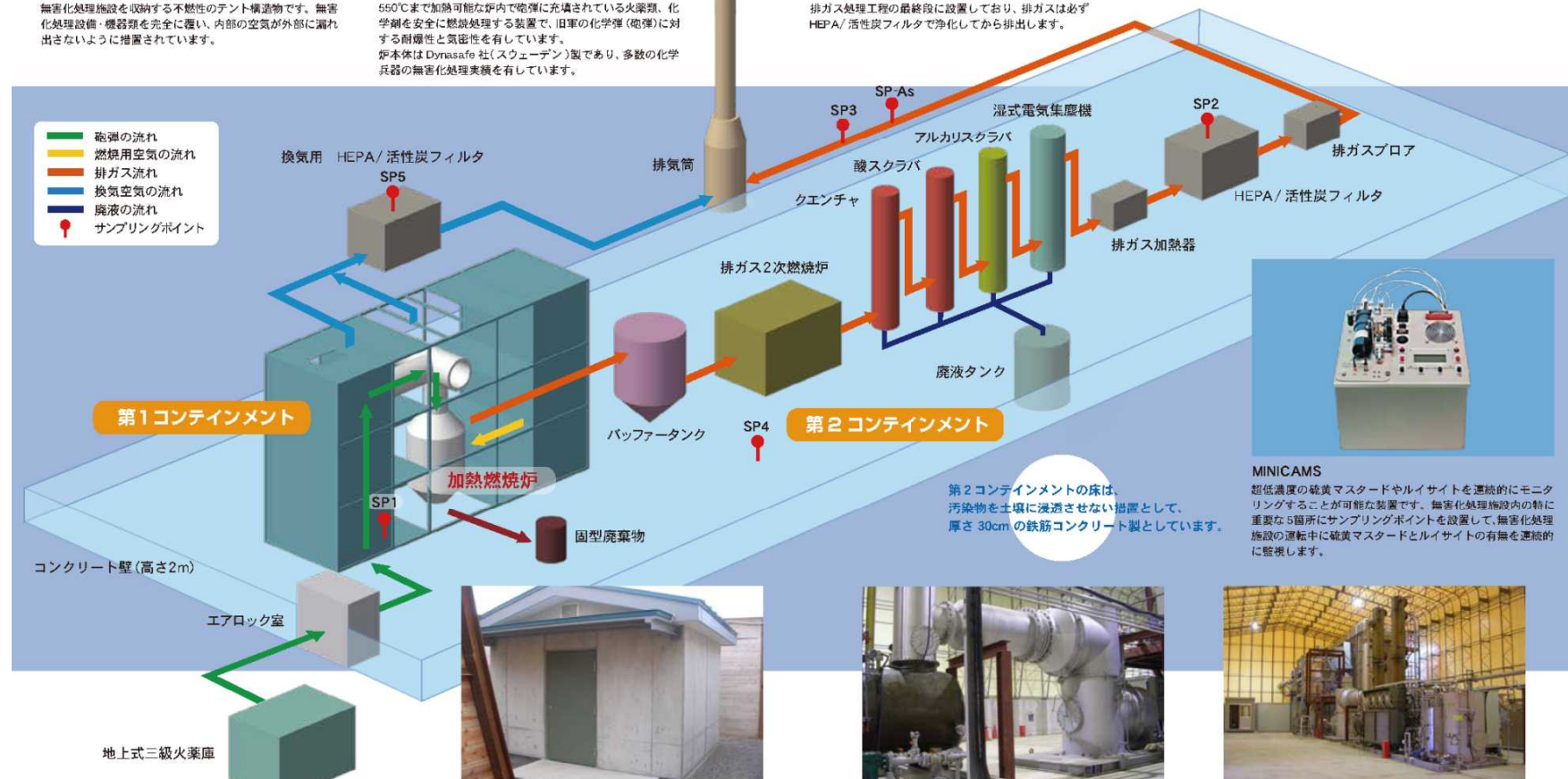


HEPA/活性炭フィルタ
排ガス処理工程の最終段に設置しており、排ガスは必ずHEPA/活性炭フィルタで浄化してから排出します。

MINICAMS サンプルポイント

- SP1: 保管容器から砲弾を取り出す開梱室内
- SP2: 排ガス用 HEPA/活性炭フィルタ中間部
- SP3: 排気筒直前の配管部
- SP4: 第2コンテナ内
- SP5: 換気用 HEPA/活性炭フィルタ中間部

SP-As: 無害化処理を実施した日にはサンプリングし、排ガス中に含まれる総ヒ素が 0.05mg/m³ 以下であることを毎日確認します。



MINICAMS

超低濃度の硫黄マスタードやルイサイトを連続的にモニタリングすることが可能な装置です。無害化処理施設内の特に重要な5箇所にサンプリングポイントを設置して、無害化処理施設の運転中に硫黄マスタードやルイサイトの有無を連続的に監視します。

第2コンテナの床は、汚染物を土壌に浸透させない措置として、厚さ 30cm の鉄筋コンクリート製としています。



地上式三級火薬庫
無害化処理を実施するまでの間、砲弾を一時保管するための施設です。火薬類取締法の規定により周囲を土堤で囲い、様々な防犯措置が施されています。また、要員により、内部の安全確認を定期的に行います。



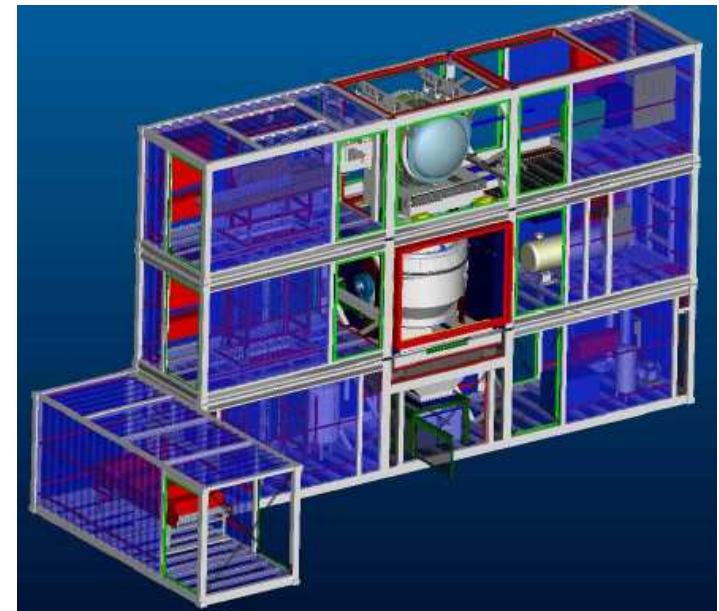
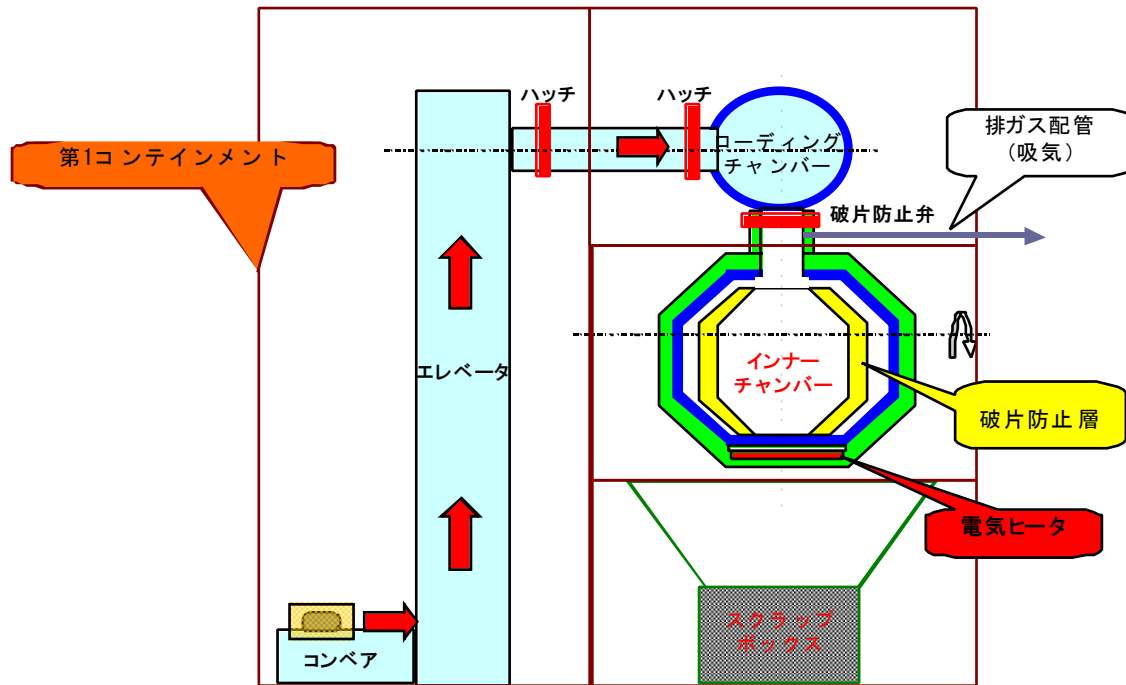
排ガス2次燃焼炉
無害化処理により発生する加熱燃焼炉からの排ガスを1200°Cで2秒以上燃焼処理します。



排ガス処理装置
2次燃焼炉を経た排ガスをクエンチャで急冷してダイオキシンの生成を防止するとともに、スクラバで洗浄して無機化されたヒ素・硫黄化合物・塩化水素等を除去・回収します。



7. 加熱燃焼炉イメージ図(第2コンテナメント内)



I. 耐爆性能

加熱燃焼炉は燃焼処理。ただし炉内で爆発しても破片防止弁、破片防止層でTNT爆薬1.1kg爆発で20000回対応可。

II. 砲弾の投入

- ①作業要員が保管容器からアルミラミネート袋に密閉された砲弾を取り出して段ボール箱に入れてコンベア上にセット
(作業要員が砲弾を直接扱う作業はこのときのみ)
- ②作業要員が全員退避した後、制御室から遠隔にてコンベア以降を作動させ、投入する。安全な自動投入方式を採用

III. 砲弾スクラップの拔出

遠隔自動で炉を反転させ、スクラップをスクラップボックスに回収。冷却後にスクラップをスクラップボックスから回収する。粉塵、砒素の漏洩・拡散防止の為、サイクロン、バグフィルタ、HEPA/活性炭フィルタを設置

IV. 漏えいの防止措置

炉内は負圧管理。炉内から外気側への漏えい防止は負圧管理と2つのハッチにより行う



8. 環境省が設定した無害化処理に関する試験

Step 1 無害化処理施設の完成

要求性能を満足していることの確認へ

Step2 無害化処理施設の試運転・確認試験の実施

試運転の実施

(これに合格しなければ確認試験は実施できない)

化学弾の模擬物(模擬化学剤と火薬を充填)を使用して処理施設を運転し、以下の確認を実施。

- 全ての設備が健全に機能するか
- 炉の破損等の有無の確認
- 排ガス処理設備の安定性
- 電源喪失や不具合の発生等を想定した安全な緊急停止 等

確認試験の実施

(これに合格しなければ本格運転は実施できない)

1発の砲弾の無害化処理を実施し、モニタリングで化学剤の検出がなく、処理後の分析で以下の条件を満足していることを確認。

- 炉内残渣物・付着物の分析
 - 硫黄マスタード0.05mg/kg以下(含有量)であること
 - ルイサイト: 0.1mg/kg以下(含有量)であること
 - ジフェニルシアノアルシン及びジフェニルクロロアルシン: 0.5mg/kg以下(含有量)であること
- 排ガスの分析
 - 総ヒ素: 0.05mg/Nm³以下であること

要求性能が満足していることを確認済

Step3 無害化処理施設の本格運転の実施



9. 試運転結果

■ 試運転前の模擬検体状況 ■

ピクリン酸128gとサリチル酸メチル
857gを充填した模擬検体



加熱燃焼処理後

TNT1200gを充填した模擬検体



加熱燃焼処理後

■ 試運転により実処理した後の模擬検体状況 ■



化学弾を模した模擬検体の加熱燃焼処理は安全に完了し、模擬検体が破壊されたことを確認。処理後の残渣から模擬化学剤は検出されず。



10. 確認試験について

- 試運転に合格したことを踏まえ、化学弾を使用して、無害化処理の徹底性を確認することを目的とした確認試験を実施。

日付	作業内容	主たる確認項目	目的
1/19	きい弾及びあか弾を各1発個別に加熱燃焼炉に投入し、実処理。	○ モニタリング状況の確認 モニタリング機器MINICAMSによるモニタリング状況を確認。また、排ガスをサンプリングし、総ヒ素を分析。	<ul style="list-style-type: none"> ● 実処理において化学剤の漏えいの有無を確認し、安全性を検証するもの。 ● 排ガス中の総ヒ素濃度を確認し、排ガス処理系が機能していることを確認するもの。
1/20	加熱燃焼炉から、処理後の弾殻や残渣物をスクラップアウトし、確認とサンプリングを実施。	○ 環境省職員及び運転要員により携帯型化学剤検知器RAID-M100による安全確認実施後、弾殻の確認、残渣のサンプリングを実施し、分析に供した。	<ul style="list-style-type: none"> ● 砲弾が破壊され、内部に炸薬や化学剤が認められないことを確認するもの。 ● 処理後の残渣に化学剤が残っていないかどうかを確認し、無害化処理の徹底性・安全性を科学的に検証するもの。



11. 確認試験結果①(きい弾)

確認試験に供した95式きい弾と判断される砲弾(きい弾特有の色識別帯が残存している希少なものを使用)



黄色の色識別帯

加熱燃焼処理後

加熱燃焼処理により、弾頭部分は炉内で吹き飛んだ。これに伴い、砲弾内部の化学剤と炸薬は加熱燃焼処理され、処理後は内容物が存在しないことが確認された。

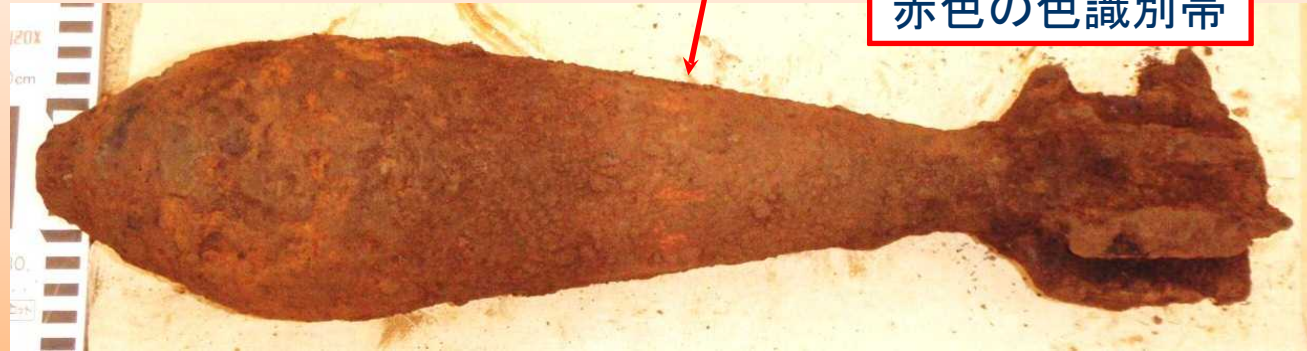


内容物は存在せず。



12. 確認試験結果②(あか弾)

確認試験に供した95式あか弾と判断される砲弾(あか弾特有の色識別帯が残存している希少なものを使用)



加熱燃焼処理後

加熱燃焼処理により、弾頭部分は炉内で吹き飛び、弾殻は内側から裂けるような形で破壊された。



これに伴い、砲弾内部の化学剤と炸薬は加熱燃焼処理され、処理後は内容物が存在しないことが確認された。



13. 確認試験結果③(きい弾及びあか弾の残渣の分析)

無害化処理後、スクラップアウトを実施し、残渣を回収して化学物質評価研究機構において分析。

1. 硫黄マスタード(HD) (定量下限値:0.05mg/kg(含有量)) → 不検出(定量下限値未満)
2. ルイサイト(L1.L2) (定量下限値:0.1mg/kg(含有量)) → 不検出(定量下限値未満)
3. ジフェニルクロロルアルシン(DA) (定量下限値:0.5mg/kg(含有量):溶媒抽出GC/MS法による)
→ 不検出(定量下限値未満)
4. ジフェニルシアノアルシン(DC) (定量下限値:0.5mg/kg(含有量):溶媒抽出GC/MS法による)
→ 不検出(定量下限値未満)

きい弾及びあか弾の無害化処理後の排ガスをそれぞれ採取し、JFEテクノロジー株式会社において公定法に基づいて個別に総ヒ素(As)を分析。(定量下限値:0.002mg/Nm³)

排ガス中の総ヒ素については自主管理値として0.05mg/Nm³としたが、分析の結果、2検体とも不検出(定量下限値未満)。



環境省はJFEエンジニアリング株式会社に確認試験合格を付与。
JFEエンジニアリング株式会社は、必要な手続きを行った上で、平成23年1月31日から無害化処理を実施し、2月29日までに全176発の無害化処理を完了した。



14. 無害化処理の実施状況について

処理実施日について		処理発数について		モニタリング結果について		備考
処理実施日	累計日数	処理発数	累計処理発数※1	化学剤モニタリング (MINICAMS及び携帯型化学剤 検知器による監視※2)	排ガス中総ヒ素モニタリング (自主管理値:0.05mg/m ³ ※3)	
1月31日	1	1発	3発	異常なし	異常なし	
2月1日	2	6発	9発	異常なし	異常なし	
2月2日	3	6発	15発	異常なし	異常なし	
2月3日	4	4発	19発	異常なし	異常なし	
2月6日	5	8発	27発	異常なし	異常なし	
2月7日	6	4発	31発	異常なし	異常なし	
2月8日	7	10発	41発	異常なし	異常なし	
2月9日	8	8発	49発	異常なし	異常なし	
2月10日	9	10発	59発	異常なし	異常なし	
2月13日	10	10発	69発	異常なし	異常なし	
2月14日	11	10発	79発	異常なし	異常なし	
2月15日	12	10発	89発	異常なし	異常なし	
2月16日	13	10発	99発	異常なし	異常なし	
2月17日	14	10発	109発	異常なし	異常なし	
2月20日	15	10発	119発	異常なし	異常なし	
2月21日	16	10発	129発	異常なし	異常なし	
2月22日	17	10発	139発	異常なし	異常なし	
2月23日	18	10発	149発	異常なし	異常なし	
2月24日	19	10発	159発	異常なし	異常なし	
2月27日	20	10発	169発	異常なし	異常なし	
2月28日	21	7発	176発	異常なし	異常なし	2月28日をもって計176発の化学弾の無害化処理は完了しました。

※1: 上記処理発数の累計には、1月19日に実施した確認試験で処理した2発が含まれます。

※2: MINICAMSで各サンプリングポイントの連続的な監視を行うとともに、携帯型化学剤検知器で作業工程の連続的な監視を行い、無害化処理中に化学剤の漏えいが発生していないことを確認しました。



15. 無害化処理により加熱燃焼処理された化学弾の状況



弾殻が凹み変形している。



無害化処理実施後に実施したスクラップアウトにより回収した弾殻のうち、特徴的な事例を示す。なお、加熱燃焼炉内で大規模な爆発が起きたことを示す弾殻は認められなかった。



16. 無害化処理の結果

- 加熱燃焼処理は、要員が砲弾を直接取扱う作業が限定されており、化学剤の無害化処理が徹底され、処理後の弾殻及び残渣の再処理を要しないことから（未分解の化学剤汚染物や、化学剤の除染により発生する廃液が炉外に持ち出されない）、作業安全の確保や環境汚染の防止に有効であった。
- 加熱燃焼炉に砲弾を投入した後、大規模な爆発が起きたケースは1発もなかったことから、加熱燃焼炉本体及び排ガス系に対するプレッシャーが少なく、施設全体としても安全で安定した運転を実施することが可能であったことに加え、無害化処理による騒音・振動は発生しなかった。
- 無害化処理施設運転中のMINICAMSによるモニタリング及び排ガスの総ヒ素モニタリングに異常は発生しなかった。

加熱燃焼処理法は、安全性が高く合理的な無害化処理方法であることが確認され、無害化処理は無事完了した。

