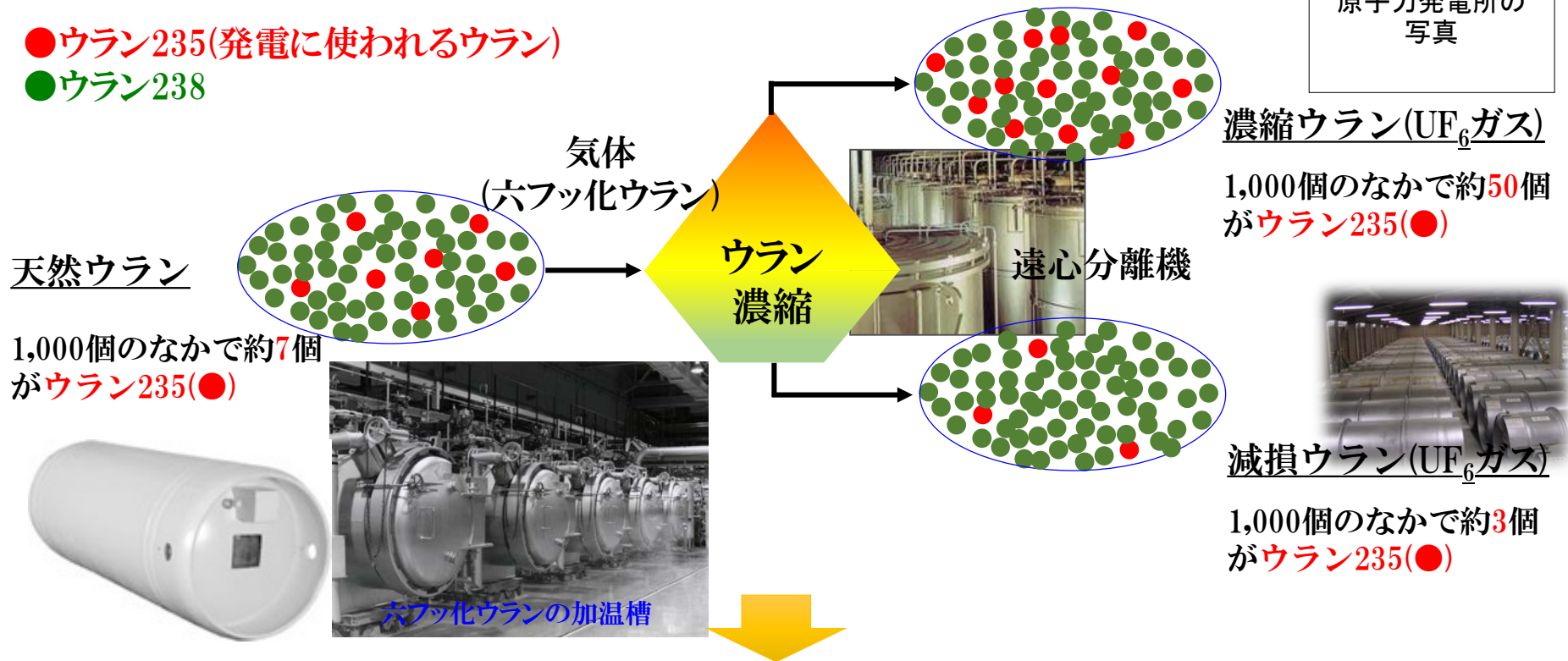


テーマ1.1 減損ウラン等の保管について

1. 減損ウランとは
2. 六フッ化ウランとは
3. 六フッ化ウランとフッ化水素の特性
4. 減損ウラン等(六フッ化ウラン) の取扱い
5. 減損ウラン等(六フッ化ウラン) の保管
6. 将来的な研究開発への取り組み

1. 減損ウランとは

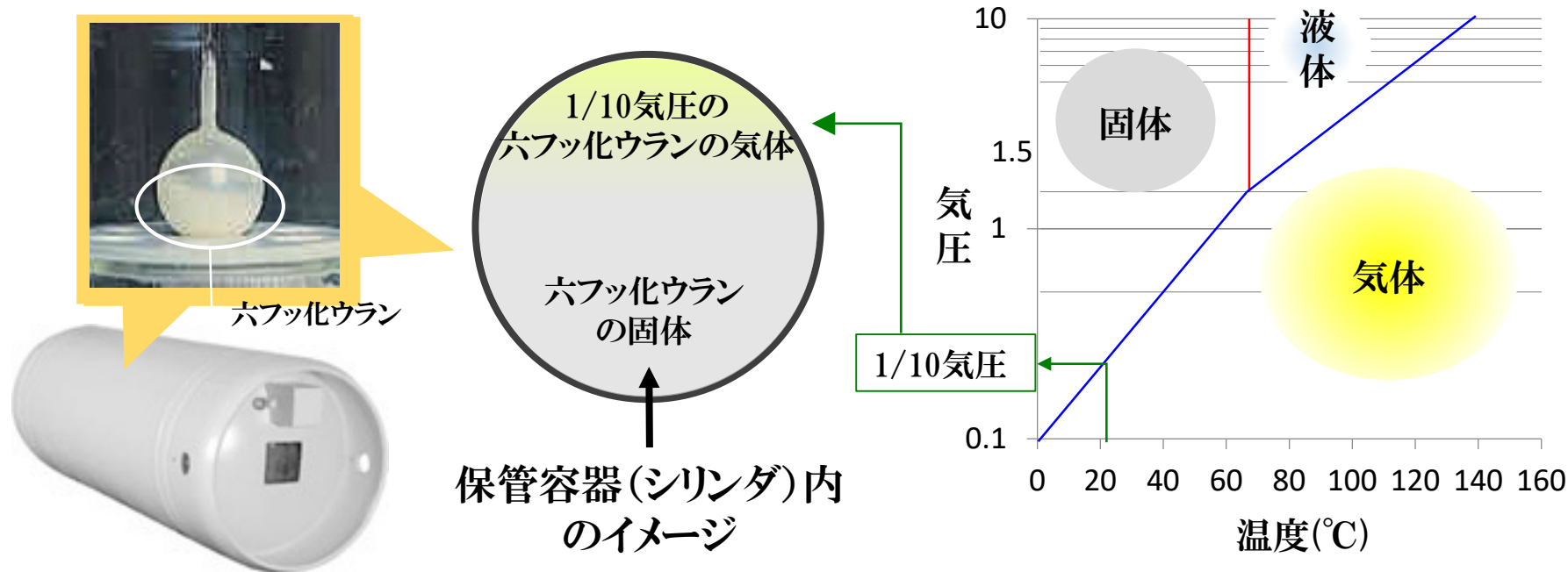
「減損ウラン」とは、原子力発電に使われる濃縮ウラン(ウラン235の割合を高めたもの)を作ったあとに残ったウラン(ウラン235の割合が低くなったもの)のことを言います。「劣化ウラン」とも呼ばれます。人形峠センターでは減損ウランを六フッ化ウランの化学形態で保管(貯蔵)しています。世界では約150万トンが保管されています(参考資料1)。



ウラン濃縮を行うためには、ウランを気体(六フッ化ウラン(UF₆)ガス)にすることが必要です。

2. 六フッ化ウランとは

六フッ化ウラン(UF_6)は、ウランとフッ素の化合物で、常温・大気圧で白色の固体ですが、約 60°C で気体になります。また、空気中に漏えいすると空気中の水分と反応し、腐食性の強いフッ化水素(毒物)を発生します。なお、フッ素利用の歴史は古く、さまざまな化合物が工業原料・製品として広く使われています(参考資料2)



六フッ化ウラン(UF_6) 劇物



水(H_2O)

反応

フッ化ウラニル(UO_2F_2)

フッ化水素(HF) 毒物

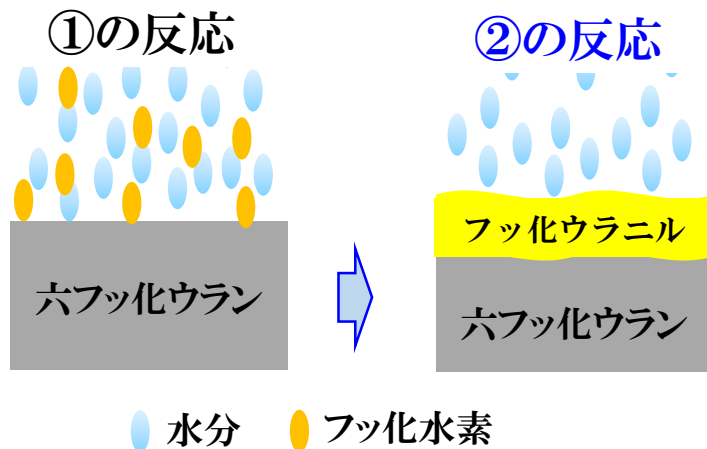
これらの物質は
毒性が高く、保
管・取扱いに注
意が必要です。

3. 六フッ化ウランとフッ化水素の特性

前回のご意見:シリンダの中の六フッ化ウランが一気に外に出るとフッ化水素が発生し、半径8km以内にいる人は即死するとの米国核物理学者の警告がある。

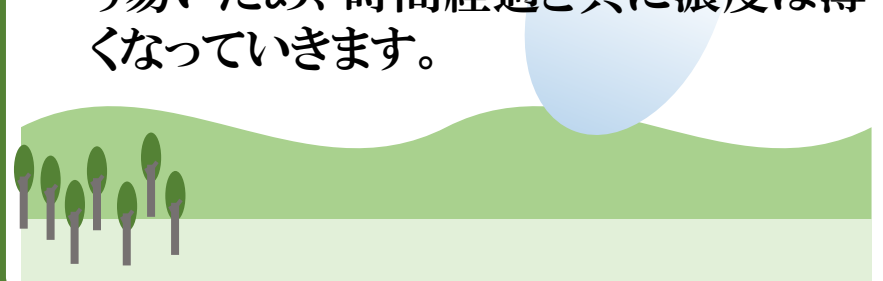
大量のフッ化水素が一気に発生することはありません。

六フッ化ウランが水分に触れると、①六フッ化ウランと水の初期の反応で、フッ化水素(HF)とフッ化ウラニル(UO_2F_2)ができます。
②フッ化ウラニルは膜状になり、六フッ化ウランを覆うと、それ以上反応が進まなくなり、大量のフッ化水素が一気に発生することはありません。



フッ化水素が地表を伝わって、人が住んでいる地域に広がることはありません。

- ✓ フッ化水素の重さは、空気と同じくらいです(比重0.98)。このため、仮に、人形峠センターで六フッ化ウランが漏えいし、フッ化水素が発生しても地表を伝わって、周辺地域に広がることはありません。
- ✓ 六フッ化ウランが水と反応してできたフッ化水素は空気と混ざり、上空に移動しながら空気の流れ(風)に乗って広がりますが、フッ化水素と空気とは混ざり易いため、時間経過と共に濃度は薄くなっていきます。



4. 減損ウラン等(六フッ化ウラン)の取扱い

ウラン濃縮の研究開発を行なっていた時期(平成13年以前)と終了以降では、六フッ化ウランを取り扱う上で注意しなければならない点が大きく変わっています。

ウラン濃縮の研究開発を行なっていた時期

- ✓ 六フッ化ウランを遠心分離機に供給し、回収するため、頻繁にシリンダの取付・取外しを行っていました。
- ✓ また、シリンダを加熱し、六フッ化ウランを気体(ガス)にして使用していました。
- ✓ このため、六フッ化ウランを取り扱う施設・設備は、シリンダから六フッ化ウランが漏れいすることを想定した設備になっていました。



ウラン濃縮の研究開発の終了以降

- ✓ シリンダを加熱することはありません。また、シリンダをウラン濃縮プラントに取付ける作業もありません。
- ✓ シリンダは六フッ化ウランの密封保管のためだけに使われています。
- ✓ このため、シリンダの腐食(さび)等により、六フッ化ウランが漏れないように管理することが求められています。



5. 減損ウラン等(六フッ化ウラン)の保管(1)

減損ウラン等の保管にあたっては三重の安全対策を講じています。



- ①保管容器(シリンダ)は、落下、火災、水没等、想定される事故にも耐えられるように作られています(参考資料3)。
- ②保管容器(シリンダ)は、風雨にさらされないように、建物の中で保管しています。
- ③法律に基づき、第三者の検査を受けています。合わせて、事業者として点検・検査を行なっています(参考資料4、5)。

5. 減損ウラン等(六フッ化ウラン)の保管(2)

腐食(さび)しないの？

シリンダの板厚及び実際に測定されたシリンダの腐食速度(さびの進む速さ)から求められる耐用年数は、以下のとおりで、長期保管に十分に耐えられるものです。

○48Yシリンダは何の補修もしなければ約165年間

なお、耐用年数は、何の補修もしないで、容器の規格で決められている最小の板厚になるまでの期間です。シリンダの外側は、点検等で腐食(さび)を確認した場合、補修を行っています。

$$\text{耐用年数} = \frac{T_0 - T_1}{C} = \frac{16.0 - 12.7}{0.02} = 165 \text{ 年}$$

$T_0 = 16.0\text{mm}$: ANSI規格制作段階の板厚(mm)

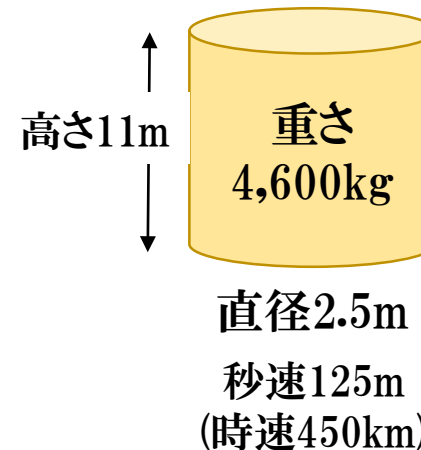
$T_1 = 12.7\text{mm}$: ANSI規格最小板厚(mm)

$C = 0.02\text{mm/年}$: 腐食速度(mm/年) 文献値*

*ユニオンカーバイド社KY-498レポート等のデータを割り増した数値

衝撃に対する強さは？

シリンダに4,600kgの円筒を秒速125mでぶつけても、塑性変形はしますが開口部はできません(コンピュータでの計算結果)。



中型バスの写真

○30人乗程度の中型バスの重量約5,000kg

○小型飛行機の重量約1,500kg

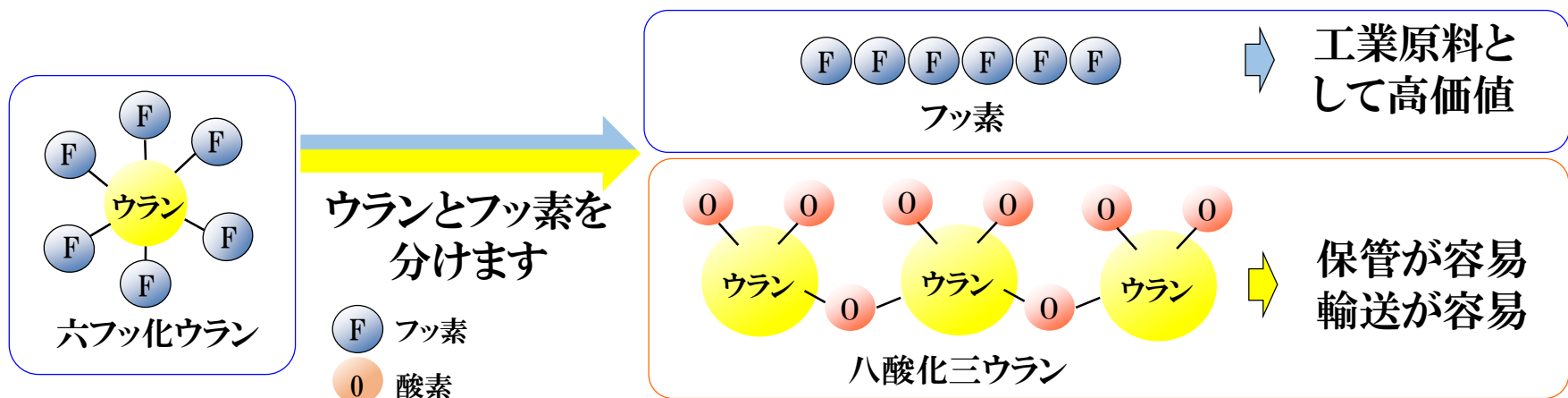


48Yシリンダ
内径約1.2m、長さ約3.8m

塑性変形とは、元に戻らない変形のことを言います。

6. 将来的な研究開発への取り組み

- ✓ 原子力機構では、減損ウランをウラン濃縮の原料として活用することの可能性や、工業材料としての利用の可能性について、引き続き検討することとしています。
- ✓ 減損ウランを利用するまでの保管期間が長期化することが予測される場合「ウランと環境研究プラットフォーム」構想の中で、「ウランの有効利用・長期管理」の研究開発として、酸化物等の化合物へ転換するための研究にも取り組みたいと考えています。
- ✓ なお、「ウランの有効利用・長期管理」の研究開発では、回収されるフッ素を有効利用する方法(規制制度の整備等を含む。)も重要なテーマとなっています。



参考資料1

各国の減損ウラン保管状況

国	事業者	保管量 (トンU)	現状と計画
アメリカ	DOE/USEC	700,000	2013年から20年計画で酸化物(U_3O_8)に転換
フランス	AREVA	150,000	酸化物(U_3O_8)に転換。一部はMOX燃料としてリサイクル
ドイツ・オランダ・イギリス	URENCO	15,000	六フッ化ウランで貯蔵。経済的に有利なら再濃縮。将来的には酸化物(U_3O_8)で貯蔵
イギリス	NDA	20,000	六フッ化ウランで貯蔵。金属ウランに転換する研究実施
ロシア	Rosatom	545,000	六フッ化ウランで貯蔵。酸化物に転換する研究実施
中国		25,000	六フッ化ウランで貯蔵
日本	JAEA/JNFL	14,000	六フッ化ウランで貯蔵

参考資料2

フッ素利用の歴史と取扱量

- ✓ 日本では、年間約110,000トンのフッ素を取扱っています。そのうち国内生産量は年間約34,000トン、輸入量は年間約75,000トンです。
- ✓ フッ素の歴史は古く、1500年代から、製鉄の融剤として使用されています。約500年の歴史の中で、安全に取り扱う技術も発展してきました。

フッ素樹脂の主な用途

用途分野	用途部位例
電気電子・通信用	絶縁電線(機器配線用)、高周波用同軸ケーブル、LAN ケーブル、光ファイバー、耐熱絶縁電線、同軸ケーブル、携帯電話アンテナリード線、無線ルーター基板(高周波用基板)、携帯電話基地局(高周波用基板)OA 機器部品(トナー定着ローラー(非熱ヒートロール／加圧ロール)、軸受け／紙送りコロ、剥離爪、等)
半導体製造装置	高純度薬品の製造装置、薬品搬送・貯蔵容器、回転成形ボトル、継手、チューブ、ウエハーキャリア、配管材料、ポンプ、フィルター、エッチング槽、等
自動車・建機	ボディ関連部品、トランスミッション、シャーシー、電装品、エンジン部品、シールリング(ピストンリング、ベアリング油圧用、等)、オイルシール、ベアリングパッド、燃料ホース、ブッシュブルケーブル、ドアウィンドウスタビライザー、センサーケーブル等
化学工業	バルブ、ライニング(ポンプ、直管、継手類、塔、槽類)、ホース、ペローズ、ガスケット、ラヒシリング、熱交換器、等
その他	建築用(アーケード、スライディングパッド、等)、機械・産業用(食品製造用ベルトコンベアーベルトコンベア、移送用ホース類(醸造関係)、クッキングシート、フレキシブルホース、等)

太陽光パネルの写真

太陽光パネルにもフッ素が使われています。

フッ素輸送タンクの写真

(資料) EnplaNet.com
経済産業省製造産業局委託調査報告書「フッ素(蛍石)の安定供給確保に向けた課題の調査」(平成25年2月)から引用

専用タンク1基で約17トンのフッ素を運んでいます(代表的な輸送容器)。

参考資料3

保管容器(シリンダ)の規格

	48Yシリンダ
主要法規・規格	ANSI(米国規格協会) N14.1 IAEA放射性物質輸送規則
最大充填量	12,501kgUF ₆
最小容積	4.04m ³
設計圧力	外圧:1.76kgf/cm ² G 内圧:14.06kgf/cm ² G
設計温度	-28.9℃～121.1℃
内径×肉厚×全長	1,219×16×3,810(mm)
胴板・鏡板材質	ASTM A516・ASME SA516
容器重量	2,359kg
主要試験要件	<u>耐圧試験:</u> 2.07MPa[ゲージ]以上での耐圧 <u>落下試験:</u> 5,000kg未満 1.2m 5,000kg以上10,000kg未満 0.9m 10,000kg以上15,000kg未満 0.6m 15,000kg以上 0.3m <u>耐火試験:</u> 800℃ 30分 <u>水没試験:</u> 水中15m 8時間

参考資料4

日常点検と定期検査(1)

原子炉等規制法や保安規定に基づき以下の点検・検査等を実施しています。

巡視・点検：

- ✓ 週1回、ウラン貯蔵庫及びシリンダの巡視・点検を行い、異常が無いことを確認しています。

施設定期自主検査：

- ✓ 当該施設の性能が原子力規制委員会規則で定める技術上の基準に適合しているかどうかについて毎年一回の検査行っています。
- ✓ 施設定期自主検査では、外観検査(有害な傷、変形等がないことの確認)、員数検査(員数を目視により確認)、漏えい検査(バルブ及びプラグ部周辺について、スミヤ法*により漏えいのないことの確認)を実施しています。

施設定期検査：

- ✓ ウラン貯蔵庫が含まれる、加工施設の性能が「加工施設の性能に係る技術基準に関する規則」に適合していることを、毎年一回、原子力規制委員会により確認を受けています。
- ✓ 施設定期検査では、外観検査(シリンダ表面を貯蔵状態のまま確認できる範囲で外観を目視により確認する。)、員数検査(シリンダの員数及びミルシート等の記録を目視により確認する。)、漏えい検査(バルブ及びプラグ部周辺について、スミヤ法により漏えいが無いことを確認する。)を受検しています。

スミヤ法とは：対象物表面の一定面積を、ろ紙などでふき取り、付着した放射性物質の量を測定することによって間接的に遊離性の表面汚染の程度を評価する方法

原子力規制委員会・上齋原原子力規制事務所による保安検査の結果
－ 平成25年10月の保安検査の重要検査項目として講評を受けた直近の例 －

重点検査項目と結果

①保守管理(経年劣化の管理)の実施状況

- ✓ 経年変化に関する技術的な評価としては、定期的な評価実施マニュアルに基づき、六フッ化ウランを取り扱う機器類、配管及びシリンダ等について、代表的な測定箇所を定めて1回／年の頻度で肉厚測定等を行っており、直近の平成24年度の測定においては、減肉が進展する兆候は認められていない。

②六フッ化ウランの漏えいを想定した対策の取組状況

- ✓ 貯蔵設備は、UF₆を充てんした鋼製のシリンダを貯蔵庫において貯蔵する設備である。シリンダの破損等によりUF₆が漏えいした場合には、作業員が防護服を装着し、破損部をガラスクロス材等で補修することとしており、関連するマニュアルにおいて対処方法が定められていること。
- ✓ UF₆の漏えいに対応するための資機材として、タイベックスーツ、空気呼吸器及び養生用シート等を配備しており、これらの資機材については、緊急器材として管理し、定期的に数量等の点検が行われていること。また、所定の場所に配備され、配備場所には品名等が明示されていること。
- ✓ 平成24年11月27日に実施した加工施設の総合的な訓練において、均質設備からのUF₆の漏えいを想定した訓練を実施し、マニュアルに定めた漏えい拡大防止対策が実施可能なことを確認していること。
- ✓ 以上のとおり、当該検査項目に係る保安規定の遵守状況は良好であると判断する。