

平成23年11月25日、原子力安全・保安院から、「東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故を踏まえた核燃料サイクル施設の安全性に関する総合的評価の実施について（指示）」が発出されました。本概要は、株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン（GNF-J）のウラン加工施設に対して、安全性に関する総合的評価を実施し、その評価結果をとりまとめたものです。

1. 総合的評価の目的

総合的評価では、地震、津波等の自然現象やその他何らかの原因により、施設の安全機能が喪失して、「設計上の想定を超える事象」にまで進展すると仮定した場合、評価対象施設がどの程度まで耐えることができるか、施設の特徴に応じて、安全裕度を評価します。さらに「設計上の想定を超える事象」の発生およびさらなる進展を防止するための措置（アクシデントマネジメント）の効果を評価します。これらを通して、施設の安全性に関する潜在的な脆弱性を把握し、安全性向上のプロセスの一環とします。

2. 加工施設の概要

当社加工施設は、濃縮度5%以下のウランを原料として、沸騰水型軽水炉(BWR)で使用される原子燃料の製造を行っており、ウラン粉末の受入れから燃料体の組立、出荷までの工程を有しています。本施設は、神奈川県横須賀市南東部に位置し、敷地は面積約65,000m²、海拔は土盛りにより約3mで、東京湾口にある久里浜港から北西約2.2kmの位置にあります。敷地北東側約80mのところをJR線に沿って平作川が流れています。主要な建物として、第1加工棟、第2加工棟、第2貯蔵棟、廃棄物貯蔵棟第2棟があり、第1加工棟や第2加工棟の床面は、敷地地面より約1m高くし、海拔約4mとなっています。当社加工施設で取り扱うウランからは、主としてガンマ線とアルファ線が放出されますが、アルファ線は紙一枚で止めることができ、ガンマ線の放出量や放出エネルギーは小さいため特別な遮へいを必要としません。

図1 当社製造工程と加工施設

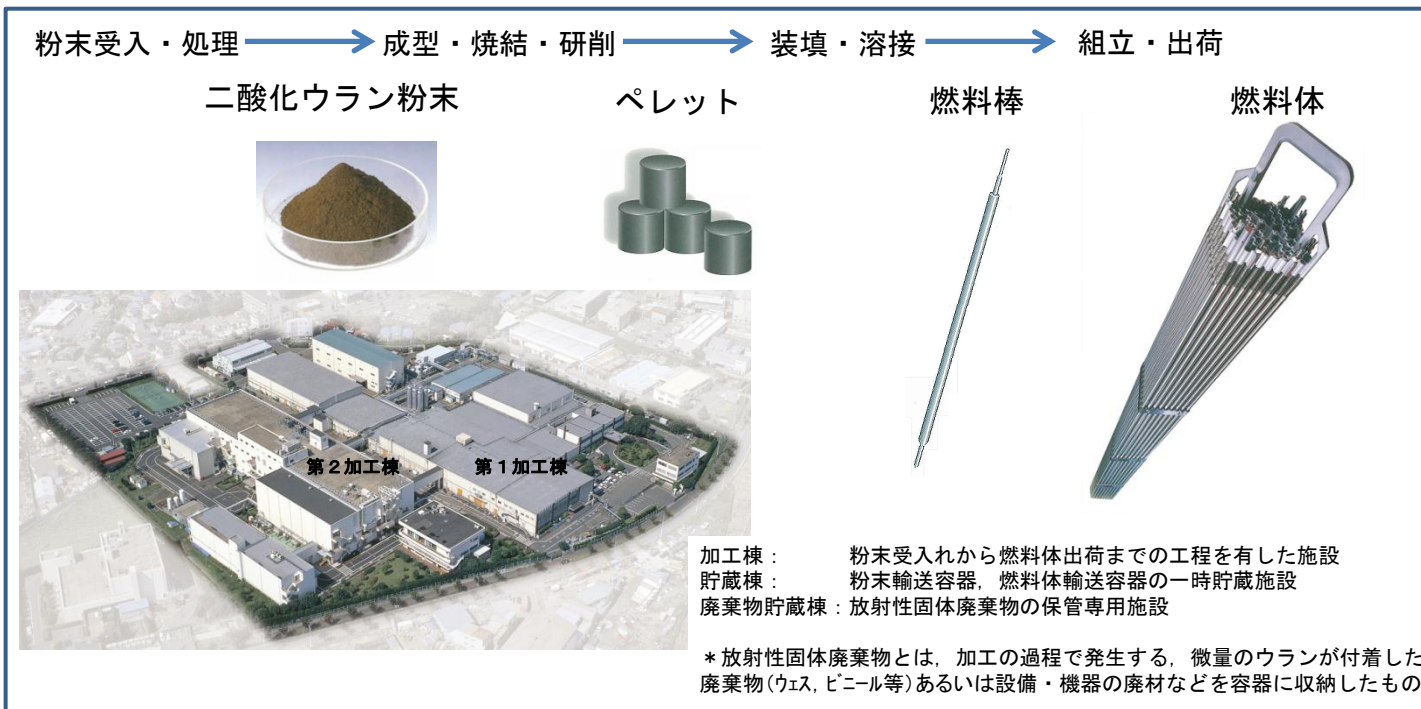


表1 原子力発電所と加工施設の安全性に関する基本事項の比較

項目	原子力発電所	ウラン加工施設
燃料の特徴	燃焼した燃料： 核分裂生成物を内包するため大量の放射能と熱が存在する。	未燃焼の燃料： 核分裂生成物が存在しないため放射能と熱がほとんど存在しない。（内包する放射能は燃焼した燃料の百万分の1程度）
「止める」の観点	運転中は臨界状態で核分裂をしており、停止させるためには、信頼性の高い停止機能を必要とする。	加工施設では核分裂をしていないため、核分裂を停止する機能を必要としない。また、臨界状態にならないように核燃料物質の量や形状を管理している。
「冷やす」の観点	核分裂生成物の崩壊により停止中でも大量の熱が発生するため、原子炉および燃料プールの強制的な冷却機能を必要とする。	核分裂生成物の崩壊による熱が発生しないため、特別な冷却機能を必要としない。このため、電源の継続的な供給を必要としない。
「閉じ込める」の観点	大量に存在する核分裂生成物を閉じ込めるため、高温高圧状態に耐える多重で強固な機能を必要とする。	放射能の量は少なく、常温・常圧状態であるため、原子力発電所のように多重で強固な閉じ込め機能を必要としない。

3. 総合的評価の手法

（1）自然現象等の選定

施設の安全性に影響を及ぼす可能性のある自然現象を検討した結果、地震、津波、地震と津波の重畳、表2中の自然現象によらない事象を選定しました。

表2 施設の安全性に影響を及ぼす可能性のある自然現象等

項目	影響予測
地震	大地震により、施設に損傷が発生する可能性あり。当社地区では最大震度6強から7の地震が想定されている。
津波	大津波により、施設への浸水および施設の損傷が発生する可能性あり。当社地区では加工棟周辺の浸水深さは敷地面から最大0.5m未満と予想されている。
その他の自然災害	平作川がはん濫した場合（洪水）、敷地への浸水深さは0.5~1mと予想されているが、施設への浸水の影響として津波による評価に包含して実施する。なお、その他として、竜巻、台風によって建物が倒壊することなく、落雷、敷地外での火災についても、施設は耐火建築物であるため、延焼することはない。
自然現象によらない事象	全交流電源の喪失、水素滞留防止・供給停止機能喪失を考慮する。
各事象の重畳	地震と津波の重畳を考慮する。

（2）設計上の想定を超える事象および起因事象の選定

施設の特徴に応じて、「設計上の想定を超える事象」と、それに至る起因事象（設備・機器の損傷および安全機能の喪失等）を選定しました。

表3 設計上の想定を超える事象と起因事象の関係

設計上の想定を超える事象	当社施設の特徴	起因事象	設計上の想定を超える事象と起因事象の関係
放射性物質を放出する火災	加工棟、貯蔵棟は耐火建築物である。ウランを取り扱う設備は不燃・難燃性材料で構成している。	・地震による設備・機器の損傷	・地震による設備損傷（電気ショート等）による着火の可能性
水素爆発	屋外水素タンクから水素が供給されている焼結炉等がある。	・地震による設備・機器の損傷 ・全交流電源の喪失 ・水素滞留防止・供給停止機能喪失	・地震による設備損傷および水素滞留防止・供給停止機能喪失による水素漏えいの可能性 ・全交流電源喪失による焼結炉の冷却水ポンプ停止
臨界	取り扱うウランの質量や形状を制限し浸水しても臨界にならないようにしている。	・地震、津波による設備・機器の損傷、施設への浸水	・地震による設備損傷および津波による施設への浸水により、左記の制限を保持できなくなる可能性
放射性物質・放射線の漏えい	取り扱うウランの放射能の量は少ない。建物からの放射性物質の漏えいを防止するため、高性能フィルタを備えた給排気設備を設置している。	・地震、津波による設備・機器の損傷、施設への浸水 ・全交流電源の喪失	・地震による設備損傷および津波による施設への浸水により、ウラン取扱施設の閉じ込め機能が喪失する可能性 ・全交流電源喪失による排気用送風機停止

* 指示文書別添に記載のあった「放射性物質を含む溶液の沸騰」および「TBPの錯体等による爆発」については、再処理事業を行わない当社加工施設では、放射性物質を含む溶液およびTBP（ウラン・プルトニウム抽出溶媒で採用されているリン酸トリブチル）を使用しないことから、想定事象から除外した。

（3）事象の進展の評価

起因事象毎の防護措置を抽出し、その後、事象がどのように進展するかイベントツリーを作成し評価しました。

（4）安全裕度・アクシデントマネジメント評価

想定を超える地震や津波に対して、どの程度の大きさまで、設計上の想定を超える事象に至らないかの安全裕度を評価しました。また、設計上の想定を超える事象の発生およびさらなる進展を防止するためのアクシデントマネジメントの効果を評価しました。

4. 地震による影響

4.1 建物への影響

(1) 評価方法

(財)日本建築防災協会の耐震診断法を使用して評価しました。また、地域で発生する地震を考慮して、神奈川県が東海地震および南関東地震の想定を加味して制定した指標による評価も実施しました。

(2) 評価基準地震力

関東大震災級(震度6強以上)の「極めてまれにしか起こらない大地震」を評価基準地震力に設定しました。また、当社加工施設が立地する横須賀市で想定される南関東地震および三浦半島断層群の地震(評価基準地震力よりも大きな震度6強から震度7)を考慮しました。

(3) 評価結果

地震力を、評価基準地震力から段階的に大きくした場合の耐震裕度を評価しました。地域で発生する地震力は、評価基準地震力の1.3倍から1.6倍程度に相当します。すなわち、評価基準地震力に対して、1.3から1.6の耐震裕度があれば、地域で発生する地震力に耐えられと考えられます。

図2 建物の耐震裕度評価結果

建物	工事区分	用途	評価基準地震力からの倍率	
			1.0	2.0
第1加工棟	第1期	廃棄物貯蔵、分析等	緑	黄
	第2期	ガドリニア入り燃料加工(粉末処理～ペレット検査)、廃棄物貯蔵	緑	黄
第2加工棟	本体	燃料加工(粉末処理～燃料体組立)	緑	黄
	増設部	燃料体貯蔵、輸送容器貯蔵	緑	黄
廃棄物貯蔵棟第2棟		廃棄物貯蔵	緑	黄
第2貯蔵棟		輸送容器貯蔵	緑	黄
各棟に接続している搬送路		粉末・ペレット・燃料棒搬送	緑	黄

■ 無被害～小中程度被害
■ 中程度～大程度被害
■ 全体または一部倒壊

主要な加工棟である第1加工棟第2期分と第2加工棟は、それぞれ1.91、2.15の耐震裕度を有しているため、地域で発生する地震力に相当すると考えられる評価基準地震力の最大1.6倍の大地震に対しても健全であり、閉じ込め機能は維持されることを確認しました。また、第1加工棟第1期分と搬送路については、中程度から大程度の被害が発生すると予想されますが、倒壊には至らないことを確認しました。

4.2 設備・機器への影響

(1) 評価方法

「ウラン加工施設安全審査指針」の二次設計方法を使用して、設備・機器への耐震裕度を評価しました。

(2) 評価基準地震力

上記評価方法は、建物の評価に使用する評価基準地震力の1.3倍の地震力での評価に相当するものです。

(3) 評価結果

主要な設備・機器は、評価基準地震力に対して1.6以上の耐震裕度があることを確認しました。また、評価基準地震力の1.6倍の地震力で、損傷の可能性がある設備は第1酸化ウラン取扱室のトラバーサ(搬送機器)等少数であり、一部のウランは床に落下しますが、主要な設備は健全であることを確認しました。

5. 津波による影響

(1) 評価方法

神奈川県津波浸水予測図(平成24年3月公表)における慶長型地震による津波(久里浜港の最大津波高さ6.56m)を想定津波とした場合、当社敷地の浸水深さは0.5m未満と想定されます。また、津波高さが想定津波高さより1.0m高くなり、浸水深さが1.5mとなった場合の建物・設備への浸水の影響を評価しました。

(2) 評価結果

浸水深さ0.5m:

第1・第2加工棟等への床上浸水なし
廃棄物貯蔵棟第2棟へは、0.4mの浸水あり

浸水深さ1.5m:

第1・第2加工棟等への床上0.5mの浸水あり
廃棄物貯蔵棟第2棟へは、1.4mの浸水あり
この場合でも建物の外壁と外扉は、浸水に対して健全であり、ウラン取扱設備に損傷はないことを確認しました。

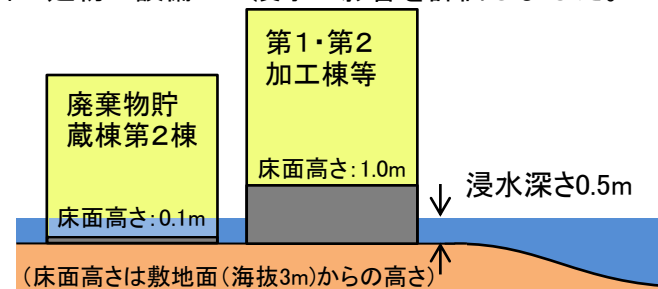


図3 当社加工施設における浸水深さの想定

6. 設計上の想定を超える事象の評価結果と安全裕度

表4 設計上の想定を超える事象の評価結果と安全裕度

設計上の想定を超える事象	評価結果	安全裕度		
		地震	津波	重畳
放射性物質を放出する火災	地震による電気ショートが着火源として想定されますが、不燃・難燃性材料の使用や可燃物管理の徹底等の措置により、放射性物質を放出する火災は発生しません。	評価基準地震力の1.6倍の大地震が発生しても、左記の事象に至りません。 (評価基準地震力に対する耐震裕度は、1.91(第1加工棟第2期分)、2.15(第2加工棟)、1.6以上(主要な設備・機器)であることを確認しました。)	想定津波高さより1m高い津波が発生しても、左記の事象に至りません。	評価基準地震力の1.6倍の大地震と、想定津波高さより1m高い津波が重畳して発生しても、左記の事象に至りません。
水素爆発	地震等により、排気設備による水素滞留防止機能と水素元バルブの自動閉止装置による水素供給停止機能が喪失したとしても、これ以外の安全機能である水素/窒素ガスの置換および水素元バルブの手動閉止操作を実施できるため、水素爆発は発生しません。			
臨界	地震によって、一部のウランが床に落下し、津波によって、施設内への浸水が発生することが想定されますが、臨界の3条件(質量、形状、水)が揃うことはないため、臨界は発生しません。			
放射性物質・放射線の漏えい	地震によって、ウランを収納した粉末缶等が床に落下することが想定されますが、粉末缶が開口しない場合には、津波による浸水があったとしてもウランの漏えいはありません。また、開口する場合などでウラン粉末が飛散する可能性がある場合には、固着剤を塗布することによりウランの漏えい拡大を防止します。(7.1アクシデントマネジメントに詳細を記載します。)			

7. 防護措置強化策

7.1 アクシデントマネジメント

設計上の想定を超える事象の発生を防止するために以下のアクシデントマネジメントを実施しました。

・ウランの漏えい拡大防止策

地震により設備が損傷し建物の床に落下したウランが、津波の浸水によって建物から漏えいすることを確実に防止するために、想定される設備の近くに固着剤を配備しておき、津波到着までの時間的余裕のない状況でも、落下したウラン粉末またはペレットに固着剤を塗布することにより、短時間に床に固着させます。

7.2 安全向上策

さらなる安全性の向上を目的とし、表5に示す(1)および(2)の安全向上策を実施し、また、(3)から(7)の継続的安全向上策を今後実施します。

表5 安全向上策

項目	内容	実施時期
(1) 大地震時の水供給の遮断	臨界のリスクポテンシャル低減のため、施設に供給する水の自動遮断装置を設置	実施済
(2) ウランの落下・飛散防止策	ウラン収納容器の落下や流出防止のため、ストッパや浮き上がり防止治具を設置	実施済
(3) 水素元バルブの自動閉止機能	故障等により作動しない場合に備え、水素元バルブの自動閉止機能を2重化	半年以内
(4) 大地震時の通常電源供給の遮断	火災の発生を抑制するため、施設に供給する電源の自動遮断装置を設置	1年以内
(5) 設備損傷防止策	地震時の転倒防止のため、設置時期の古い設備の補強実施	1年以内
(6) 第1加工棟第1期分の柱の補強	地震時の損壊防止のため、第1加工棟第1期分フィルタ室の柱の補強工事実施	1年以内
(7) 地震・津波時の対応手順再整備	地震・津波時の対応手順の内容を充実し、必要な防災資機材を再整備	半年以内

8. 評価結果のまとめ

株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパンのウラン加工施設において、当地で想定される規模の地震・津波、その他の自然現象等が発生した場合、施設が「設計上の想定を超える事象」に対して、どの程度まで耐えられるかを評価し、放射性物質を放出する火災、水素爆発、臨界および放射性物質・放射線の漏えいを防止できる安全裕度を有していることを確認しました。今後、さらなる施設の安全性向上に向け、総合的評価の結果により立案した継続的安全向上策を着実に実施していくとともに、新たな知見に対しても的確に対応することで安全確保に万全を期してまいります。