

GNF-J ウラン加工施設の安全性に関する
総合的評価の結果について（報告）

平成 24 年 4 月

株式会社 グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン

目 次

1. はじめに	1
2. 加工施設の概要	2
2. 1 加工施設の立地環境と事業許可	2
2. 2 加工施設の配置	4
2. 3 加工工程の概要	5
2. 4 加工施設の安全設計	7
3. 総合的評価の手法	9
3. 1 評価項目	9
3. 2 想定事象	13
3. 3 評価対象の選定と評価区分	14
3. 4 評価の進め方	16
3. 5 品質保証活動	18
4. 評価結果	19
4. 1 地震	19
4. 2 津波	27
4. 3 地震と津波の重畳	29
4. 4 自然現象によらない事象	31
5. 防護措置強化策	34
5. 1 安全裕度評価結果のまとめ	34
5. 2 アクシデントマネジメント	35
5. 3 安全向上策	36
6. まとめ	39

添付資料一覧

1. はじめに

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）」（平成 23・11・24 原院第 4 号）（以下、指示文書という）が発出され、ウラン加工施設について、指示文書別添「核燃料サイクル施設の安全性に関する総合的評価の評価手法及び実施計画」（以下、指示文書別添という）に基づき、安全性に関する総合的評価を実施するよう指示された。

本報告書は、上記指示文書に基づき、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）のウラン加工施設の安全性に関する総合的評価の結果を報告するものである。

2. 加工施設の概要

2. 1 加工施設の立地環境と事業許可

(1) 加工施設の立地環境

当社加工施設は、神奈川県横須賀市内川二丁目 3 番 1 号に面積約 39,000m²の敷地があり、形状は東西約 300m、南北約 150m の台形である。敷地は海拔約 3m で、東京湾口にある久里浜港から北西約 2.2km の位置にある。JR 横須賀線が敷地の北東側約 20m、私鉄京浜急行線が北東側約 300m を通っている。最寄り駅として、JR 久里浜駅が南東約 700m、京急久里浜駅が南東約 1,000m にある。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おり久里浜港にそそいでいる。(図 2. 1 参照)

また、平作川に沿って国道 134 号線がある。敷地に至る道路は東側に幅約 7m のものがあり、西側に幅約 4m および幅約 20m のものがある。敷地北側は、隣接して工場団地、東側は道路、JR 線、平作川および国道をはさんで工場団地、西側は道路をはさんで住宅に面している。

さらに上記の敷地の南側に接して、神奈川県横須賀市内川二丁目 4 番 44 号に面積約 26,000 m²の敷地があり、形状は東西約 300m、南北約 150m の台形である。敷地は海拔約 3m、周辺の概況は前記の敷地とほぼ同様である。敷地に至る道路は、敷地東側に幅約 7m の道路があり、南側は隣接して国有地、西側は工場等に接している。

敷地内の主要な加工施設の建物として、第 1 加工棟、第 2 加工棟、廃棄物貯蔵棟第 2 棟および第 2 貯蔵棟があり、付属建物として、動力棟等がある。

敷地の北側に第 1 加工棟があり、これと平行して南側約 30m 離れた位置に第 2 加工棟がある。この 2 つの建物の間は 3 つの搬送路によって結ばれている。なお、第 1 加工棟と第 2 加工棟との間に、横須賀市所有の暗渠化された雨水用排水路がある。

第 1 加工棟および第 2 加工棟の床面は、敷地地面より約 1m 高くし、海拔約 4m としている。

(2) 加工施設の事業許可

当社加工施設が処理する核燃料物質の種類および最大処理能力を表 2. 1. 1 に、事業許可の経緯を表 2. 1. 2 に示す。

表 2. 1. 1 加工施設が処理する核燃料物質の種類および最大処理能力

施 設	核燃料物質の種類	現在の最大処理能力
第 1 加工棟	・ 劣化ウラン	130 ton-U／年
第 2 加工棟	・ 天然ウラン	620 ton-U／年 ^(注 1)
合 計	・ 低濃縮ウラン（濃縮度 5% 以下）	750 ton-U／年

(注 1) 再生ウランおよび再生濃縮ウランの処理量として、25 ton-U／年を含む。

(再生ウランは、再処理により得られたウラン)

(再生濃縮ウランは、再生ウランを濃縮度 5% 以下に再濃縮したウラン)

表 2. 1. 2 加工施設の事業許可の経緯

事業許可の日付と番号	事業許可の内容等
昭和 43 年 8 月 30 日 (43 原 4501 号)	最大処理能力として 140 ton-U／年の加工事業許可を受ける（敷地造成工事後、昭和 44 年 8 月に工場建物の基礎掘削工事を経て、建物の建設工事を開始し、昭和 45 年 9 月に全ての工事を完了）
昭和 47 年 1 月 18 日 (46 原 9437 号)	処理能力の変更に伴う加工事業の変更許可を受け、第 1 加工棟の増設工事を行い、最大処理能力を 490 ton-U／年に変更
昭和 57 年 10 月 6 日 (56 安（核規）第 258 号)	加工事業の変更の許可を受け、第 2 加工棟の新設工事を行い、最大処理能力を 750 ton-U／年に変更
平成 6 年 10 月 6 日 (6 安（核規）第 574 号)	第 2 加工棟の一部増設
平成 21 年 3 月 18 日 (平成 20・04・18 原第 21 号)	最大貯蔵能力変更等の許可を受け、現在の加工事業を行っている

2. 2 加工施設の配置

加工施設の主要な建物（図 2. 1 参照）として、第 1 加工棟、第 2 加工棟、廃棄物貯蔵棟第 2 棟および第 2 貯蔵棟があり、付属建物として、動力棟等がある。主要な建物の構造と建設年を表 2. 2 に示す。

表 2. 2 主要な建物の構造と建設年

建物	工事区分	構造	階数	建設年
第 1 加工棟	第 1 期	鉄筋コンクリート造	2 階建	昭和 45 年
	第 2 期	鉄骨鉄筋コンクリート造	2 階建	昭和 49 年
第 2 加工棟	本体	鉄骨鉄筋コンクリート造	3 階建	昭和 59 年
	増設部	鉄骨鉄筋コンクリート造	3 階建	平成 8 年
廃棄物貯蔵棟第 2 棟		鉄筋コンクリート造	3 階建	昭和 59 年
第 2 貯蔵棟		鉄骨鉄筋コンクリート造	3 階建	平成 4 年
A 搬送路		鉄骨造	1 階建	昭和 59 年
B 搬送路		鉄骨造	1 階建	昭和 59 年
C 搬送路		鉄骨造	1 階建	昭和 59 年
D 搬送路		鉄骨造	1 階建	平成 4 年

第 1 加工棟、第 2 加工棟、廃棄物貯蔵棟第 2 棟および第 2 貯蔵棟は、耐火建築物であり、動力棟は、準耐火建築物である。核燃料を取り扱う全ての建物は、主として不燃性材料および難燃性材料で構成されている。また、上記の建物には屋根防水および防水性のある外壁仕上げを施してある。

加工施設の部屋内で、非密封の核燃料物質を取り扱う区域を第 1 種管理区域とし、密封された核燃料物質を取り扱う区域を第 2 種管理区域として管理している。

2. 3 加工工程の概要

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（図 2. 3 および添付 2. 3 参照）を有している。



図 2. 3 加工工程の概要

当社加工施設は再転換工程を有していないため、原料となる二酸化ウラン粉末は社外から購入する。原料として入荷した二酸化ウラン粉末を用い、これを一定の形状に加圧成型する。次に、この成型体を還元雰囲気中で熱処理する。この熱処理を「焼結」と呼ぶ。焼結によって二酸化ウランは高密度になり、同時に機械的強度を増し化学的にも安定なものとなる。この高密度焼結体を「ペレット」と呼ぶ。ペレットは一定の寸法とするために研削設備により研削仕上げを行う。

一方、被覆管の一端に端栓を溶接し、これに前述のペレットを装填してから不活性ガス雰囲気中で他端の端栓溶接を行って燃料棒とする。燃料棒は互に一定の配列を保つように固定して燃料体を作り、荷造りして出荷する。

ペレット、燃料棒および燃料体の製造工程中には種々の検査を行う。また、発生した不良品は、前工程に戻して適切な処理を行う。

加工施設には、各工程で発生する酸化ウランスクラップ等を乾式によって回収する施設も含まれる。なお、湿式によって回収する施設も存在するが、現在は使用しない施設となっている。

建物毎の主要な工程を次に示す。

(1) 第2加工棟

現在の主力建物であり、粉末の受入れから燃料体出荷までの工程が設置されている。

- ① 粉末受入れ→粉末処理：1階，2階，3階
- ② 成型→焼結→研削→ペレット検査→装填→第2端栓溶接：1階
- ③ 燃料棒検査→ヘリウム漏えい検査→燃料体組立→燃料体検査→荷造・出荷：1階
- ④ 燃料体輸送容器の出荷前の貯蔵：地下1階および3階
- ⑤ 乾式回収：1階および2階

(2) 第1加工棟

現在は、ガドリニア入り燃料の工程（以下、「ガドリ工程」という）が主であり、これ以外に分析室、廃棄物の貯蔵場等が設置されている。

- ① ガドリ工程の粉末処理：2階
- ② ガドリ工程の成型→焼結→研削→ペレット検査：1階
- ③ 燃料体輸送容器の出荷前の貯蔵：1階
- ④ ガドリ工程の乾式回収：1階
- ⑤ ウラン等の分析および全長X線燃料棒検査：1階
- ⑥ 放射性廃棄物の減容と保管廃棄：1階

(3) 廃棄物貯蔵棟第2棟

放射性固体廃棄物の保管廃棄専用の施設が設置されている。

(4) 第2貯蔵棟

粉末輸送容器の受入れおよび第2加工棟への払出までの貯蔵ならびに燃料体輸送容

器の出荷までの貯蔵の施設が設置されている（1階および2階）。

（5）動力棟

電気・ガス・水道に関する監視盤，無停電電源装置等が設置されている。

2. 4 加工施設の安全設計

当社加工施設は，以下に示す基本的方針のもとに安全設計を行い，「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」および他の関連法規の要求を満足するとともに，「ウラン加工施設安全審査指針」に適合する構造としている。

- ① 平常運転時，本施設周辺の一般公衆，放射線業務従事者等に対し，原子炉等規制法に基づき定められている線量限度を超える放射線被ばくを与えないようにする。
- ② 本施設は，設計，製作，建設，試験，検査等を通じて信頼性の高いものとする。安全上重要な施設については，万一の故障，誤操作等によっても，警報および安全側に作動するインターロック機構等を設けることにより，一般公衆に対し放射線障害を及ぼすことのない設計とする。

また，加工施設の主要な設備および機器は，誤操作あるいは故障による事故の発生を防止するための安全設計を行っており，その運転にあたっては，保安規定を定め，保安管理組織の下に放射線業務従事者に必要な教育および訓練を行って，事故の発生を防止するとともに，万一の事故に対処できるようにしている。したがって，加工施設の操作上の過失，機器または装置の故障，浸水，地震，火災等による事故発生の可能性は極めて小さく，万一，事故が発生したとしても，被害は局所的なものに限られると考えられる。

機器・構築物の設計にあたっては，目安としての法定耐用年数を考慮しつつ，設計時点で機器・構築物の経年劣化を盛り込み，特定の設計寿命は設定しない。目安としての耐用年数が経過しても，補修，取替および改造等，適切な保全活動を実施していくことで，健全な状態に維持管理している。

安全性に関する基本事項を原子力発電所とウラン加工施設とで比較した結果を，表2. 4に示す。

表 2. 4 安全性に関する基本的事項の比較

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、高温高压状 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。

安全機能が損なわれた場合に発生する可能性のある事象は、ウラン加工施設におい
ては限定的であることが、原子力発電所と異なる基本的な特徴である。

3. 総合的評価の手法

3. 1 評価項目

(1) 考慮した事象

安全性に関する評価項目として考慮する事象として、自然現象および自然現象によらない原因により、施設の安全性に影響を及ぼす可能性がある下記の事象を検討した。

- ① 地震
- ② 津波
- ③ その他の自然災害（洪水、竜巻、台風、落雷等、敷地外火災）
- ④ 自然現象によらない事象
- ⑤ 各事象の重畳

(2) 評価項目とした事象

下記の調査結果に基づき、安全性に関する総合的評価を実施する項目は、地震、津波、地震と津波の重畳および自然現象によらない事象を選定した。

① 地震

想定を超える地震は、施設の安全性に影響を及ぼす可能性があることから、地震を評価項目として選定した。

建築基準法の二次設計（保有水平耐力計算）や耐震診断は、新耐震設計で想定する地震力（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）に対しても、重大な損傷がなく倒壊しないことを確認することを目的としている。安全裕度を評価する観点から、この新耐震設計で想定する地震力を評価基準地震力とし、地震力を 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした場合の影響を評価した。

神奈川県地震被害想定調査委員会が平成 21 年 3 月に報告した「神奈川県地震被害想定調査報告書」から引用した当社加工施設が受ける可能性のある大地震の震度分布図を添付 3. 1 - 1 に示す。調査では、地震発生の切迫性が高いとされている地震、危機管理的視点から対応を検討しておく必要性が高い地震、切迫性は高くないが発生すれば甚大な被害が県全域に及ぶ可能性があり長期的なまちづくりによる対応が求められる地震の観点から 8 つ（津波では 9 つ）の地震を想定している。調査の結果から、当社加工施設が存在する区域は、南関東地震および三浦半島断層群の地震発生時に、最大で震度 6 強から震度 7 の揺れが想定され、評価基準地震力よりも 1.3 倍～1.6 倍程度大きな地震が発生する可能性がある。

なお、地震時の液状化想定図（添付 3. 1 - 2 参照）から、当社加工施設が存在する区域は、「液状化の危険度は低い」区域と判断できるため、液状化の影響は想定しないこととした。

② 津波

神奈川県では、平成 18 年度・19 年度に津波浸水予測図を公表しているが、今後の県の津波対策を検討するため、「神奈川県津波対策推進会議」の下に、新たに学識者、国、県等による「津波浸水想定検討部会」を設置し、技術的見地から現在想定している津波の規模、浸水範囲等について再検証を行い、新たな津波浸水予測図を平成 24 年 3 月 30 日に公表した。この津波浸水予測図では、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす「最大クラスの津波」といえる「慶長型地震」、「明応型地震」、「元禄型関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震」も想定して作成された。神奈川県津波浸水予測図（添付 3. 1－3 参照）に基づくと、当社加工施設付近は、慶長型地震（久里浜港の最大津波高さは 6.56m）および三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震（久里浜港の最大津波高さは 4.77m）において、0.5m 未満の浸水が想定される。津波の到達時間（海岸の沿岸部において最大水位が発生する時間）は、慶長型地震で 61 分、三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震で 4 分と想定され、平作川への遡上時間（約 7 分）を加えても時間的な余裕は小さい。

なお、平成 24 年 3 月 31 日に発表された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の報告における横須賀市での最大津波高さは 5.2m であり、当社加工施設への影響は慶長型地震より小さいと考えられる。

したがって、慶長型地震で久里浜港の最大津波高さが 6.56m となる「最大クラスの津波」を想定津波とし、津波到達時間を約 10 分と短くして評価するものとした。

想定津波が発生した場合、当社加工施設の敷地は 0.5m 未満の浸水が想定されるが、第 1 加工棟および第 2 加工棟等の主要加工施設の床面は、敷地地面より約 1m 高くしていることから、主要加工施設への浸水は生じないと考えられる。

なお、当社加工施設付近では、過去 25 年間で約 0.5m の地盤沈下が観測されているが、建物の基礎は堅い頑丈な支持層に杭打ちされているため、建物は沈下していない。

想定津波が発生しても、主要加工施設が浸水することはないと考えられるが、加工施設が浸水した場合の安全裕度を評価する観点から、津波高さが想定津波高さより高くなることも仮定して、次の 2 ケースについて、津波の影響を評価した。

- ・津波高さが想定津波高さであり、敷地における浸水深さが約 0.5m となり、補助施設（廃棄物貯蔵棟第 2 棟（敷地地面から床面まで約 0.1m）等）は浸水するが、主要な加工施設は浸水しないケース
- ・津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり、敷地における浸水深さが約 1.5m となり、主要な加工施設および補助施設が浸水するケース

なお、当社加工施設は久里浜港から約 2.2km 離れているため、当社加工施設の敷地における浸水深さの増加量は、久里浜港での津波高さの増加量よりも小さくなるとは考えられるが、保守的に同じ増加量になるとして評価した。

③ その他の自然現象（洪水、竜巻、台風、落雷等、敷地外火災）

a. 洪水

横浜地方気象台でこれまでに記録された最高雨量は、昭和 33 年 9 月 26 日～27 日の狩野川台風による 287mm（理科年表平成 24 年による）であり、このとき平作川沿川の久里浜、衣笠地区の一部低地帯が浸水した。第 1 加工棟の敷地を土盛りした昭和 38 年以降には、昭和 41 年 6 月 28 日に台風 4 号のために 226.5mm の雨量を記録したが、当社加工施設の敷地となった地域の浸水はなかった。昭和 45 年に当社加工施設が操業して以来、昭和 49 年 7 月 8 日（降雨量 238mm）および昭和 50 年 7 月 4 日（降雨量 214.5mm）の 2 回にわたって平作川がはん濫したが、いずれも土盛りをしてあった当社加工施設の敷地の浸水はなかった。

神奈川県が平成 20 年 6 月 3 日時点のデータから作成した「平作川水系浸水想定区域図」（添付 3. 1－4 参照）より、平作川がはん濫した場合、当社加工施設の北東側地域は 0.5～1.0m 未満の浸水が想定され、また、南西側地域は 0.5m 未満の浸水が想定される。第 1 加工棟および第 2 加工棟等の主要加工施設の床面は、敷地地面より 1m 高くしていることから、主要加工施設への浸水は生じないと考えられる。

想定を超える洪水による浸水を仮定しても、想定を超える津波による浸水の評価に包含されるので、洪水を個別の評価項目とはしていない。

b. 竜巻

竜巻の発生履歴の調査（気象庁「竜巻等の突風データベース」）により、三浦半島においては、建物等に重大な被害を及ぼす F3 レベル（竜巻の強さを示す藤田スケールであり F3 レベルは風速 70～92m/秒）以上の竜巻の発生記録はなく、今後も F3 レベル以上の竜巻が発生する可能性はないと考えられる。また、当社加工施設の主要な建物は、建築基準法により風速 60m/秒の風圧に耐えるように設計してあるので、F2 レベル（風速 50～69m/秒）の竜巻による建物の倒壊等は発生しないと考えられる。竜巻による建物の倒壊等を想定した評価は、地震による建物の倒壊等の評価に包含されるので、竜巻を個別の評価項目とはしていない。

c. 台風

横浜地方気象台により観測された台風による最大風速は、昭和 13 年 9 月 1 日の 37.4m/秒（理科年表平成 24 年による）である。今後も同程度およびこれを多少上回るものが襲来する可能性はあるが、当社加工施設の主要な建物は、建築基準法により風速 60m/秒の風圧に耐えるように設計してあるので、台風による建物の倒壊等は発生しないと考えられる。

台風による建物の倒壊等を想定した評価は、地震による建物の倒壊等の評価に包含され、また、台風の大雨による浸水を想定した評価は、津波による浸水の評価に包含されるので、台風を個別の評価項目とはしていない。

d. 落雷等

落雷による電源喪失を想定した評価は、全交流電源喪失事象の評価に包含され、また、落雷による火災を想定した評価は、火災を想定事象とした評価に包含されるので、落雷を個別の評価項目とはしていない。

また、豪雪、高潮、地すべりおよび陥没については、過去これらに基づく大きな災害が発生したとする記録はないので、個別の評価項目とはしていない。

e. 敷地外火災

当社加工施設の周辺で火災発生可能性がある危険物を取り扱う施設としては、液化石油ガス（一般名はプロパンガス：以下 LP ガスという）取扱施設およびガソリンスタンドがあげられる。ウォークダウン（現場踏査）等の調査結果（添付 3. 1ー5 参照）によると、当社加工施設から南東側約 200m の位置と北西側約 400m の位置との 2 か所に LP ガス取扱施設が存在し、当社加工施設から直線距離約 500m 以内の位置にガソリンスタンドが 2 か所存在する。

阪神・淡路大震災を踏まえ、高圧ガス保安協会は LP ガス販売事業者および一般消費者等が取るべき地震対策マニュアルを作成し、神奈川県エルピーガス協会も販売事業者の地震災害対策マニュアルを作成して、販売事業者内における安全対策に努めている。また、横須賀市の「横須賀市地域防災計画－震災対策計画編」において、地震防災対策を考慮した構造および設備とする指導、自主保安管理体制強化および消防計画・防災計画の作成の指導等の災害予防対策が定められている。さらに、過去の大地震時において、LP ガス取扱施設、LP ガス充てん所等の供給設備やガソリンスタンドの被害は軽微に留まっていたと報告されている。

以上の状況から、想定地震発生時においても、上記 LP ガス取扱施設およびガソリンスタンドでの二次災害発生の可能性は低く、また、二次災害が発生しても、当社加工施設境界と各建物の距離は最小でも約 200m であるため、当社加工施設への影響はないものと予想される。また、地域状況から、大規模な火炎流の発生の可能性はないと判断される。

放射性物質を放出する火災（施設内での着火）を想定事象として選定しているので、敷地外火災を個別の評価項目とはしていない。

④ 自然現象によらない事象

当社加工施設の特性から、自然現象によらない事象のうち安全機能の喪失として、全交流電源喪失と水素滞留防止・供給停止機能喪失を評価項目とした。なお、指示文書別添にある崩壊熱除去機能喪失については、当加工施設で取り扱う核燃料物質が未燃焼の燃料であることから除外した。

自然現象によらない事象としては、操作上の過失や設備・機器の故障等による事象があるが、これらが単独で発生した場合の事象は、前述した自然現象を考慮した場合

に複数の建物や設備で発生する事象より施設の安全性に与える影響は小さいと考えられることから、単独での評価項目とはしないこととした。

また、施設内からの漏水等による加工施設の浸水事象は津波時の評価に含有されるので、単独での評価項目とはしないこととした。

⑤ 各事象の重畳

評価項目として選定した地震および津波については、重畳事象を評価項目として選定した。そのため、津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり、敷地における浸水深さが約 1.5m となって加工施設が浸水する状態において、想定地震力を 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした場合の影響を評価した。

なお、洪水、台風、施設内からの漏水等による加工施設の浸水事象と地震の重畳事象を想定した評価は、地震と津波の重畳事象を想定事象とした評価に包含されることになる。また、全交流電源喪失とその他の評価項目との重畳は、地震、津波および地震と津波の重畳の評価において、全交流電源が喪失している条件で評価を行うものとした。

3. 2 想定事象

設計上の想定を超える事象（以下、「想定事象」という）として、指示文書別添に基づき、当社加工施設の特徴に応じた事象が進展することにより、下記の事象に至ることを仮定した。

- ・放射性物質を放出する火災
- ・水素爆発
- ・臨界
- ・放射性物質・放射線の漏えい
- ・これらの事象の同時発生、あるいは一つの事象の複数箇所での発生

臨界状態にない未燃焼ウランから発生する外部放射線は微弱であるため、放射性物質・放射線の漏えいに関する評価は、放射性物質の漏えいとして評価する。ただし、当社加工施設で取り扱う放射線源から放射線が漏えいする可能性については評価する。

なお、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. 3 評価対象の選定と評価区分

(1) 評価対象の選定

評価対象となる設備・機器および建物については、ウラン加工施設安全審査指針における安全上重要な施設（添付3. 3-1 参照）の選定対象に従い、想定事象の発生に影響する設備・機器およびこれが設置されている建物とした。

また、放射性固体廃棄物については、集合して保管されていることから、放射性物質を漏えいする恐れのあるものとして評価対象に選定した。

なお、各工程で発生する酸化ウランスクラップ等を湿式によって回収する施設も存在するが、現在使用しておらず、将来も使用することはない施設であるため、湿式回収施設（酸化還元炉を含む）は評価対象外とした。

(2) 評価区分

選定した想定事象毎に設備・機器の特性を考慮し、次の3つの評価区分に評価対象を分類して評価した。

- ① 起因事象が発生しないか、または防護措置が機能しなくとも想定事象に至らない設備・機器は、評価不要とする。
- ② 起因事象に伴う事象の進展と防護措置が部屋単位等で共通である設備・機器は、共通評価とする。
- ③ 起因事象に伴う事象の進展と防護措置が機器単位で個別である設備・機器は、個別評価とする。

想定事象毎の評価区分の考え方は、次のとおりである。

a. 放射性物質を放出する火災

火災を想定事象とした場合の起因事象は、地震や浸水により発生する可能性がある電気ショート等の着火源である。本起因事象は、評価対象の設備・機器および建物の全てに対して発生するものとし、また、火災に対する防護措置（可燃物管理等）も共通であるため、共通評価を実施する。なお、燃料棒および燃料体については、火災が発生しても外部への放射性物質の漏えいは考えられないため、評価対象外とする。

b. 水素爆発

水素を使用する設備は限定されているため、当該設備に特定の評価をすることとし、個別評価とする。

c. 臨界

当社加工施設で取り扱う濃縮度5%以下のウランが臨界に至る可能性は、以下の臨界3条件が、全て同時に成立した場合である。

- ・ウラン質量：ウランが臨界に至る最小臨界質量以上存在する。

- ・形状 : ウランが臨界に達しうる形状に集積する。
- ・水 : 減速材として水が存在する。

臨界の評価は、ウランを取り扱う独立した設備、あるいは独立した部屋毎に上記の臨界 3 条件（ウラン質量・形状・水）が満たされる事象の発生を順次判断することによって実施する。ここで、設備内に保持されているウランについては設備単位で判断し、地震等の原因で設備内保持状態から逸脱して床上に落下したウランについては部屋単位で判断する。

なお、当社加工施設内でウランを取り扱う全ての設備では、通常状態において、いかなる密度の水が存在しても臨界にならないように、保持されるウランの集積状態を管理している。言い換えれば、浸水を仮定しても未臨界であることが設計条件となっている。したがって、評価項目となる自然現象が発生して、臨界に至る可能性がある起因事象は、ウラン取扱設備が損傷する場合（ウラン保持機能が喪失し、床上への落下等により設計で考慮していない場所へウランが移動・集積する場合を含む）に限定される。そこで、設備の損傷の程度、これに伴うウラン落下量、集積状態および浸水の状態により事象の進展が同一になるものは、共通評価として実施する。機器固有の状態の評価が特別に必要なものは、個別評価とする。

d. 放射性物質・放射線の漏えい

ウランの性状、取扱量および設備・機器と建物の損傷状態により事象の進展が同一になるものは、共通評価として実施する。なお、燃料棒および燃料体のみを取り扱う設備については、設備の損傷が発生し、燃料棒の密封境界が損なわれたとしても、漏えい量はわずかであるため、対象外とする。

評価対象として選定した設備・機器を建物の部屋単位で評価区分に整理した一覧を添付 3. 3-2 に示す。

3. 4 評価の進め方

評価項目および想定事象毎の評価は、図3. 4の評価フローに従って実施した。

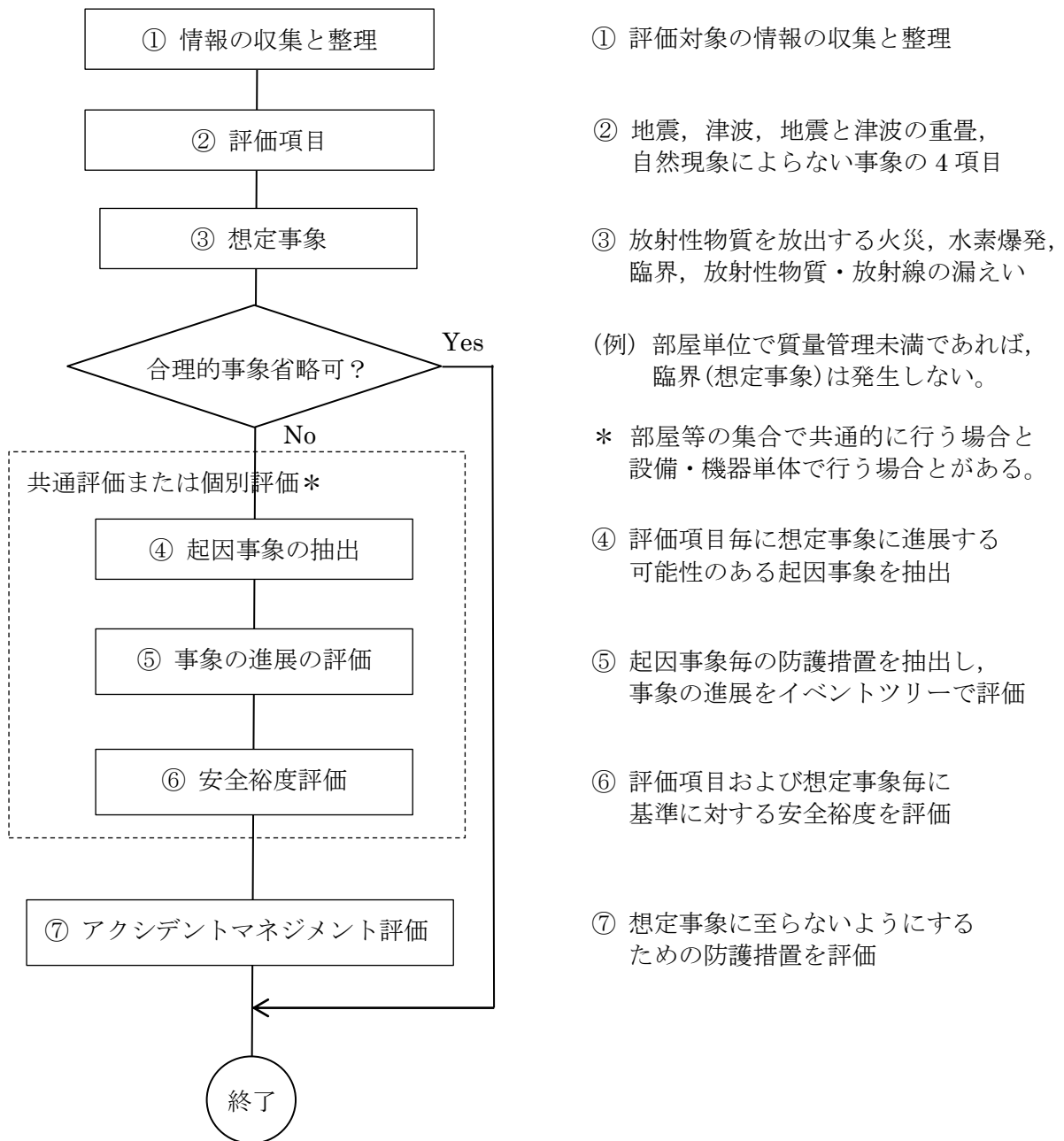


図3. 4 評価項目および想定事象毎の評価フロー

① 情報の収集と整理

当社加工施設における地震、津波、その他の自然災害（洪水、竜巻、台風、落雷等）に関する情報を収集し、整理した。（3. 1 参照）

② 評価項目

評価項目として、地震、津波、地震と津波の重畳および自然現象によらない事象の 4 項目を選定して評価した。なお、地震および津波以外の自然現象（洪水、竜巻、台風、落雷等）に関する影響は、地震、津波および地震と津波の重畳による建物および設備の損傷と浸水が起因事象となる評価に包含される。

③ 想定事象

3. 2 で選定した放射性物質を放出する火災、水素爆発、臨界、放射性物質・放射線の漏えいの 4 項目を想定事象として評価した。なお、これらの事象の同時発生あるいは一つの事象の複数箇所での発生を必要に応じて評価した。

④ 起因事象の抽出

評価項目毎に想定事象に進展する可能性のある起因事象を抽出した。ここで、加工施設の特性および指示文書別添に基づく安全機能の喪失（全交流電源喪失、水素滞留防止・供給停止機能喪失）についても考慮した。なお、崩壊熱除去機能喪失については、当社加工施設で取り扱う核燃料物質が未燃焼の燃料であることから除外した。

⑤ 事象の進展の評価

起因事象毎の防護措置を抽出し、その後の進展について、イベントツリーを作成し評価した。防護措置は、設計上設けられている物理的な安全機能および人による安全確保とした。

⑥ 安全裕度評価

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た。

- ・地震に対しては、新耐震設計で想定する地震力（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）を評価基準地震力とし、地震力を 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした時の影響を評価し、安全裕度を評価した。
- ・最大クラスの津波を想定しても、主要な加工施設が浸水することはないと考えられるが、主要な加工施設が浸水する場合の安全裕度を評価した。
- ・地震と津波の重畳について、津波により加工施設が浸水する状態において、地震力を評価基準地震力の 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした時の影響を評

価し，安全裕度を評価した。

⑦ アクシデントマネジメント評価

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防護措置強化策（アクシデントマネジメント）の有効性について評価した。

3. 5 品質保証活動

当社は，「原子力発電所における安全のための品質保証規程(JEAC4111-2009)」に基づき，加工施設における核燃料物質の加工に関する保安活動の品質マネジメントシステム（以下「保安 QMS」という。）を構築するとともに，これを「核燃料物質の加工の事業に係る保安規定」（以下「保安規定」という。）および保安品質保証計画書に規定し，保安活動を実施している。

安全性に関する総合的評価においても，保安品質保証計画書に基づき，作業計画と作業実施体制を明確にし，作業手順書を作成して評価作業を実施した。

評価結果については，作業手順書に従って，評価データと評価結果の検証をダブルチェック（作成者と審査者）にて確実に実施し，記録を残した。

また，評価のための解析業務等の調達については，社内手順「購買規程」に基づき，調達が適切に実施されていることを確認した。

さらに，報告書については，報告書作成チームとは独立した検証チームが審査するとともに，放射線安全委員会（当社の核燃料物質の加工に関する保安管理に必要な事項を審議するための審議体）において審議し，承認を得た。

4. 評価結果

4. 1 地震

(1) 耐震裕度評価結果

建物の耐震裕度は、既存建物の耐震余裕を確認する方法である耐震診断法を使用して評価した。使用した耐震診断法は、(財)日本建築防災協会の「耐震診断基準・同解説」の二次診断方法（以下、「防災協会耐震診断」という）である。防災協会耐震診断では、建築物の構造部の耐震指標である「構造耐震指標（ I_s ）」を求め、建築物が抵抗すべき地震力の大きさを示す「構造耐震判定指標（ I_{so} ）」（本評価では 0.6）との比（ I_s / I_{so} ）を評価し、耐震裕度として定義した。この耐震裕度が 1.0 以上の建物は、新耐震設計で想定する地震力（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）に対しても、重大な損傷がなく倒壊しないと評価される。

当社加工施設の建物の耐震裕度評価結果を表 4. 1. 1（添付 4. 1 - 1 参照）に示す。

表 4. 1. 1 建物の耐震裕度評価結果（防災協会耐震診断）

建物	区分	耐震裕度 (I_s / I_{so})		評価基準地震力からの倍率					
				1.0 倍		1.3 倍		1.6 倍	
		長辺方向	短辺方向	裕度	ランク	裕度	ランク	裕度	ランク
第 1 加工棟	第 1 期*注	1.38～1.45	0.98～1.60	0.98	C	0.75	C	0.61	D
	第 2 期(A)	1.91～3.15	3.60～3.68	1.91	A	1.47	A	1.19	B
	第 2 期(B)	2.58～3.40	3.43～4.35	2.58	A	1.98	A	1.61	A
第 2 加工棟	本体	2.55～3.68	2.15～3.06	2.15	A	1.65	A	1.34	A
	増設部	4.88～11.45	3.53～5.23	3.53	A	2.71	A	2.20	A
廃棄物貯蔵棟第 2 棟		2.66～4.96	1.61～2.68	1.61	A	1.24	B	1.01	B
第 2 貯蔵棟		5.13～5.71	2.66～3.93	2.66	A	2.05	A	1.66	A
A 搬送路		1.35	1.13～7.53	1.13	B	0.87	C	0.70	D
B 搬送路		1.56	1.00～12.28	1.00	B	0.76	C	0.62	D
C 搬送路		1.35～9.83	1.15～8.21	1.15	B	0.88	C	0.71	D
D 搬送路		1.30～4.45	1.25～2.86	1.25	A	0.96	C	0.78	C

（*注：第 1 加工棟第 1 期は、一部剛床仮定が成立しない部分をゾーンニング（範囲を分割）した評価を行っており、この部分は耐震ランク E となる。）

防災協会耐震診断における耐震裕度と建物被害の関係についての想定は以下のとおり。

耐震ランク	耐震裕度	建物の被害に関する想定
ランク A	$I_s / I_{so} \geq 1.25$	ほとんど無被害（被害があっても軽微）
ランク B	$1.25 > I_s / I_{so} \geq 1.0$	小程度～中程度の被害（建物の構造耐力に支障なし）
ランク C	$1.0 > I_s / I_{so} \geq 0.75$	中程度の被害（部分的に構造体に被害があるが、全体としての耐力の低下は著しくない）
ランク D	$0.75 > I_s / I_{so} \geq 0.5$	大程度の被害（全体または大部分にわたり構造体に被害があるが、倒壊はしない）
ランク E	$0.5 > I_s / I_{so}$	倒壊（全体または一部が倒壊）

表 4. 1. 1 に示す防災協会耐震診断による建物の耐震裕度評価結果から、評価基準地震力に対する耐震裕度は、主要な加工施設である第 1 加工棟第 2 期分は 1.91、第 2 加工棟は 2.15 であり、評価基準地震力の 1.6 倍までの地震に対して健全であることを確認した。

また、地震力が大きくなった時の建物への影響は、表 4. 1. 2 のようになると考えられる。

表 4. 1. 2 地震力が大きくなった時の建物への影響

建物	建物への影響の可能性
第 1 加工棟 第 1 期分	・評価基準地震発生時に、剛床仮定が成立しない 2 階の一部柱が損壊し、他の部分に中程度の被害が発生する可能性があるが、建物全体の耐力は維持される。 ・1.3 倍～1.6 倍の地震発生時に、剛床仮定が成立しない 2 階の一部柱が損壊し、他の部分に大程度の被害が発生する可能性があるが、建物全体は倒壊しない。
第 1 加工棟 第 2 期分	・評価基準地震力の 1.6 倍までの地震に対して、ほとんど被害が発生しない。発生しても軽微である。 ・ただし、1.6 倍の地震発生時に、第 2 期(A)の 2 階（廃棄物貯蔵場等に使用）に小程度の被害は発生する可能性があるが、建物の構造耐力に支障はない。
第 2 加工棟	・評価基準地震力の 1.6 倍までの地震に対して、ほとんど被害が発生しない。
廃棄物貯蔵棟 第 2 棟	・評価基準地震発生時に、ほとんど被害が発生しない。 ・1.3 倍～1.6 倍の地震発生時に、小程度の被害は発生する可能性があるが、建物の構造耐力に支障はない。
第 2 貯蔵棟	・評価基準地震力の 1.6 倍までの地震に対して、ほとんど被害が発生しない。
A～C 搬送路	・評価基準地震発生時に、小程度の被害は発生する可能性があるが、建物の構造耐力に支障はない。 ・1.3 倍の地震発生時に、中程度の被害が発生する可能性があるが、全体としての耐力の低下はない。 ・1.6 倍の地震発生時に、大程度の被害が発生する可能性があるが、倒壊はしない。
D 搬送路	・評価基準地震発生時に、ほとんど被害が発生しない。 ・1.3 倍～1.6 倍の地震発生時に、中程度の被害が発生する可能性があるが、全体としての耐力の低下はない。

なお、動力棟は、工学的判断により評価基準地震力において破損すると評価される。したがって、今回の評価では、地震発生時に外部電源および非常用発電機は機能喪失し、全交流電源喪失と空調設備停止とを想定して評価する。ただし、動力棟が破損しないで電源が喪失しなかった場合における火災の着火源として、電気ショートを仮定した評価を行う。

参考として、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「三訂・神奈川県防災上重要建築物等耐震診断基準及び耐震性判定指標値」（以下、「神奈川方式耐震診断」という）を使用した評価も実施した。

神奈川方式耐震診断では、基本的には防災協会耐震診断と同様の手法で「構造耐震指標（ I_{ski} ）」を求め、これと大地震時の県内各地の予想加速度（横須賀市の場合、南関東地震時に最大（350ガル）となる）や立地の地盤条件、また建物の応答倍率を加味して求めた指標である「耐震性判定指標値（ I_{soi} ）」との比（ I_{ski}/I_{soi} ）を評価し、耐震裕度とした。神奈川方式耐震診断による耐震裕度評価結果を表4. 1. 3に示す。

表4. 1. 3 建物の耐震裕度評価結果（神奈川方式耐震診断）

建物	区分	耐震裕度（ I_{ski}/I_{soi} ）		評価基準地震力の1.3～1.6倍相当	
		長辺方向	短辺方向	裕度	ランク
第1加工棟	第1期	0.76～0.81	0.58～0.84	0.58	C
	第2期(A)	0.91～1.41	1.61～1.73	0.91	B
	第2期(B)	1.58～1.85	2.06～2.37	1.58	A
第2加工棟	本体	1.30～2.24	1.14～1.75	1.14	A
	増設部	2.20～6.21	1.55～2.67	1.55	A
廃棄物貯蔵棟第2棟		1.23～2.29	0.76～1.26	0.76	B
第2貯蔵棟		2.82～3.50	1.40～2.15	1.40	A

（神奈川方式耐震診断は鉄骨造建物を対象外としているため、鉄骨造である搬送路は評価していない）

神奈川方式耐震診断における耐震裕度と建物被害の関係についての想定は以下のとおり。

耐震ランク	耐震裕度	建物の被害に関する想定
ランク A	$I_{ski}/I_{soi} \geq 1.0$	ほとんど無被害（被害があっても軽微）
ランク B	$1.0 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.7$	小程度～中程度の被害（建物の構造耐力に支障なし）
ランク C	$0.7 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.5$	中程度の被害（部分的に構造体に被害があるが、全体としての耐力の低下は著しくない）
ランク D	$0.5 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.3$	大程度の被害（全体または大部分にわたり構造体に被害があるが、倒壊はしない）
ランク E	$0.3 > I_{ski}/I_{soi}$	倒壊（全体または一部が倒壊）

神奈川方式耐震診断は、防災上重要な建築物に対する診断手法であるため、防災協会耐震診断よりも判定基準が厳しく、耐震裕度 1.0 が、耐震ランク A に対応している（防災協会耐震診断では、耐震裕度 1.0 が耐震ランク B に対応）。

表4. 1. 3の神奈川方式耐震診断による建物の耐震裕度評価結果における耐震クラスの結果は、表4. 1. 1の防災協会耐震診断による建物の耐震裕度評価結果の地震力 1.6 倍の場合の耐震クラスの結果と、ほぼ同等の結果が得られている。

このように神奈川方式耐震診断は、想定される大地震時の建物立地地域の予想加速度や、立地の地盤条件等を考慮した判定指標を用いるため、立地地域で想定される最大地震に対応した耐震性の評価になっていると考えられる。

設備・機器の耐震裕度は、「ウラン加工施設安全審査指針」（昭和 55 年 12 月 22 日：原子力安全委員会決定）の二次設計方法を使用することとし，その中でも最も重要な第 1 類設備・機器の評価方法に統一（建築基準法施行令に定められた一次設計用の静的地震力の 1.5 倍をさらに 1.5 倍した二次地震力を使用）して評価した。設備・機器の二次設計の方針は，常時作用している荷重と一次地震力を上回る二次地震力とを組み合わせ，その結果発生する応力に対して設備・機器の相当部分が降伏し，塑性変形する場合でも過大な変形，亀裂，破損等が発生することなく，その施設の安全機能に重大な影響を及ぼすことがない設計にすることである。

この設計方針は，建物・構造物の耐震設計の二次設計方針において，想定する地震力（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）の 1.3 倍に対しても，建物には重大な損傷がなく倒壊しないように設計することに相当する設計概念である。したがって，前記設備・機器の二次地震力が，今回の建物の耐震裕度評価に使用する評価基準地震力の 1.3 倍に相当するとして，評価を行った。

設備・機器の耐震裕度評価結果（添付 4. 1－2 参照）から，第 1 加工棟および第 2 加工棟の主要な設備・機器は，評価基準地震力の 1.6 倍までの地震に対して健全であることを確認した。耐震裕度が小さい設備一覧を表 4. 1. 4 に示す。

表 4. 1. 4 耐震裕度が小さい設備一覧

建物	部屋	1.6 倍までの耐震裕度が確認できない設備
第 1 加工棟	第 1 酸化ウラン取扱室	・トラバーサの耐震裕度は 1.34
	第 1 ガドリニア粉末取扱室	・トラバーサの耐震裕度は 1.40
	第 1－1 階粉末取扱室	・フードの耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断）
	第 1 ガドリニア成型室	・フードの耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断）
	第 1 ガドリニア装填室	・フードの耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断）
	第 1 廃棄物処理室	・配管類の耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断）
	第 1 化学分析室等	・フードの耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断）
	第 1 燃料棒検査室	・クレーンの耐震裕度は 1.00 未満（工学的判断） ・X 線検査装置の耐震裕度は 1.00 ・燃料棒運搬車の耐震裕度は 1.51
第 2 加工棟	第 2－3 階酸化ウラン取扱室	・トラバーサの耐震裕度は 1.07 ・台車の耐震裕度は 1.33
	第 2－2 階酸化ウラン取扱室	・トラバーサの耐震裕度は 1.31

設備・機器の耐震裕度評価に加え、ウォークダウン（現場踏査）等の調査により、作業者による核燃料物質の取扱い中に地震が発生することにより、核燃料物質を落下、飛散させる可能性についても検討した。検討の結果、核燃料物質を入れた容器等を落下させる可能性はあるものの、落下高さが低い場合は容器が破損せず核燃料物質は飛散しないことや、容器が破損して床に核燃料物質がこぼれても作業者により速やかに回収可能と考えられるため、取扱い中の地震発生による核燃料物質の飛散は無視できると考えた。なお、粉末缶（5 ガロン缶）の落下試験結果より、落下高さが 1m 以下の時に粉末缶は開口しないとした。

地震力が大きくなった時の設備・機器への影響評価結果を表 4. 1. 5 に示す。

表 4. 1. 5 地震力が大きくなった時の設備・機器への影響

建物	部屋	地震力	設備・機器への影響の可能性
第 1 加工棟	第 1 酸化ウラン取扱室	>1.34	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大 2 缶）落下（開口しないのでウランの飛散はない）
	第 1 ガドリニア粉末取扱室	>1.40	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大 1 缶）落下（開口しないのでウランの飛散はない）
	第 1－1 階粉末取扱室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末（最大 1 缶分）が床上に飛散
	第 1 ガドリニア成型室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末または成型体（最大 2 缶分）が床上に飛散
	第 1 ガドリニア装填室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末またはペレット（最大 1 缶分）が床上に飛散
	第 1 廃棄物処理室	>1.0	・配管類破損→排水が漏れる（廃棄物のためウランの漏れは少量）
	第 1 化学分析室等	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内の粉末またはペレット（質量管理限度量未満）が床上に飛散
	第 1 燃料棒検査室	>1.0	・クレーンが脱輪→保管廃棄物の上に落下→ドラム缶が破損（廃棄物のためウランの漏れは少量）
		>1.0	・X 線検査装置が転倒→燃料棒（最大 40 本）が落下（ペレットは飛散しない）
		>1.51	・燃料棒運搬車が転倒→燃料棒（最大 40 本）が落下（ペレットは飛散しない）
第 2 加工棟	第 2－3 階酸化ウラン取扱室	>1.07	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大 3 缶分）が床上に飛散
		>1.33	・台車が転倒→運搬中の粉末輸送容器の内容器（最大 2 容器）が落下（容器は破損しないのでウランの飛散はない）
	第 2－2 階酸化ウラン取扱室	>1.31	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大 2 缶分）が床上に飛散
	第 2 炉室	>1.0	・焼結炉出口側でコンベヤ上のボート落下→焼結ペレット（最大 6 ボート分）が床上に飛散

（注：ウラン粉末を収納する缶と成型ペレットを収納する缶とを総称して、粉末缶という。）

(2) 放射性物質を放出する火災の評価結果

地震時における放射性物質を放出する火災を想定事象とした評価結果を添付 4. 1 - 3 に示す。火災の起因事象は、地震により発生する可能性がある電気配線のショートまたは焼結炉の水素燃焼炎等の着火源と可燃物の接近である。評価は、着火源の発生、着火源近傍の可燃物量、設備構成可燃物量による延焼の可能性、設備内ウランの状態（粉末、ペレット、燃料棒、燃料体の別）および設備外ウラン落下量の程度を部屋毎に個別に行った。また、ウォークダウン（現場踏査）等の調査により、着火源と可燃物の隔離状態、少量危険物保管箱の設置状態および潤滑油等可燃物を使用している設備の設置状態も確認した。

イベントツリーを用いて得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。

- ① 直火は焼結炉等を除いて使用していないことから、着火源は限定される。また、大地震（加速度が 200 ガル以上）が発生した時には、加工施設に供給する電源を作業員により遮断する手順としたので、電気ショート等の着火発生は抑制される。
- ② 火災発生時の初期消火活動により、着火は速やかに消火される。

また、建物の主要部材は不燃性材料または難燃性材料を使用しており、また、設備・機器の構造材料は不燃物を主体としていること、さらに可燃物管理による火災防護措置が実施できていることから、火災が拡大することはない。

以上の評価結果から、評価基準地震力の 1.6 倍までの地震が発生したとしても、放射性物質を放出する火災が発生することはない。

(3) 水素爆発の評価結果

地震時における水素爆発を想定事象とした評価結果を添付 4. 1 - 4 に示す。

水素を使用する設備は、第 1 ガドリニア炉室および第 2 炉室の焼結炉と、ごく少量のウランを使用する第 1 - 1 金相検査室の電気炉（試験炉）に限定され、水素爆発の評価は、当該設備の共通評価とした。なお、湿式回収工程で使用する酸化還元炉および第 2 ウラン回収室第 1 区域における小型炉等も水素を使用する設備であるが、休止措置が取られているので、評価対象外とした。

当社加工施設は、水素爆発を防止するために、以下の多重の安全機能を有している。

(a) 排気設備による水素滞留防止機能

水素を取り扱う部屋では、建物の排気設備により部屋内の空気を建物外に放出して、水素の滞留を防止している。建物の排気設備は、大地震等によって停電が生じた場合は、一時停止するが、非常用電源の運転に伴い排気設備も復旧し、水素の滞留を防止する。

(b) 水素元バルブの自動閉止装置による水素供給停止機能

地震の加速度が 200 ガル以上になった場合には、水素元バルブの自動閉止装置が自動作動し、水素の供給を遮断する。なお、停電時においても作動するよう、

保安電源として蓄電池が設置されている。また、保安電源が喪失した場合には、水素元バルブは自動的に閉止する機構となっている。

(c) 水素／窒素の自動置換または手動置換

焼結炉への水素の供給圧力が低下すると水素／窒素置換装置が自動作動し、焼結炉に窒素が供給される。また、窒素ガス配管での窒素供給が停止した場合には、緊急窒素ガスボンベへの自動切替機構を有しており、窒素ガスボンベからの窒素の供給が行われる。なお、停電時においても作動するよう、保安電源として蓄電池が、それぞれに設置されている。また、自動だけでなく、手動でも水素／窒素置換を作動できるようになっている。試験炉については、水素供給圧力が低下した場合は、試験炉の水素供給バルブおよび水素排出口バルブが自動的に閉止し、大気から隔離される。さらに、試験炉においては、設備に設置された地震計により 150 ガル以上の地震を検知した場合も大気から隔離される。なお、同時に操作員による試験炉直近の試験炉元バルブの閉止措置が実施される。

(d) 炉の水素排出口における水素燃焼機構

炉から水素を排出する際は燃焼させており、水素がそのまま屋内に放出されることはない。水素排出口の水素は一度燃焼が始まると燃焼は継続するが、水素排出口に電気ヒーターを設置し、立ち消えを防止している。焼結炉の設備は、停電時に一時停止するが、非常用電源の運転に伴い復旧する。試験炉の設備は、水素排出口の電源が喪失した場合、試験炉の水素供給バルブおよび水素排出口バルブを自動的に閉止し、大気から隔離される。また、同時に操作員による試験炉直近の試験炉元バルブの閉止措置が実施される。

(e) 水素濃度測定計による室内水素濃度の監視

焼結炉を設置した部屋には水素濃度測定計を設置しており、水素濃度は常時監視されている。この水素濃度測定計は低濃度測定用と高濃度測定用の 2 つが設置されており、水素爆発下限 4%の 1/100 以下の水素濃度であっても検知することが可能である。そのため、屋内水素濃度が上昇しても、水素爆発下限に至る前に、操作員の対応が可能となる。なお、本設備は保安電源として蓄電池を装備しており、停電時においても、その機能を喪失しない機構としている。試験炉についても焼結炉と同様の機能を有している。

上記の多重の安全機能により、地震時においても水素爆発が発生することはないと考えられるが、水素滞留防止・供給停止機能の喪失を仮定した評価を、イベントツリーを用いて実施した。得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。

- ① 安全機能のうち、(a) 排気設備による水素滞留防止機能と (b) 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、(d) 焼結炉および試験炉の出口における水素燃焼機構により、水素がそのまま屋内に放出されることはないで、水素爆発に至ることはない。

- ② 水素排出口における水素燃焼機構が喪失した場合には、水素が室内へ放出されるが、（e）水素濃度測定計により水素漏えいが検知され、（c）焼結炉操作員（少なくとも 1 名は常駐）により水素／窒素の手動置換が行われるので、水素爆発に至ることはない。常駐する焼結炉操作員による水素／窒素の手動置換は、1 分程度で実施可能であり、操作盤の押しボタンおよびガスパネルの操作バルブの 2 系統で操作可能である。試験炉の場合は、試験炉操作員（少なくとも 1 名は常駐）により試験炉直近の試験炉元バルブが 1 分程度で閉止され、水素爆発に至ることはない。なお、焼結炉本体または焼結炉ガスパネルから焼結炉までの屋内配管の破損を仮定しても、水素濃度測定計により水素漏えいが検知されるので、上記と同様の現象となる。さらに、大地震時には水素漏えいの有無によらず、上記操作を実施するので、水素爆発に至ることはない。
- ③ 大地震時に水素元バルブが自動で閉止していない場合には、用役供給を担当する操作員（少なくとも 1 名が動力棟に常駐）が、水素元バルブ（自動で閉止する水素元バルブと直列に設置されている）を手動で閉止する。動力棟直近の屋外に設置された水素元バルブの手動閉止は 3 分程度で容易に実施可能である。

以上の評価結果から、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したとしても、水素爆発が発生することはない。

（４）臨界の評価結果

地震時における臨界を想定事象とした評価結果を添付 4. 1－5 に示す。イベントツリーを用いて得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。

- ① 臨界評価の対象となるウラン取扱設備は、想定した地震力に対しても安全形状を維持しているため、保持されているウランが臨界に至ることはない。
- ② ウラン取扱設備からウランが床上に落下する場合でも、第 1 加工棟の全ての部屋と、その他の多くの部屋で、落下ウランの合計量が臨界量に達しないため、臨界に至ることはない。なお、ガドリニア／酸化ウラン混合物は、任意の量、形状、水との混在状態を仮定しても臨界に至らない。
- ③ ウラン取扱設備から床上に落下するウランの合計量が臨界量を超える部屋が存在するが、以下の理由により、臨界が発生することはない。
- ・ 床上のウラン集積物に雨水が浸入するような建物の損傷はない。また、第 2 炉室を除く第 2 加工棟では、地震加速度高で全ての配管への水の供給が遮断され、かつ配管内の残水が屋外へ排水されるため、水が存在しない。
 - ・ 第 2 炉室では、冷却水配管の損傷を仮定すると水が存在するが、落下した焼結ペレットが床上に薄く散乱するため、臨界に至らない。

(5) 放射性物質・放射線の漏えいの評価結果

地震時における放射性物質の漏えいを想定事象とした評価結果を添付 4. 1－6 に示す。イベントツリーを用いて得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。

- ① ほとんどのウラン取扱設備は、想定した地震力に対して耐震裕度を有しており、損傷しないので、ウランの飛散はなく、放射性物質の漏えいは発生しない。
- ② ウラン取扱設備に損傷が生じ、ウラン粉末缶が落下しても、落下高さが低い場合には、ウラン粉末缶は開口しないため、放射性物質の漏えいは発生しない。なお、ウラン粉末缶の落下試験により、落下高さ 1m 未満ではウラン粉末缶が開口しないことを確認している。
- ③ ウラン取扱設備の損傷によりウランが建物内に飛散する場合はあるが、建物の閉じ込め機能が喪失してはいないため、放射性物質の漏えいは発生しない。

以上の評価結果から、評価基準地震力の 1.6 倍までの地震が発生したとしても、放射性物質の漏えいが発生することはない。また、放射線源の流出に関する評価結果（添付 4. 3－3 参照）から、放射線の漏えいが発生することもない。

4. 2 津波

(1) 想定津波高さと設備への影響

神奈川県津波浸水予測図（添付 3. 1－3 参照）に基づくと、当社加工施設付近は、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす「最大クラスの津波」（慶長型地震で久里浜港の最大津波高さが 6.56m）が発生した場合、0.5m 未満の浸水が想定される。この津波を想定津波高さとして評価した。

想定津波が発生した場合、当社加工施設の敷地は 0.5m 未満の浸水が想定されるが、第 1 加工棟および第 2 加工棟等の主要加工施設の床面は、敷地地面より約 1m 高くしていることから、主要加工施設への浸水は生じないと考えられる。

しかし、加工施設が浸水した場合の安全裕度を評価する観点から、津波高さが想定津波高さより高くなることも仮定して、次の 2 ケースについて津波の影響を評価した。

- ① 津波高さが想定津波高さであり、敷地における浸水深さが約 0.5m となり、補助施設（廃棄物貯蔵棟第 2 棟（敷地地面から床面まで約 0.1m）等）は浸水するが、主要な加工施設は浸水しないケース
- ② 津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり、敷地における浸水深さが約 1.5m となり、主要な加工施設および補助施設が浸水するケース（このケースは、洪水等の浸水についても包絡した加工施設が浸水するケースとなる。）

評価においては、動力棟が浸水するため、外部電源および非常用発電機の機能が喪失することによる全交流電源喪失と空調設備停止とを想定する。ただし、火災の着火源として、電気ショートを仮定した評価を行う。

また、浸水深さが約 1.5m 以下の状態では、建物の外壁および外扉（各入口に設置されている鉄製の扉）は津波の浸水による影響を受けないと評価されるため、加工施設室内は静かな水位が形成される状態であり、ウラン取扱設備が損傷することはないと判断される。

（２）放射性物質を放出する火災の評価結果

津波時における火災を想定事象とした評価は、地震により発生する可能性がある電気ショート等の着火源が少ないことおよび津波による浸水により消火されやすいことが、地震時における火災を想定事象とした評価（添付 4. 1－3 参照）より緩い条件となる。

したがって、津波が発生しても、地震時と同様に、放射性物質を放出する火災が発生することはない。

（３）水素爆発の評価結果

津波が発生した時に、水素元バルブの閉止装置は自動作動しないが、排気設備による水素滞留防止機能が働いていることが、地震時と異なる点である。しかし、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したことを仮定するという条件下においては、津波時における水素爆発を想定事象とした評価は、地震時における評価（添付 4. 1－4 参照）と同一の結果となる。

したがって、津波が発生し、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したとしても、地震時と同様に、炉の水素排出口における水素燃焼機構、水素／窒素の置換機能および水素元バルブの手動閉止操作により、水素爆発が発生することはない。

（４）臨界の評価結果

津波時における臨界を想定事象とした評価は、以下のとおりである。

加工施設が浸水しないケースでは、臨界が成立する 3 条件（ウラン質量・形状・水）のうち、加工設備や部屋では減速材である水が存在しない状態であり、臨界が発生することはない。

また、加工施設が浸水するケースでも、建物の外壁および外扉は津波の浸水による影響を受けないため、ウラン取扱設備に波力が直接加わらないので、設備が損傷することはない。したがって、設備の安全形状やウラン保持機能が維持され、臨界が発生することはない。

なお、加工施設内で臨界管理の対象となる部屋のうち、津波によって水没する可能性がある発送品保管場では、輸送容器に納められたウランだけを取り扱っており、部屋の浸水および容器積載形状の崩壊を仮定しても臨界に至らないよう設計されている。

(5) 放射性物質・放射線の漏えいの評価結果

津波時における放射性物質の漏えいを想定事象とした評価は、以下のとおりである。

- ① 加工施設が浸水する津波が発生しても、建物の外壁および外扉は津波の浸水による影響を受けないため、ウラン取扱設備に波力が直接加わらないので、設備が損傷することはない。したがって、設備からウランが漏えいすることはない。
- ② 津波による浸水により、ウラン粉末を収納している容器の上端が 0.5m 以下の場合には、床上 0.5m の浸水により容器の中に海水が徐々に流入してくることになるが、容器は設備に固定されており、また、ウラン粉末は比重が大きいので、引き波で海水が流出する際にウランが容器の外へ流出することは考えられない。
- ③ ウラン粉末（ペレットを含む）用の粉末輸送容器を貯蔵する施設は床面が低いので津波によって冠水するが、外容器、内容器および収納物に十分な密封性があるため、ウランが漏えいすることはない。
- ④ 廃棄物貯蔵棟第2棟が約 1.4m 浸水することを想定しても、1階に保管されている廃棄物の大多数は 200ℓドラム缶であり、放射性物質の漏えいは発生しない。また、廃棄物缶についても、流出防止対策を実施済みであり、流出することはない。

上記の評価結果より、津波が発生しても、放射性物質の漏えいが発生することはない。また、放射線源の流出に関する評価結果（添付4. 3－3参照）から、放射線の漏えいが発生することもない。

4. 3 地震と津波の重畳

(1) 地震と津波の重畳効果

地震とそれに引き続く津波が重畳して発生した場合において、放射性物質を放出する火災、水素爆発、臨界、放射性物質・放射線の漏えいの4項目を想定事象として評価した。評価は、津波高さが想定津波高さの場合と、さらに 1m 高くなり加工施設が浸水する状態（洪水等の浸水についても包絡した加工施設が浸水するケース）において、地震力を評価基準地震力の 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした場合の影響を考慮した。

なお、評価においては、動力棟の地震による破損や津波による浸水によって、外部電源および非常用発電機の機能が喪失することによる全交流電源喪失と空調設備停止とを想定する。ただし、火災の着火事象として、電気ショートを仮定した評価を行う。

(2) 放射性物質を放出する火災の評価結果

地震と津波の重畳時における火災を想定事象とした評価は、津波による浸水により消火されやすいことが、地震時における火災を想定事象とした評価（添付4. 1－3参照）より緩い条件となる。

したがって、地震と津波が重畳して発生しても、地震時と同様に、放射性物質を放出する火災が発生することはない。

(3) 水素爆発の評価結果

地震と津波の重畳時における水素爆発を想定事象とした評価は、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したことを仮定するという条件下においては、地震時における評価（添付4. 1－4参照）と同一の結果となる。

したがって、地震と津波が重畳して発生し、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したとしても、地震時と同様に、炉の水素排出口における水素燃焼機構、水素／窒素の置換機能および水素元バルブの手動閉止操作により、水素爆発が発生することはない。

(4) 臨界の評価結果

地震と津波の重畳時における臨界を想定事象とした評価結果を添付4. 3－1に示す。イベントツリーを用いて得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。

- ① 当社加工施設内でウランを取り扱う全ての設備では、通常状態において、いかなる密度の水が存在しても臨界にならないように、保持されるウランの集積状態（取扱量の制限または形状の制限）を管理している。言い換えれば、浸水を仮定しても未臨界であることが設計条件となっている。臨界管理上の形状制限を行っている重要設備は、評価基準地震力の1.6倍まで健全であることを確認したので、設備の形状が維持できないことが起因となる臨界が発生することはない。
- ② ウラン取扱設備からウランが床上に落下する場合でも、第1加工棟の全ての部屋、およびその他の多くの部屋で、落下ウランの合計量が臨界量に達しないため、臨界に至ることはない。なお、ガドリニア／酸化ウラン混合物は、任意の量、形状、水との混在状態を仮定しても臨界に至らない。
- ③ ウラン取扱設備から床上に落下するウランの合計量が臨界量を超える部屋が存在するが、以下の理由により、臨界が発生することはない。
 - ・床上のウラン集積物に雨水が浸入するような建物の損傷はない。また、第2加工棟の2階以上の部屋では、地震加速度高で全ての配管への水の供給が遮断され、かつ配管内の残水が屋外へ排水されるため、水が存在しない。
 - ・第2加工棟の1階で臨界量以上のウランが落下する第2炉室では、津波の浸水がある。しかし、第2炉室で床上に落下する焼結ペレットは、直径および高さが約1cm程度の円筒形をしているうえに比重が大きい（10以上）ため、落下した後、津波浸水の中でも床上に薄く散乱するため、臨界に至らない。
- ④ 加工施設内で臨界管理の対象となる部屋のうち、津波によって水没する可能性がある発送品保管場では、輸送容器に納められたウランだけを取り扱っており、部屋の浸水および容器積載形状の崩壊を仮定しても臨界に至らないよう設計されて

いる。

以上の評価結果から、地震と津波が重畳して発生しても、ウランの集積質量または集積形状が限定されるため、臨界が発生することはない。

(5) 放射性物質・放射線の漏えいの評価結果

地震と津波の重畳時における放射性物質の漏えいを想定事象とした評価結果を添付 4. 3 - 2 に示す。イベントツリーを用いて得られた主要な評価結果は、以下のとおりである。なお、地震と津波の重畳時における放射性物質の漏えいは、地震時の評価結果および津波時の評価結果と基本的には同様であるが、地震によりウラン取扱設備が損傷して床上に飛散したウランが、津波の浸水に伴う引き波により、建物外へ漏えいする可能性のある点が異なる。

- ① ウラン粉末缶が開口しない場合には、津波による床上浸水があったとしても、ウランが漏えいすることはない。
- ② ウラン粉末缶が開口し、ウラン粉末が飛散する場合には、津波による浸水の前に飛散したウランに固着剤を塗布するアクシデントマネジメントにより、建物外への流出を防止することができる。具体的には、ウラン飛散の可能性がある設備の近くに固着剤を配備しておき、事象発生の際には、固着剤をウランに塗布する。固着剤は、ウランを取り込んだ状態で短時間に床に固着するため、時間的余裕のない状況でも有効である。
- ③ ウラン粉末を収納している容器の上端が 0.5m 未満の場合には、床上 0.5m の津波による浸水により、容器の中に海水が徐々に流入してくることになるが、容器は設備に固定されており、また、ウラン粉末は比重が大きいため、引き波で海水が流出する際にウランが容器の外へ流出することは考えられない。

以上の評価結果から、地震と津波が重畳して発生しても、放射性物質の漏えいが発生することはない。また、放射線源の流出に関する評価結果（添付 4. 3 - 3 参照）から、放射線の漏えいが発生することもない。

4. 4 自然現象によらない事象

当社加工施設の特性から、自然現象によらない事象のうち想定事象に進展する可能性のある安全機能の喪失として、全交流電源喪失と水素滞留防止・供給停止機能喪失を評価した。また、全交流電源喪失とその他の評価項目との重畳を評価した。なお、指示文書別添にある崩壊熱除去機能喪失については、当社加工施設で取り扱う核燃料物質が未燃焼の燃料であることから除外した。

(1) 全交流電源喪失

外部電源が全て喪失し、かつ非常用ガスタービン発電機の起動失敗または運転失敗により、施設内の全ての交流電源が喪失した場合における、想定事象の進展についてイベントツリーを用いて評価した。（添付4．4－1 参照）

全交流電源喪失により、交流電源を駆動源とする設備・機器は全て機能喪失するが、生産設備は安全に停止する。

① 放射性物質を放出する火災の評価結果

全交流電源喪失により火災の着火源である電気配線のショートが発生しないため、これに起因する火災は発生しない。なお、火災が発生した時にこれを検知する自動火災報知設備は、蓄電池を有しており、全交流電源が喪失しても約 20 分間その機能を継続する。その後も巡視・点検の強化により、火災の早期発見に努め、初期消火活動を実施する。したがって、初期消火活動は全交流電源喪失時においても有効に機能するため、放射性物質を放出する火災は発生しない。

② 水素爆発の評価結果

水素を使用する第1 ガドリニア炉室および第2 炉室の焼結炉は、炉体を冷却するため、冷却水を焼結炉の外側に循環させている。全交流電源喪失により、冷却水ポンプが停止した場合、作業員により屋上のタンクを使った冷却に切り替えることで冷却が継続できるため、焼結炉の過加熱による火災または温度上昇に伴う水素爆発は発生しない。仮に作業員による切替えが失敗しても、自然冷却により、継続的な使用に支障はあるものの、水素爆発が発生する状況には至らないことを確認している。

③ 臨界の評価結果

交流電源を駆動源とした機器により、臨界を防止する 3 つの条件（質量、形状、水）を担保している設備・機器は存在していないため、全交流電源喪失により臨界に至ることはない。

④ 放射性物質・放射線の漏えいの評価結果

全交流電源喪失により建物の室内を負圧にする排気用送風機が停止するが、室内が正圧になる可能性は考えられないため、建物外へのウラン漏えいは無視できる。また、ウランを収納した粉末缶等を搬送する設備は、電源を喪失した際に運搬物を安全に保持する機能を有している。これらのことから、全交流電源が喪失しても、放射性物質の有意な漏えいは発生しない。

また、放射線源の流出に関する評価結果（添付4．3－3 参照）から、放射線の漏えいが発生することはない。

(2) 水素滞留防止・供給停止機能喪失

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、焼結炉および試験炉の出口における水素燃焼機構により、水素がそのまま屋内に放出されることはないので、水素爆発に至ることはない。(4. 1 地震の(3) 水素爆発の評価結果を参照)

(3) 全交流電源喪失とその他の評価項目との重畳

全交流電源喪失とその他の評価項目との重畳は、前述の4. 1 地震, 4. 2 津波, 4. 3 地震と津波の重畳の評価において、全交流電源が喪失している条件で評価を行っている。

5. 防護措置強化策

5. 1 安全裕度評価結果のまとめ

想定を超える地震や津波に対して、安全裕度が最小となるのは、地震とそれに引き続く津波が重畳して発生した場合である。

津波高さが想定津波高さの場合と、さらに 1m 高くなり加工施設が浸水する状態（洪水等の浸水についても包絡した加工施設が浸水するケース）において、地震力を評価基準地震力の 1.0 倍、1.3 倍、1.6 倍と段階的に大きくした場合の安全裕度評価結果のまとめを表 5. 1. 1 に示す。

表 5. 1. 1 安全裕度評価結果のまとめ

項目	小項目	評価基準地震力	1.3 倍の地震力	1.6 倍の地震力
建物状況	主要工程の建物	評価基準地震力(新耐震設計で想定する地震力)に対する耐震裕度は第 1 加工棟第 2 期分が 1.91, 第 2 加工棟が 2.15 であり, 健全		
	被害を受ける可能性	第 1 加工棟第 1 期分は, 剛床仮定が成立しない 2 階の一部柱が損壊し, 他の部分に中～大程度の被害が発生する可能性があるが, 建物全体の耐力は維持される A～C 搬送路は, 小～大程度の被害 (倒壊はしない)		
		—	廃棄物貯蔵棟第 2 棟は, 小程度の被害 D 搬送路は, 中程度の被害 (倒壊はしない)	
設備状況	主要な設備・機器	主要な設備・機器は耐震裕度が 1.60 以上あり, 健全 外部電源および非常用発電機は機能喪失し, 空調設備は停止		
	損傷する可能性	フード(5 台), 配管類(1 部屋), クレーン(1 台), X 線検査装置(1 台)		
		—	トラバーサ(1 台)	トラバーサ(4 台), 移動式コンベヤ(1 台)
津波の影響	想定津波高さ	想定津波高さ(慶長型地震で久里浜港の最大津波高さが 6.56m)で, 敷地は 0.5m 未満の浸水が想定されるが, 主要な加工施設の床面は敷地地面より約 1m 高くしてあるので浸水しない (0.5m 余裕)		
	+1m	主要な加工施設も約 0.5m 浸水するが, 建物の外壁と外扉は津波の浸水による影響を受けないのでウラン取扱設備に損傷は発生しない		
放射性物質を放出する火災	共通	大地震発生時に電源遮断を実施し, 着火防止 不燃性材料使用, 火災防護措置, 初期消火活動による拡大防止により, 放射性物質を放出する火災は発生しない		
水素爆発	共通	水素滞留防止・供給停止機能喪失を仮定しても, 炉の水素排出口における水素燃焼機構, 水素/窒素の置換機能, 水素元バルブの手動閉止操作により, 水素爆発は発生しない		
臨界	共通	設備の安全形状維持, ウラン集積質量・集積形状が限定されるため臨界は発生しない		
放射性物質・放射線の漏えい	共通	空調設備の停止を仮定しても, 設備の閉じ込め機能維持, 粉末缶の密封性維持, 建物の閉じ込め機能維持により, 放射性物質・放射線の漏えいは発生しない		
自然現象によらない事象	共通	全交流電源喪失および水素の滞留防止・供給停止機能喪失が発生しても, 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・放射線の漏えいは発生しない		

確認された安全裕度を有する範囲を表 5. 1. 2 に示す。

表 5. 1. 2 安全裕度を有する範囲

		評価基準地震力に対する地震力の倍率			
津波高さ	主要施設の浸水	1.0 倍	1.3 倍	1.6 倍	>1.6 倍
想定津波	浸水なし(−0.5m)	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・放射線の漏えいは 発生しない			
+0.5m	浸水なし(0.0m)				
+1m	床上浸水(+0.5m)				
>+1m	床上浸水(>0.5m)				

評価基準地震力（新耐震設計で想定する地震力：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）の 1.6 倍の地震力と，想定津波高さ（慶長型地震で久里浜港の最大津波高さが 6.56m）より 1m 高くなる津波が重畳して発生しても，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・放射線の漏えいは発生しない。

5. 2 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およびさらなる進展を防止するため，必要となるアクシデントマネジメントであるウランの漏えい拡大防止策の有効性について評価した。

（1）アクシデントマネジメントが必要となる状況

地震および津波の重畳時に，津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり，敷地における浸水深さが約 1.5m となって主要な加工施設の浸水深さが床上 0.5m になることを想定すると，地震における耐震裕度が 1.6 未満の設備から 1 階床にウランが飛散し，その後，浸水した水により建物外にウランが漏えいする可能性がある。この場合の対策として，設備から飛散したウランを速やかに回収するか，または，浸水が発生しても建物から漏えいしないようにするかのどちらかの対策が必要となる。

対象となる設備は，第 1－1 階粉末取扱室，第 1 ガドリニア成型室，第 1 ガドリニア装填室および第 1 化学分析室等のフードである。このうち，第 1－1 階粉末取扱室，第 1 ガドリニア成型室および第 1 ガドリニア装填室のフードでは，ウラン粉末またはペレットを収納した粉末缶をフードに入れて，質量管理限度量未満でウランを取り扱

っている。なお、第1化学分析室等のフードで、大量のウランを取り扱うことはない。

(2) アクシデントマネジメントの有効性

作業者がフード内でウランを取り扱っている時に大地震が発生すると、対象となるフードは耐震性が劣るため、床面での滑動や転倒によって、ウランがフードから床に飛散することが考えられる。このウランが、津波の浸水に伴う引き波により、建物から漏えいすることを確実に防止するためには、迅速な対応が必要となる。刷毛等による回収では時間を要する難点があるため、別の対応が必要となる。そのため、短時間にウランの移動や再飛散を防止する観点から、固着剤を使用することとする。固着剤をウランに塗布すると、固着剤がウランを取り込んだ状態で、短時間（硬化時間約1分）に床に固着するため、津波到着時間を10分と想定している時間的余裕のない状況でも固着剤を使用する方法は有効である。そのため、対象となる設備の近辺に固着剤を配備しておき、事象発生の際には迅速に対応できるようにする。

5. 3 安全向上策

前述のとおり、評価基準地震力に対して1.6倍、想定津波に対して1mの安全裕度があり、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・放射線の漏えいは発生しないとの評価結果となったが、さらなる安全性の向上を目的とし、表5.3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することとした。（添付5.3参照）

表5.3 安全向上策

分類	項目	関連事象	実施時期
実施済 安全向上策	① 大地震時の水供給の遮断	臨界	実施済
	② ウランの落下・飛散防止策	漏えい	実施済
継続的 安全向上策	③ 水素元バルブの自動閉止機能（2重化）	水素爆発	半年以内
	④ 大地震時の通常電源供給の遮断	火災	1年以内
	⑤ 設備損傷防止策	火災・漏えい	1年以内
	⑥ 第1加工棟第1期分の柱の補強	地震	1年以内
	⑦ 地震・津波時の対応手順と防災資機材の再整備	全般	半年以内

① 大地震時の水供給の遮断

水配管破断や漏水による加工施設への浸水を抑制し、臨界のリスクポテンシャルを低減するため、大地震が発生した時には、加工施設に供給する水を自動遮断する装置を設置した。

② ウランの落下・飛散防止策

ウラン粉末やペレットを取り扱う設備をウォークダウン（現場踏査）等により調査し、地震の影響でウランを収納した容器が落下・飛散する可能性のある部位にストッパや覆いを設置する等により、ウランの落下・飛散を防止する対応を実施した。

また、C型酸化ウラン貯蔵棚において、ウラン容器が津波等の浸水によって浮遊し引き波等により貯蔵棚から流出しないように、浮き上がり防止治具を設置した。

③ 水素元バルブの自動閉止機能（2重化）

現行の感震器による水素元バルブの自動閉止機能が故障等により作動しない場合に備え、これを2重化し、地震時に水素を確実に遮断するようにする。

なお、大地震が発生した場合には、外部電源が喪失する可能性があるが、水素元バルブの自動閉止機能は、外部電源が喪失した場合にバルブが自動閉止となる構造になっているため、外部電源喪失時でも有効である。

④ 大地震時の通常電源供給の遮断

電気ショートによる火災の発生を抑制するため、大地震が発生した時には、加工施設に供給する電源を作業者により遮断する手順とした。

今後、さらに確実なものとするため、自動遮断装置を設置する。なお、加工施設の設備は電源が遮断されても安全に停止するものであるため、設備上の問題はない。

⑤ 設備損傷防止策

設置時期が古く、更新の必要がなかった設備については、現行の耐震基準に合致しないか、詳細な耐震評価が不可能なものがあつた。これらの設備が大地震時において損傷しても、その影響は小さいとの評価結果であつたが、さらに万全を期すため、大地震時にも転倒しないような補強を実施する。

⑥ 第1加工棟第1期分の柱の補強

第1加工棟は建設年が古く、耐震性の劣る部分が確認された。当該部分は、主として事務所として利用している部分であるが、一部管理区域としても使用している。当該管理区域は、第1種管理区域の第1-1フィルタ室であり、第1加工棟第1期分の室内の排気を行うため、高性能エアフィルタおよび排気用送風機が設置されている。第1-1フィルタ室の損傷が発生しても、ウランが蓄積されている量は少なく、また、大地震時には第1種管理区域の部屋の排気を期待していないので影響はないが、柱の損壊を防止するため、早期に対応可能な補強工事を実施する。

⑦ 地震・津波時の対応手順と防災資機材の再整備

本報告書における評価結果を反映し、大地震（震度 6 強～7）時および津波が発生した場合における対応手順，特に建物損傷時における核燃料物質の漏えい拡大防止策を充実させる。

また，対応手順を確実に実施するために必要となる施設・設備および資機材を再確認し整備する。

6. 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、指示文書に基づき、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を実施した。

具体的には、自然現象として、地震、津波および地震と津波の重畳、自然現象によらない事象として、全交流電源喪失および水素滞留防止・供給停止機能喪失に対し、どの程度の安全裕度が確保されているかの評価を実施した。なお、地震および津波以外の自然現象（洪水、竜巻、台風、落雷等）に関する事象は、地震、津波、地震と津波の重畳による建物および設備の損傷と浸水事象の評価に包含される。また、自然現象によらない設備・機器の故障等が原因となる事象も、自然現象による事象の評価過程において考慮した。

評価結果は、以下のとおりである。

「地震」に対する評価の結果、新耐震設計で想定する地震力（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）を評価基準地震力とした耐震裕度は、主要な加工施設である第 1 加工棟第 2 期分は 1.91、第 2 加工棟は 2.15、主要な設備・機器は 1.6 以上あることを確認した。また、評価基準地震力の 1.6 倍の大地震が発生したとしても、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・放射線の漏えいが発生しないことを確認した。

「津波」に対する評価として、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす津波として定義される「最大クラスの津波」として慶長型地震（久里浜港の最大津波高さは 6.56m）を想定しても、主要な加工施設が浸水することはないが、安全裕度を評価する観点から、津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり、加工施設および補助施設が浸水する状態を仮定して評価した。評価の結果、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・放射線の漏えいが発生しないことを確認した。

「地震と津波の重畳」に対する評価の結果、評価基準地震力の 1.6 倍の大地震が発生し、津波高さが想定津波高さより 1m 高くなり加工施設および補助施設が浸水する状態を仮定しても、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・放射線の漏えいが発生しないことを確認した。

「全交流電源喪失」および「水素滞留防止・供給停止機能喪失」が発生しても、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・放射線の漏えいが発生しないことを確認した。

以上のとおり、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いく。

以 上

添付資料一覧

【2. 加工施設の概要】

添付2. 3 加工工程図

【3. 総合的評価の手法】

添付3. 1-1 神奈川県地震被害想定調査による震度分布図

添付3. 1-2 神奈川県地震被害想定調査による液状化想定図

添付3. 1-3 神奈川県津波浸水予測図

添付3. 1-4 当社加工施設周辺の平作川水系浸水想定区域図

添付3. 1-5 当社加工施設周辺の危険物取扱施設

添付3. 3-1 ウラン加工施設安全審査指針における安全上重要な施設

添付3. 3-2 評価対象とした設備・機器の部屋単位での評価区分

【4. 1 地震】

添付4. 1-1 建物の耐震裕度評価結果

添付4. 1-2 設備・機器の耐震裕度評価結果

添付4. 1-3 地震時における放射性物質を放出する火災の評価結果

添付4. 1-4 地震時における水素爆発の評価結果

添付4. 1-5 地震時における臨界の評価結果

添付4. 1-6 地震時における放射性物質の漏えいの評価結果

【4. 3 地震と津波の重畳】

添付4. 3-1 地震と津波の重畳時における臨界の評価結果

添付4. 3-2 地震と津波の重畳時における放射性物質の漏えいの評価結果

添付4. 3-3 放射線源の流出に関する評価結果

【4. 4 自然現象によらない事象】

添付4. 4-1 全交流電源喪失に関する評価結果

【5. 防護措置強化策】

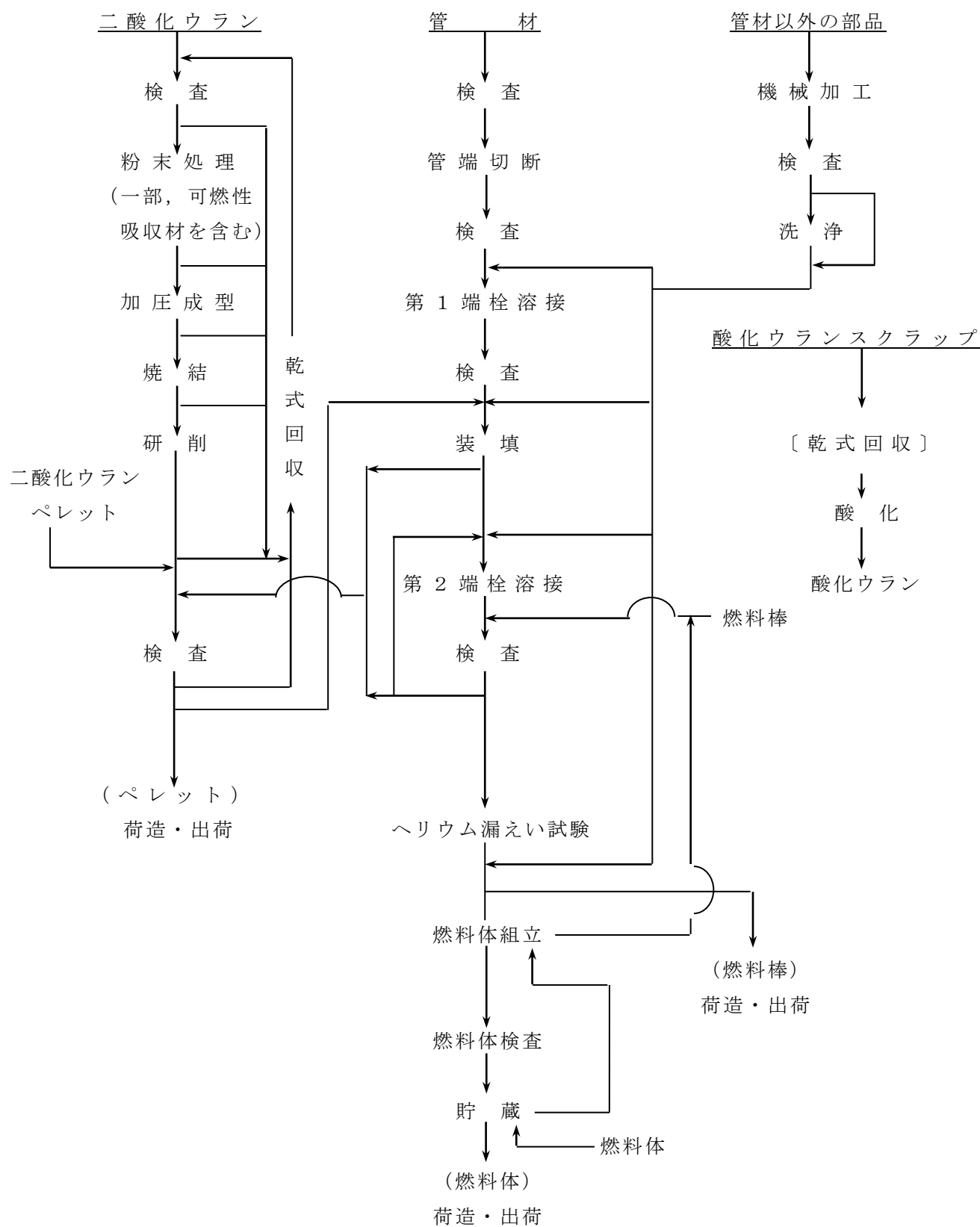
添付5. 3 安全向上策

GNF-J ウラン加工施設の安全性に関する 総合的評価の結果について（報告）

添付資料

【 2. 加工施設の概要】	添付ページ
添付 2. 3 加工工程図	添付－2
【 3. 総合評価の手法】	
添付 3. 1－1 神奈川県地震被害想定調査による震度分布図	添付－3
添付 3. 1－2 神奈川県地震被害想定調査による液状化想定図	添付－7
添付 3. 1－3 神奈川県津波浸水予測図	添付－11
添付 3. 1－4 当社加工施設周辺の平作川水系浸水想定区域図	添付－18
添付 3. 1－5 当社加工施設周辺の危険物取扱施設	添付－20
添付 3. 3－1 ウラン加工施設安全審査指針における安全上重要な施設	添付－21
添付 3. 3－2 評価対象とした設備・機器の部屋単位での評価区分	添付－22
【 4. 1 地震】	
添付 4. 1－1 建物の耐震裕度評価結果	添付－25
添付 4. 1－2 設備・機器の耐震裕度評価結果	添付－35
添付 4. 1－3 地震時における放射性物質を放出する火災の評価結果	添付－39
添付 4. 1－4 地震時における水素爆発の評価結果	添付－52
添付 4. 1－5 地震時における臨界の評価結果	添付－58
添付 4. 1－6 地震時における放射性物質の漏えいの評価結果	添付－68
【 4. 3 地震と津波の重畳】	
添付 4. 3－1 地震と津波の重畳時における臨界の評価結果	添付－82
添付 4. 3－2 地震と津波の重畳時における放射性物質の漏えいの評価結果	添付－92
添付 4. 3－3 放射線源の流出に関する評価結果	添付－100
【 4. 4 自然現象によらない事象】	
添付 4. 4－1 全交流電源喪失に関する評価結果	添付－101
【 5. 防護措置強化策】	
添付 5. 3 安全向上策	添付－104

加工工程図



神奈川県地震被害想定調査による震度分布図

神奈川県地震被害想定調査委員会が平成 21 年 3 月に報告した「神奈川県地震被害想定調査報告書」から引用した当社加工施設が受ける可能性のある大地震の震度を以下に示す。

調査委員会の調査では、次の観点で 8 つ（津波では 9 つ）の地震を想定している。

- ・地震発生の切迫性が高いとされている地震
- ・危機管理的視点から対応を検討しておく必要性が高い地震
- ・切迫性は高くないが、発生すれば甚大な被害が県全域に及ぶ可能性があり、長期的なまちづくりによる対応が求められる地震

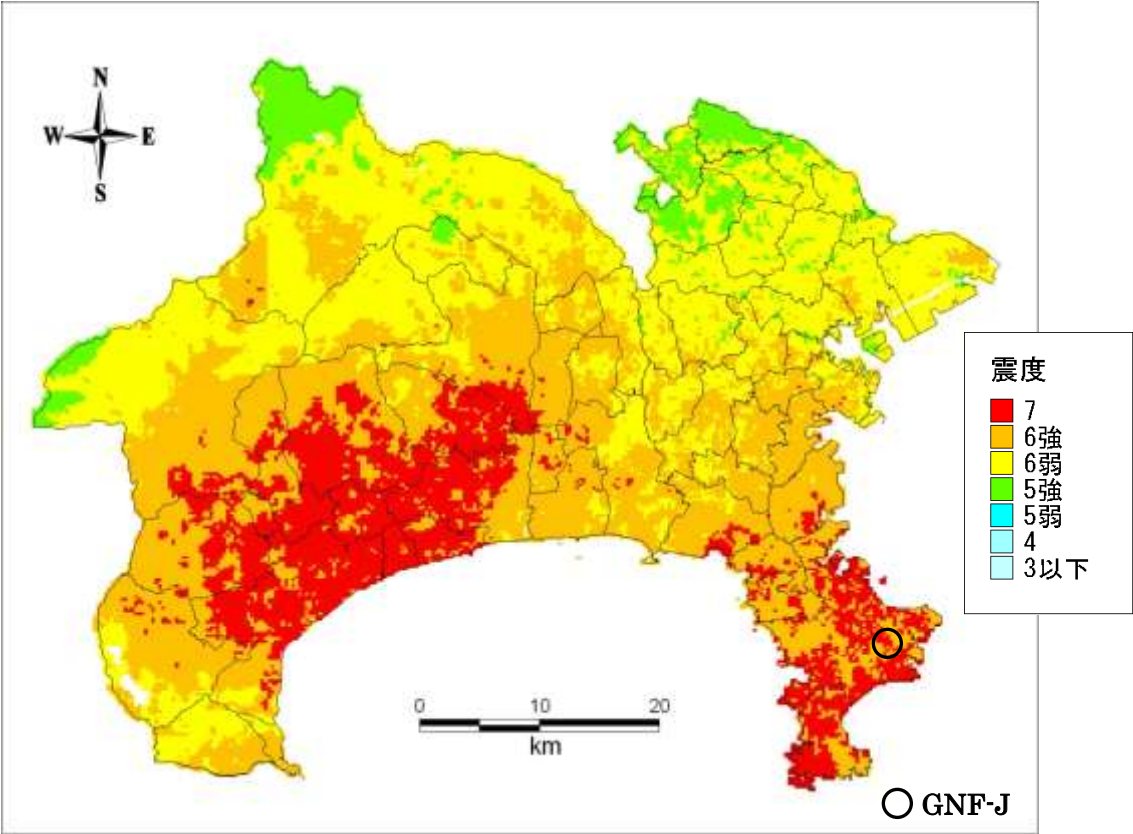
調査の予測手法として、強振動予測に関する研究の進展を踏まえて震源断層モデルを設定し、多くの地質・地盤データや地震観測結果を用いて作成した地盤モデルが採用されており、高精度の地震動予測となっている。

想定地震と横須賀市の震度予測結果の一覧を表－1 に示す。震度分布図は、横須賀市の震度が大きい地震について転載し、当社加工施設の位置を付加した。

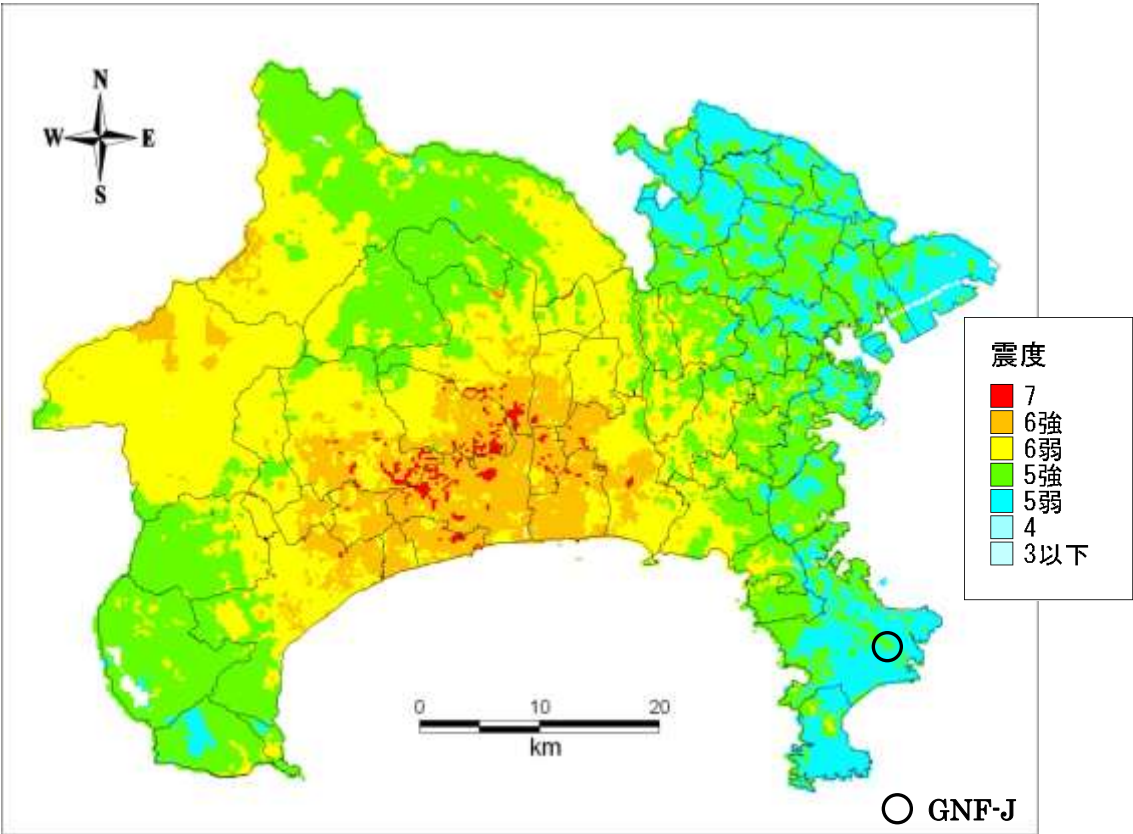
表－1 想定地震と横須賀市の震度予測結果の一覧

No.	想定地震名	マグニチュード	地震のタイプ	横須賀市の震度予測		震度分布図
				最大震度	最小震度	
1	東海地震	8 クラス	海溝型（駿河トラフ）	5 強	4	－
2	南関東地震 （大正関東地震の再来型）	7.9	海溝型（相模トラフ）	7	6 弱	図－1
3	神縄・国府津－ 松田断層帯の地震	7.5	活断層型	6 弱	5 弱	図－2
4	（参考）南関東地震と 神縄・国府津－松田断層帯 の連動地震	7.9 クラス	海溝型と活断層型の 連動	7	6 弱	図－3
5	三浦半島断層群の地震	7.2	活断層型	7	6 弱	図－4
6	東京湾北部地震	7.3	南関東直下 （プレート境界型）	6 弱	5 弱	図－5
7	神奈川県西部地震	7 クラス	未解明だが地殻内の 浅い地震として設定	5 強	4	－
8	神奈川県東部地震	7 クラス	予防対策用として想定 （プレート境界型）	6 弱	4	図－6
9	（参考）元禄型関東地震	8.1	海溝型（相模トラフ） ＊津波の想定のみ	－	－	－

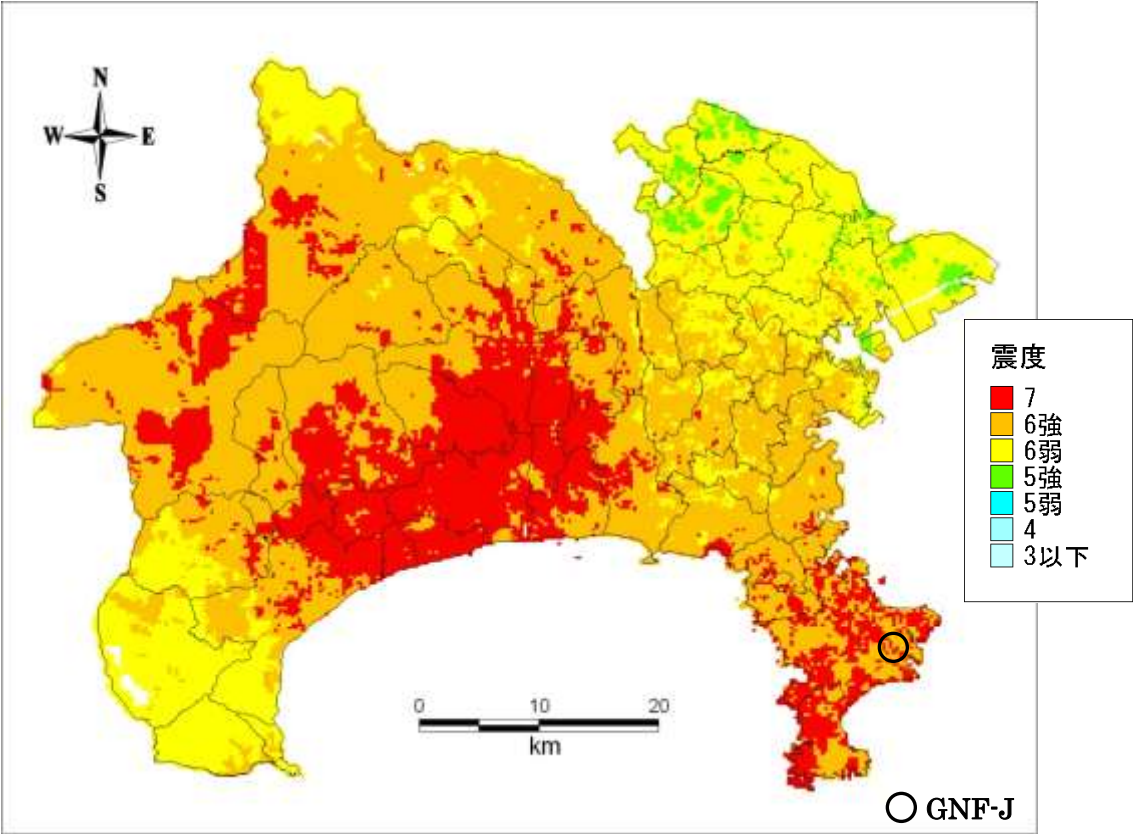
なお、平成 24 年 3 月 31 日に発表された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の報告における横須賀市での震度は、5 弱～6 弱である。



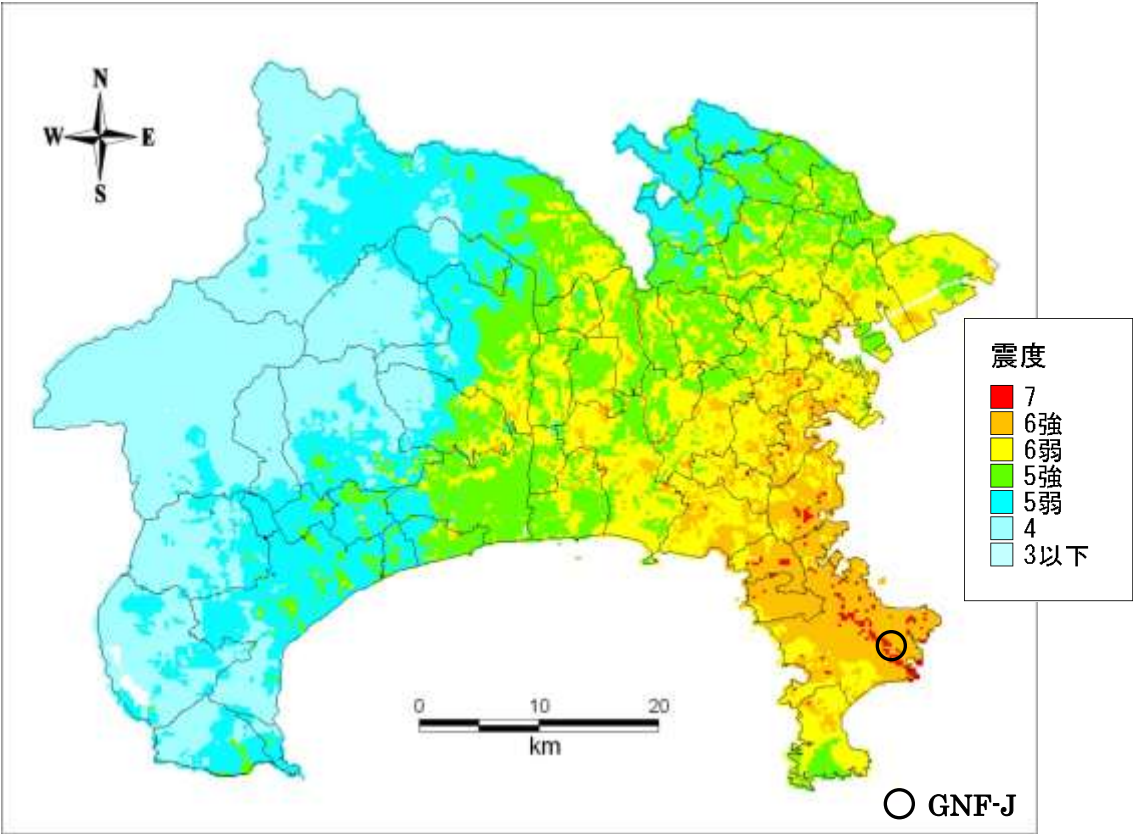
図－1 震度分布図（南関東地震）



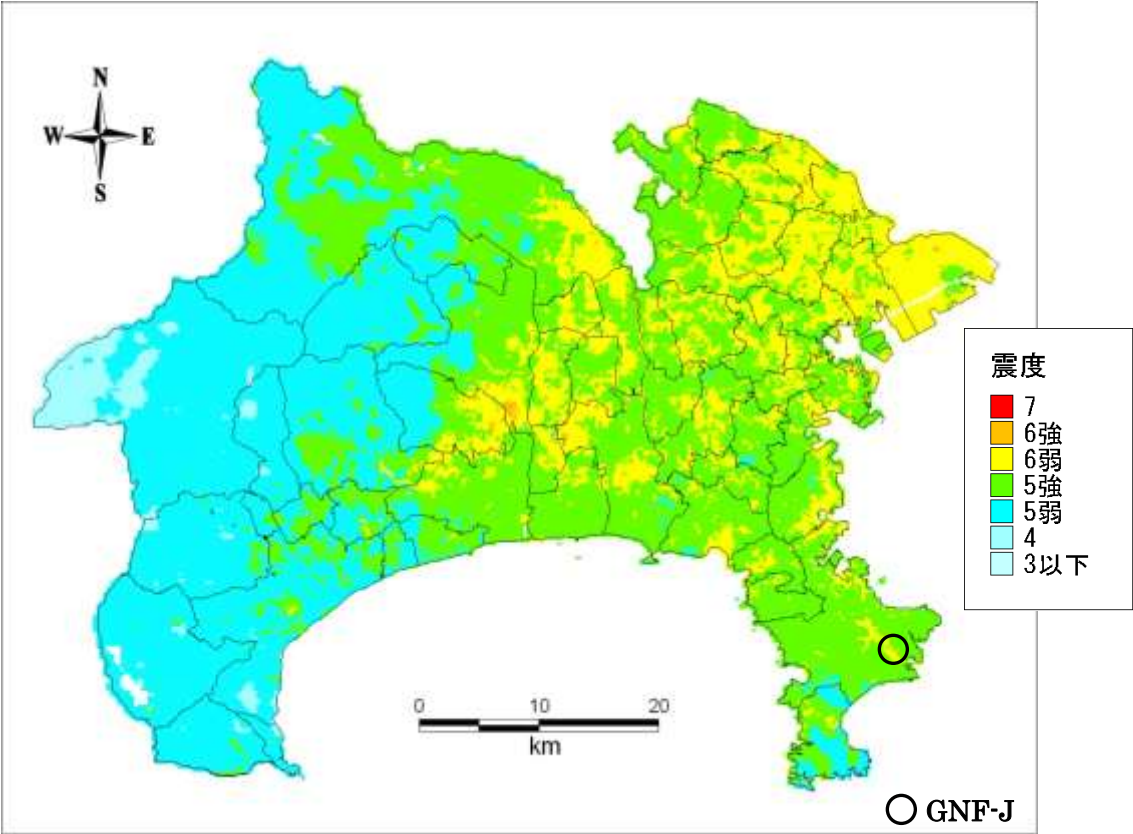
図－2 震度分布図（神縄・国府津－松田断層帯の地震）



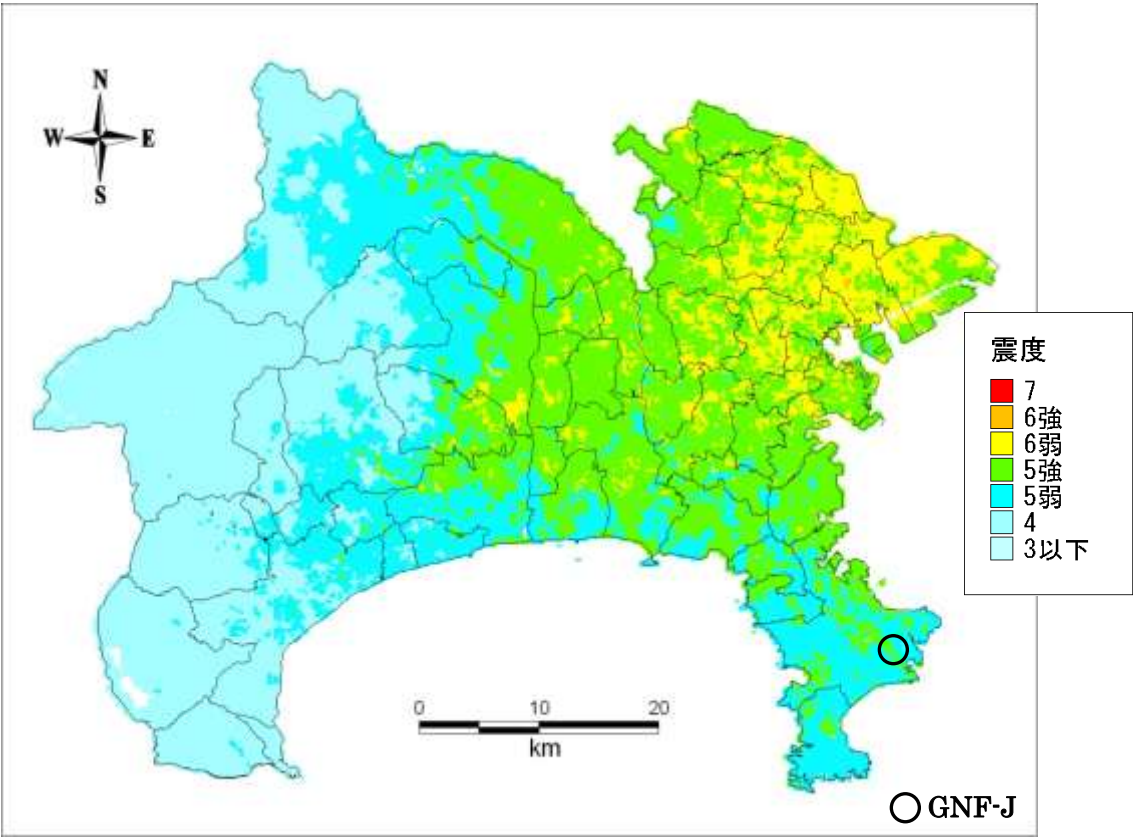
図－3 震度分布図（（参考）南関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震）



図－4 震度分布図（三浦半島断層群の地震）



図－ 5 震度分布図（東京湾北部地震）



図－ 6 震度分布図（神奈川県東部地震）

神奈川県地震被害想定調査による液状化想定図

神奈川県地震被害想定調査委員会が平成 21 年 3 月に報告した「神奈川県地震被害想定調査報告書」から引用した当社加工施設が受ける可能性のある大地震時の液状化想定図を以下に示す。

調査委員会の調査では、次の観点で 8 つ（津波では 9 つ）の地震を想定している。

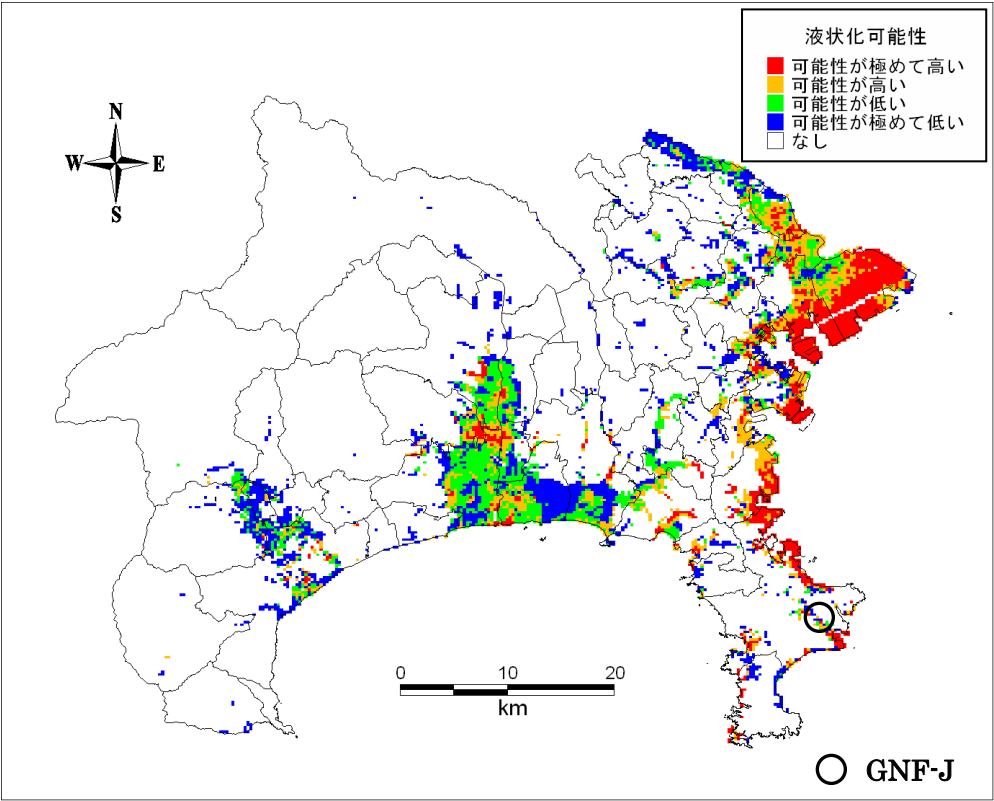
- ・地震発生の切迫性が高いとされている地震
- ・危機管理的視点から対応を検討しておく必要性が高い地震
- ・切迫性は高くないが、発生すれば甚大な被害が県全域に及ぶ可能性があり、長期的なまちづくりによる対応が求められる地震

調査の予測手法として、多くの地質・地盤データや地震観測結果を用いて作成した地盤モデルを用いて、「道路橋示方書」（道路協会、2002）に代表される FL 法およびこれを深度方向に積分した PL 法により行なわれている。予測単位は、250m メッシュとし、予測結果は、岩崎ほか（1980）による液状化危険度判定（PL 値によるランク判定）をもとにメッシュ単位で整理されている。

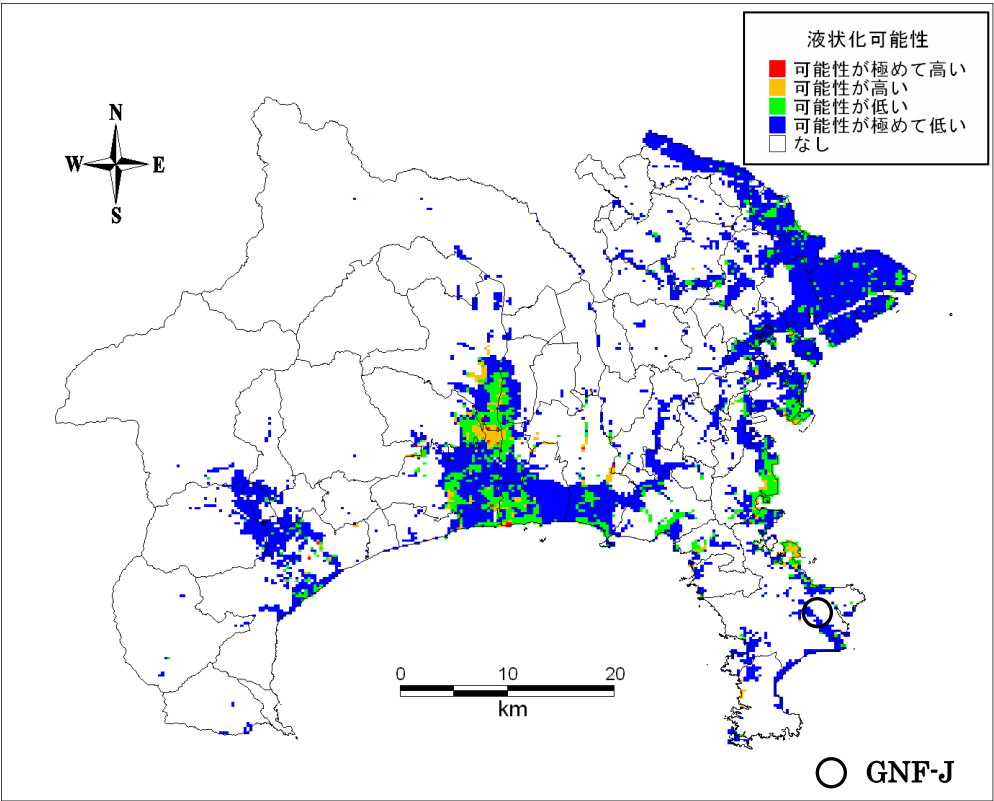
各想定地震における当社加工施設地域の液状化の可能性の一覧を表－1 に示す。液状化想定図は、当社加工施設地域の液状化の可能性が高い地震について転載し、当社加工施設の位置を付加した。

表－1 各想定地震における当社加工施設地域の液状化の可能性の一覧

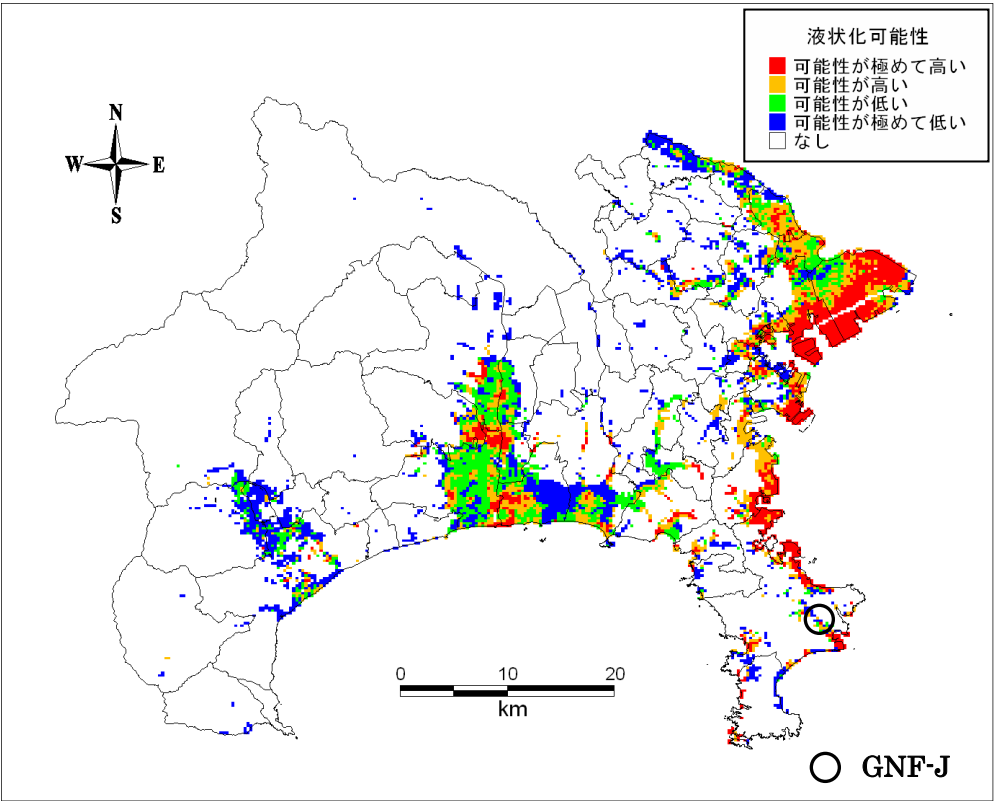
No.	想定地震名	マグニチュード	地震のタイプ	液状化の可能性	液状化想定図
1	東海地震	8 クラス	海溝型（駿河トラフ）	極めて低い	－
2	南関東地震 （大正関東地震の再来型）	7.9	海溝型（相模トラフ）	低い	図－1
3	神縄・国府津－ 松田断層帯の地震	7.5	活断層型	極めて低い	図－2
4	（参考）南関東地震と 神縄・国府津－松田断層帯 の連動地震	7.9 クラス	海溝型と活断層型の 連動	低い	図－3
5	三浦半島断層群の地震	7.2	活断層型	低い	図－4
6	東京湾北部地震	7.3	南関東直下 （プレート境界型）	低い	図－5
7	神奈川県西部地震	7 クラス	未解明だが地殻内の 浅い地震として設定	極めて低い	－
8	神奈川県東部地震	7 クラス	予防対策用として想定 （プレート境界型）	極めて低い	図－6
9	（参考）元禄型関東地震	8.1	海溝型（相模トラフ） ＊津波の想定のみ	－	－



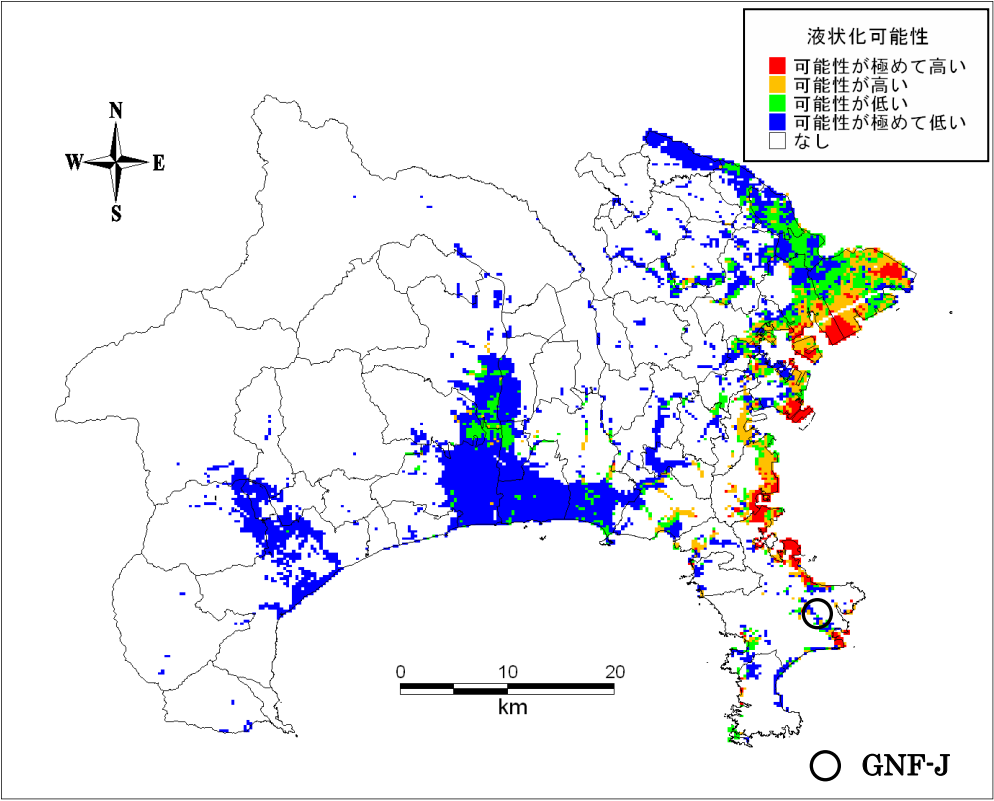
図－1 液状化想定図（南関東地震）



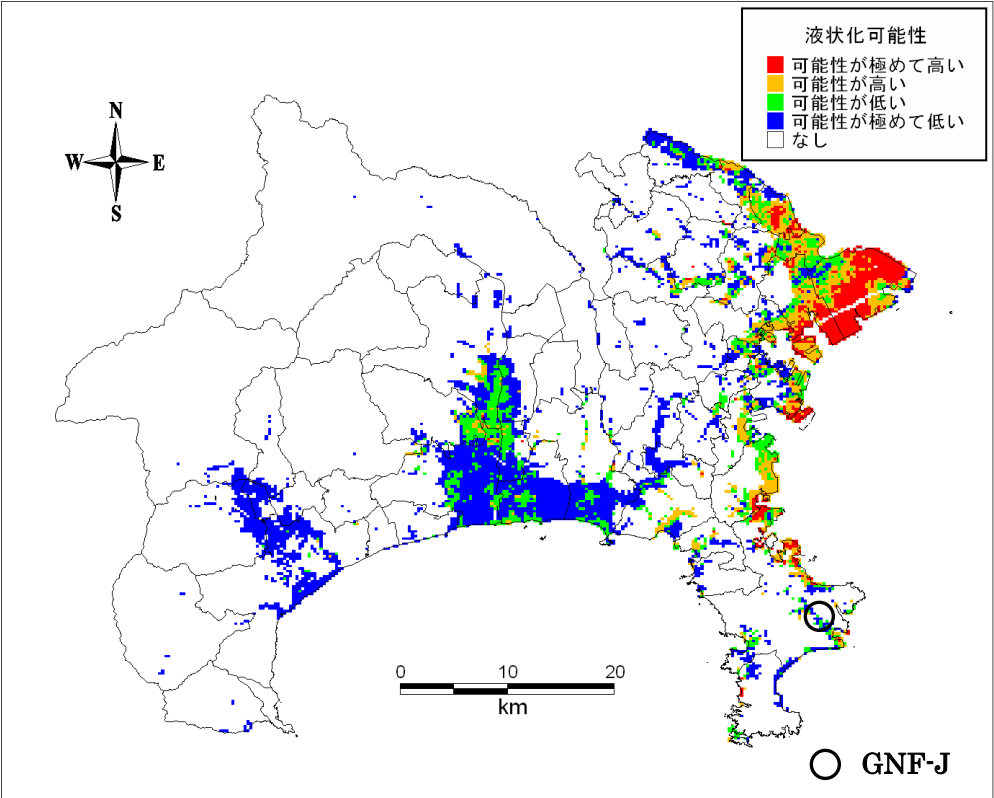
図－2 液状化想定図（神縄・国府津－松田断層帯の地震）



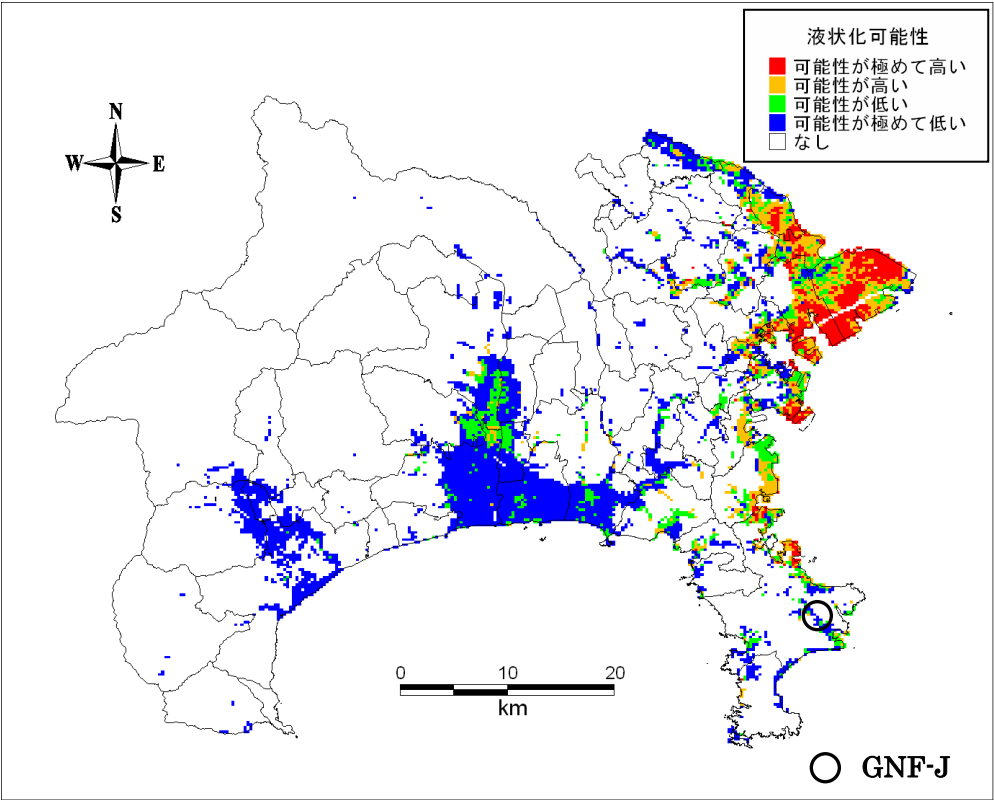
図－ 3 液状化想定図 ((参考) 南関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震)



図－ 4 液状化想定図 (三浦半島断層群の地震)



図－ 5 液状化想定図（東京湾北部地震）



図－ 6 液状化想定図（神奈川県東部地震）

神奈川県津波浸水予測図

神奈川県では、平成 18 年度・19 年度に津波浸水予測図を公表しているが、今後の県の津波対策を検討するため、「神奈川県津波対策推進会議」の下に、新たに学識者、国、県等による「津波浸水想定検討部会」を設置し、技術的見地から現在想定している津波の規模、浸水範囲等について再検証を行い、新たな津波浸水予測図を平成 24 年 3 月 30 日に公表した。この津波浸水予測図では、発生頻度は極めて低いものの発生すれば甚大な被害をもたらす「最大クラスの津波」といえる「慶長型地震」、「明応型地震」、「元禄型関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震」も想定して、表－1 に示す 12 の地震時の津波を選定して作成された。（図－1 の震源位置図参照）

久里浜港の最大津波高さ、津波到達時間および当社加工施設付近の浸水深さの一覧を表－2 に示す。浸水予測図は、当社加工施設付近の浸水深さが大きい地震について切り取って転載し、当社加工施設の位置を付加した。

当社加工施設付近は、慶長型地震（久里浜港の最大津波高さは 6.56m）および三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震（久里浜港の最大津波高さは 4.77m）において、0.5m 未満の浸水が想定される。

なお、平成 24 年 3 月 31 日に発表された「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の報告における横須賀市での最大津波高さは 5.2m であり、当社加工施設への影響は慶長型地震より小さいと考えられる。

表－1 津波浸水予測図で選定された地震の一覧

No.	地震名	マグニチュード	地震の特徴と選定理由
1	慶長型地震	8.5	地震の揺れはあまり大きくなくても、神奈川県に対し最大規模の津波を生じる可能性がある地震。
2	明応型地震	8.4	地震の揺れも津波も大きく、鎌倉では大仏殿まで津波（推定津波高さ 8～10m）が達したという史料がある。
3	元禄型関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震	8.3	可能性がある連動ケースとして、二つの地震の連動を想定。元禄型関東地震は、揺れが非常に大きい地震。
4	元禄型関東地震	8.1	揺れが非常に大きい地震。鎌倉では二の鳥居まで津波（推定津波高さ 8m）が浸入した。
5	房総半島南東沖地震	8 クラス	震源が比較的遠いため、地震の揺れはあまり小さくなくても、津波は比較的大きい地震。
6	南関東地震	7.9	大正関東大震災の再来を想定したもの。神奈川県では津波による家屋流出が報告されている。
7	神奈川県西部地震	7 クラス	現在の地域防災計画で切迫性が指摘され、津波被害も想定される地震。
8	東海地震	8 クラス	「東海地震に関する専門調査会」で想定されている地震で、駿河トラフを震源域とし、切迫性の高い地震。
9	神縄・国府津－松田断層帯地震	7.5	「首都直下地震対策専門調査会」の想定に準じて断層モデルを設定。
10	神奈川県東部地震	7 クラス	「南関東直下の地震対策に関する大綱」の検討結果を踏まえた、神奈川県庁直下を震源とした断層モデル。
11	三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震	7 クラス	東京湾内部への津波評価のため、東京湾湾口部で生じる可能性がある地震（南関東断層のスプレー断層）。
12	東京湾内地震	7 クラス	首都圏減災プロジェクトで新たに見つけた断層を震源とする東京湾内部への影響が大きい地震の一つ。

表-2 久里浜港の最大津波高さおよび当社加工施設付近の浸水深さの一覧表

No.	地震名	地盤変異量 (m)	到達時間 (分)	最大津波高さ (m)	当社施設付近の 浸水深さ (m)	浸水予測図
1	慶長型地震	-0.02	61	6.56	0.15 ~ 0.50	図-2
2	明応型地震	0.09	159	4.41	0	図-3
3	元禄型関東地震と 神縄・国府津-松田 断層帯の連動地震	0.78	159	4.93	0	図-4
4	元禄型関東地震	0.79	144	4.26	0	-
5	房総半島南東沖地震	0.02	124	6.21	0	図-5
6	南関東地震	0.97	97	3.30	0	-
7	神奈川県西部地震	-0.01	170	3.08	0	-
8	東海地震	-0.01	105	2.25	0	-
9	神縄・国府津- 松田断層帯地震	0	130	2.63	0	-
10	神奈川県東部地震	0.03	106	0.95	0	-
11	三浦半島断層群- 鴨川低地断層帯地震	3.04	4	4.77	0.15 ~ 0.50	図-6
12	東京湾内地震	-0.05	48	2.27	0	-

地盤変異量は、津波の数値計算に用いた値

到達時間は、海岸の沿岸部において最大水位が発生する時間

最大津波高は、朔望平均満潮位 (+0.9m) の補正を考慮し、負側の地盤変異量を足し合わせた水位

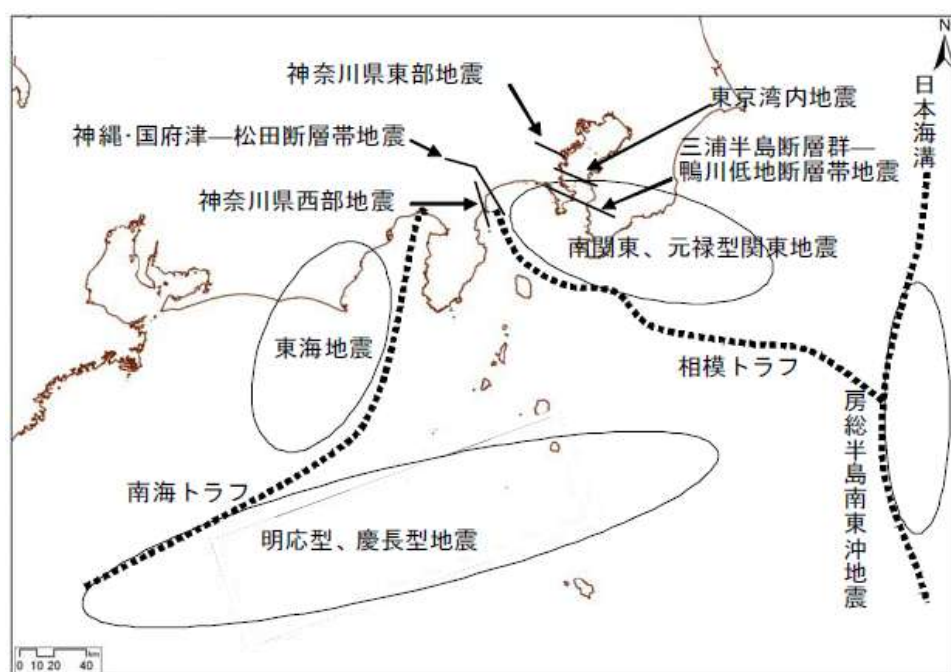
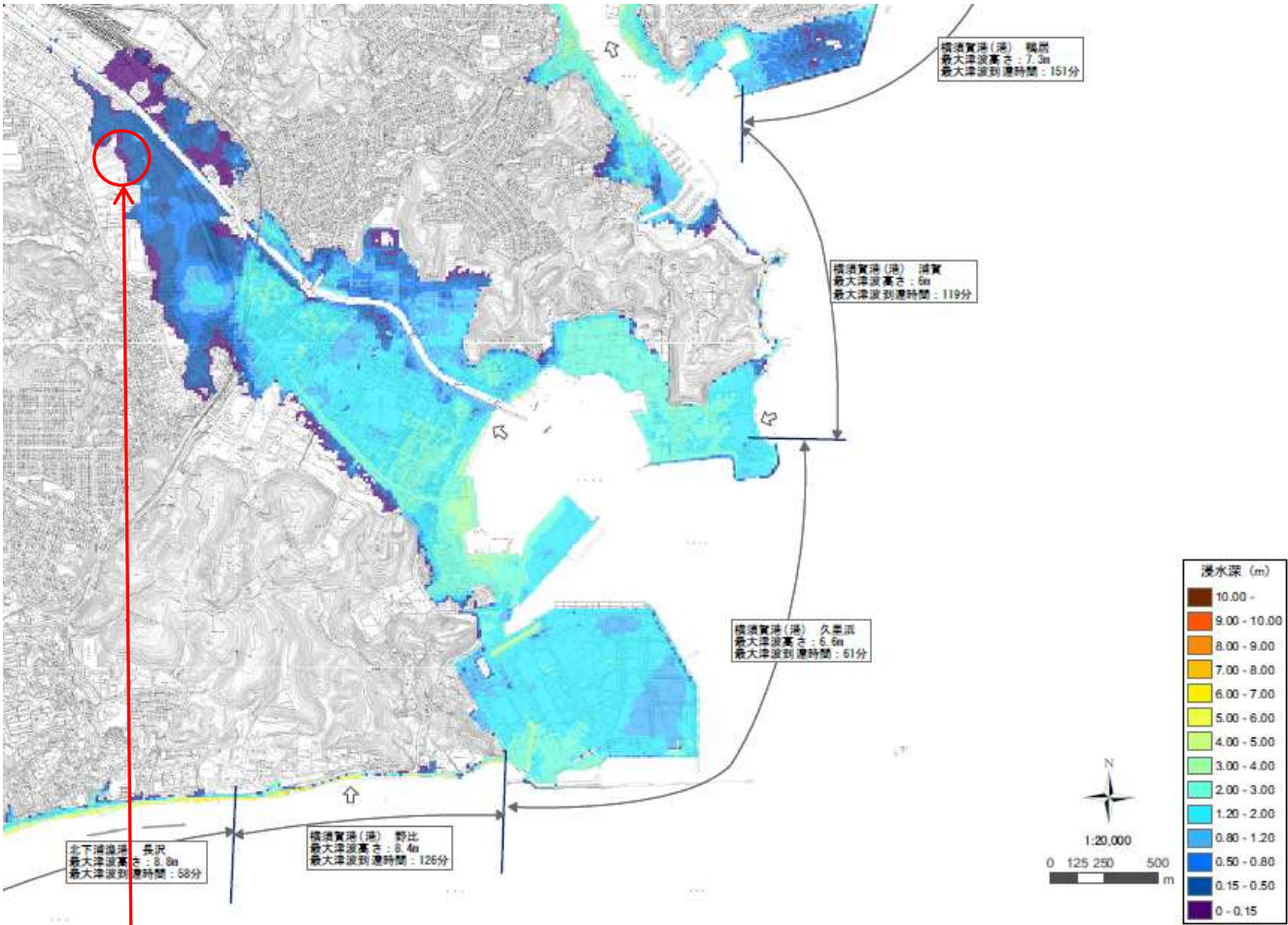


図-1 津波浸水予測図で選定された地震の震源位置図



拡大図

GNF-J

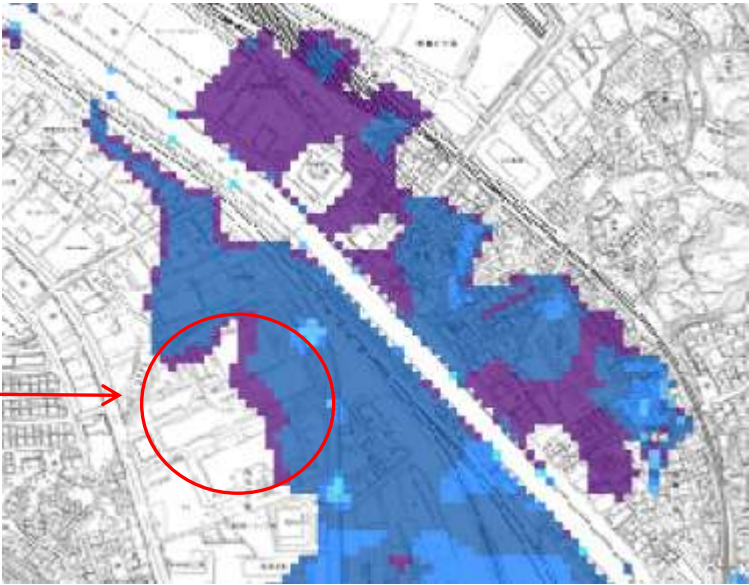


図-2 津波浸水予測図 (慶長型地震)

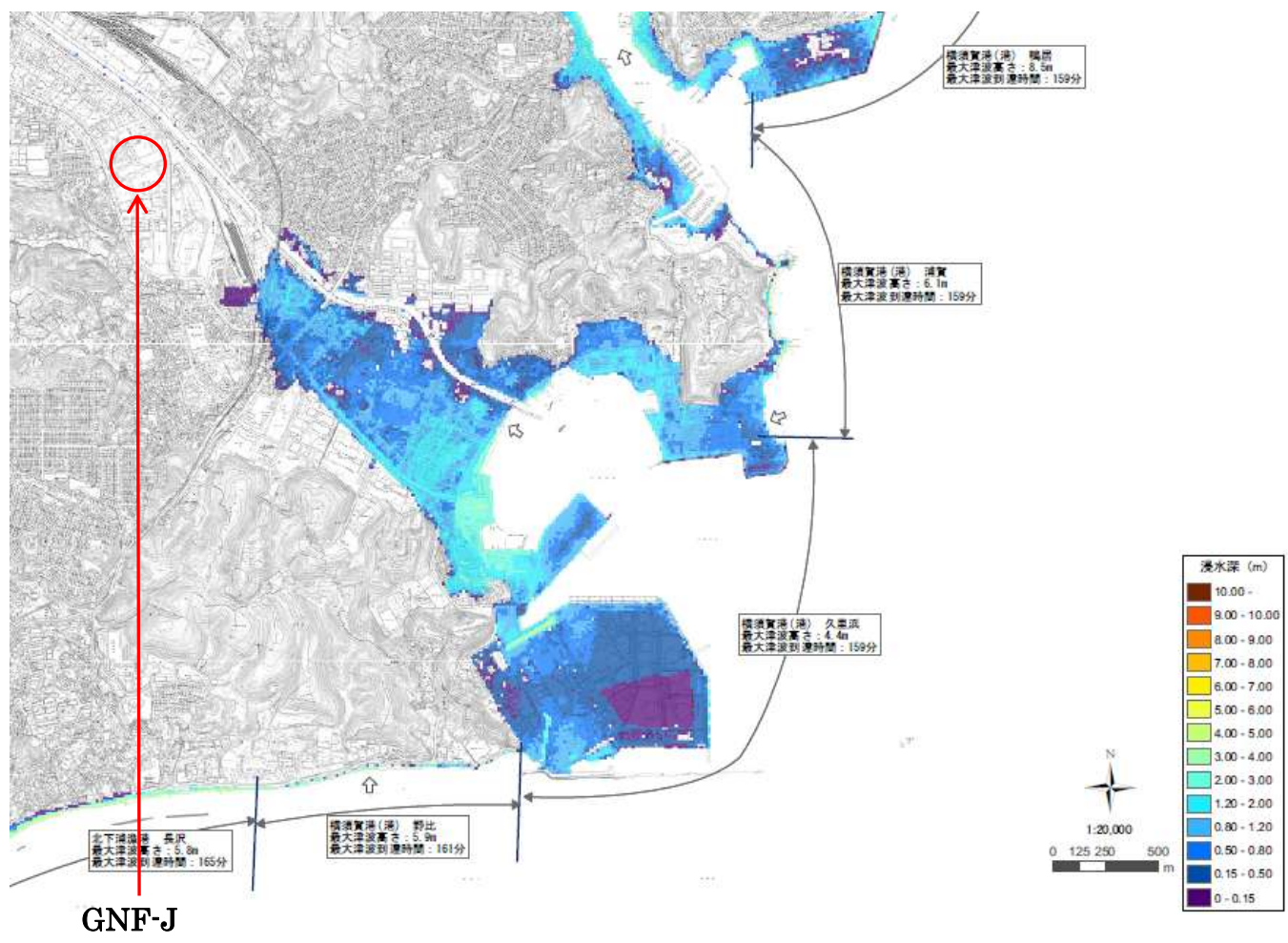


図- 3 津波浸水予測図 (明応型地震)

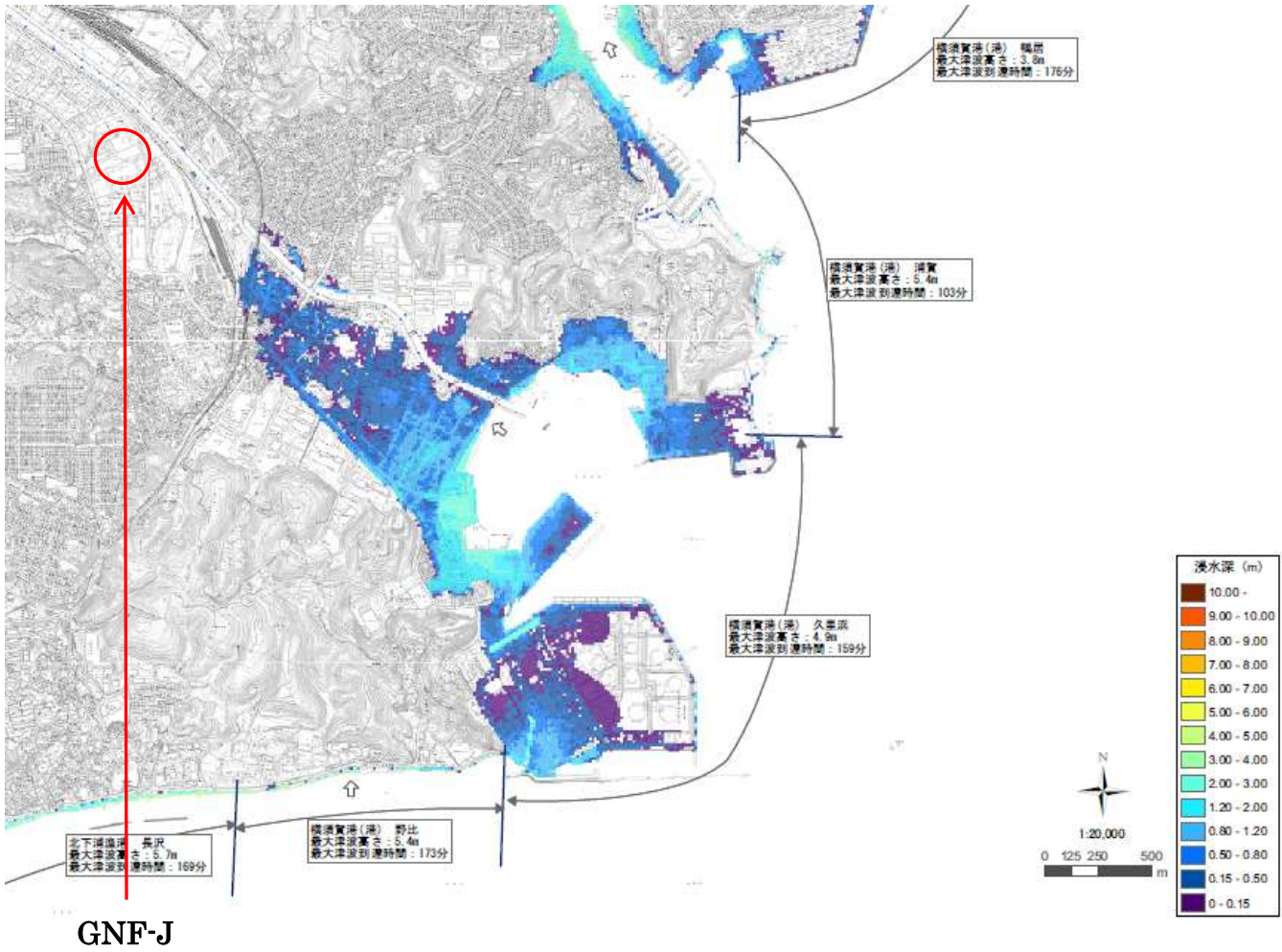
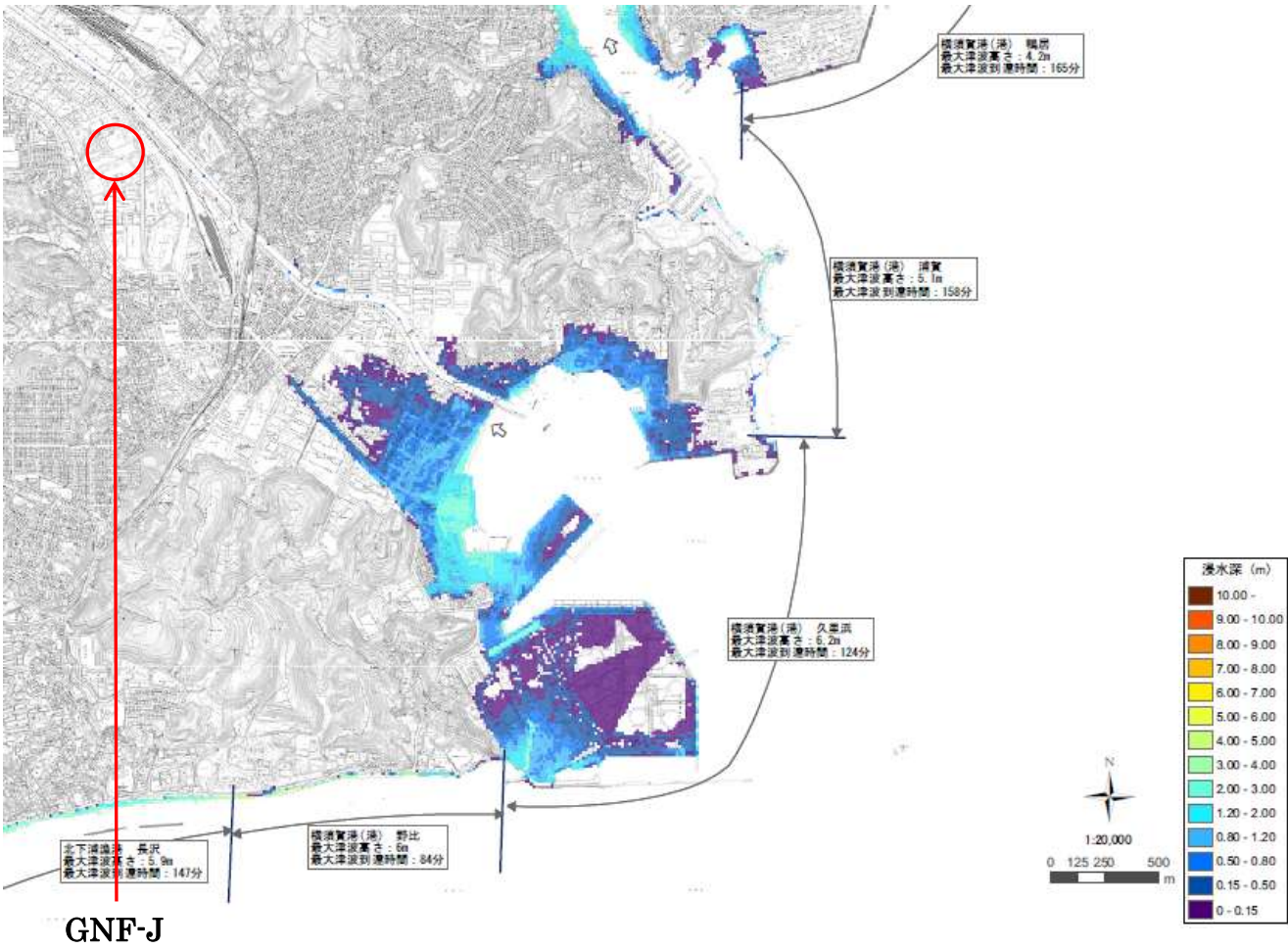
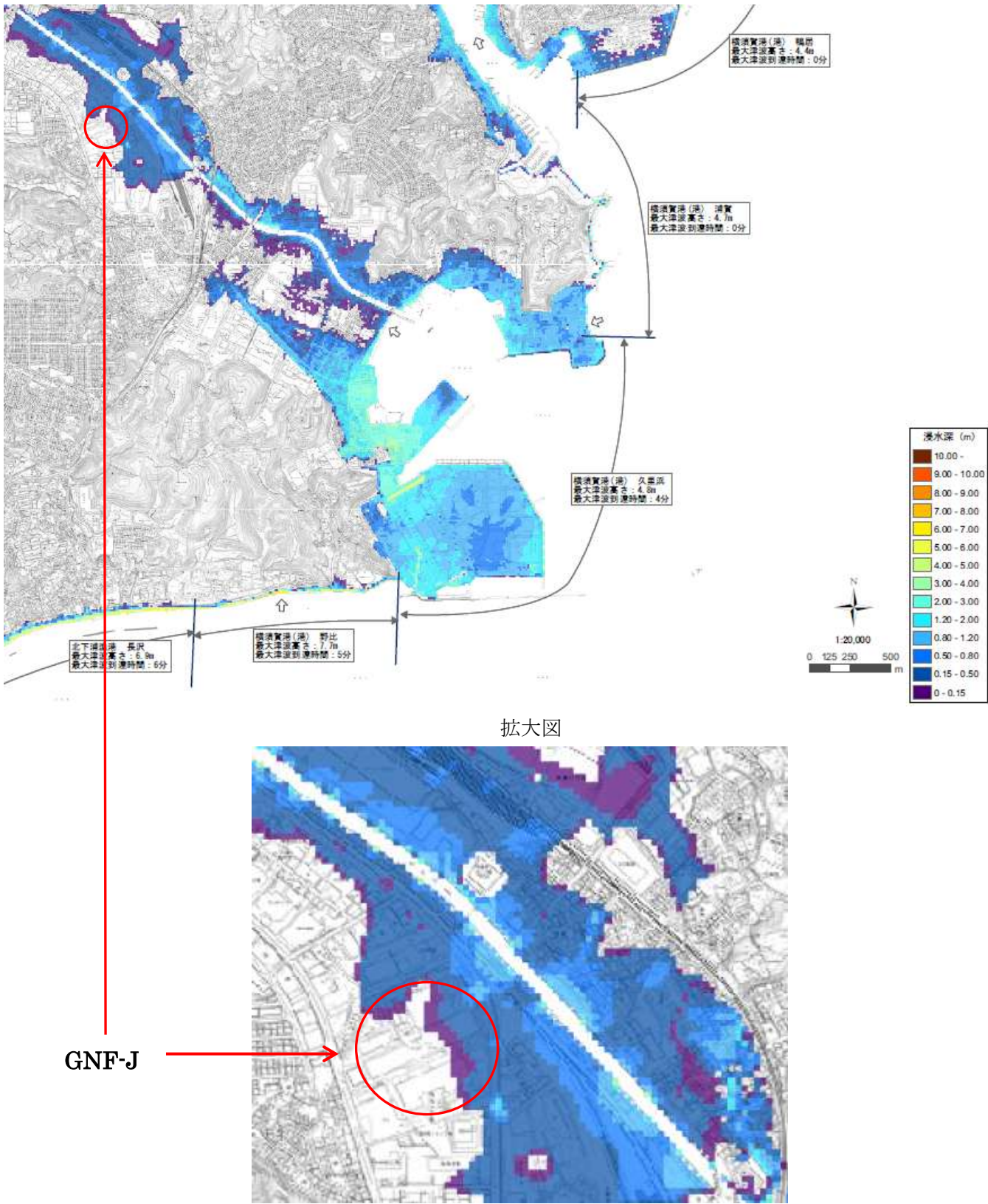


図-4 津波浸水予測図(元禄型関東地震と神縄・国府津-松田断層帯の連動地震)



図一 5 津波浸水予測図 (房総半島南東沖地震)



図－6 津波浸水予測図 (三浦半島断層群－鴨川低地断層帯地震)

当社加工施設周辺の平作川水系浸水想定区域図

神奈川県が公表している浸水想定区域図のうち、当社加工施設の近くを流れている平作川が溢水、破堤した場合の浸水想定区域を示した「平作川水系浸水想定区域図」を以下に示す。

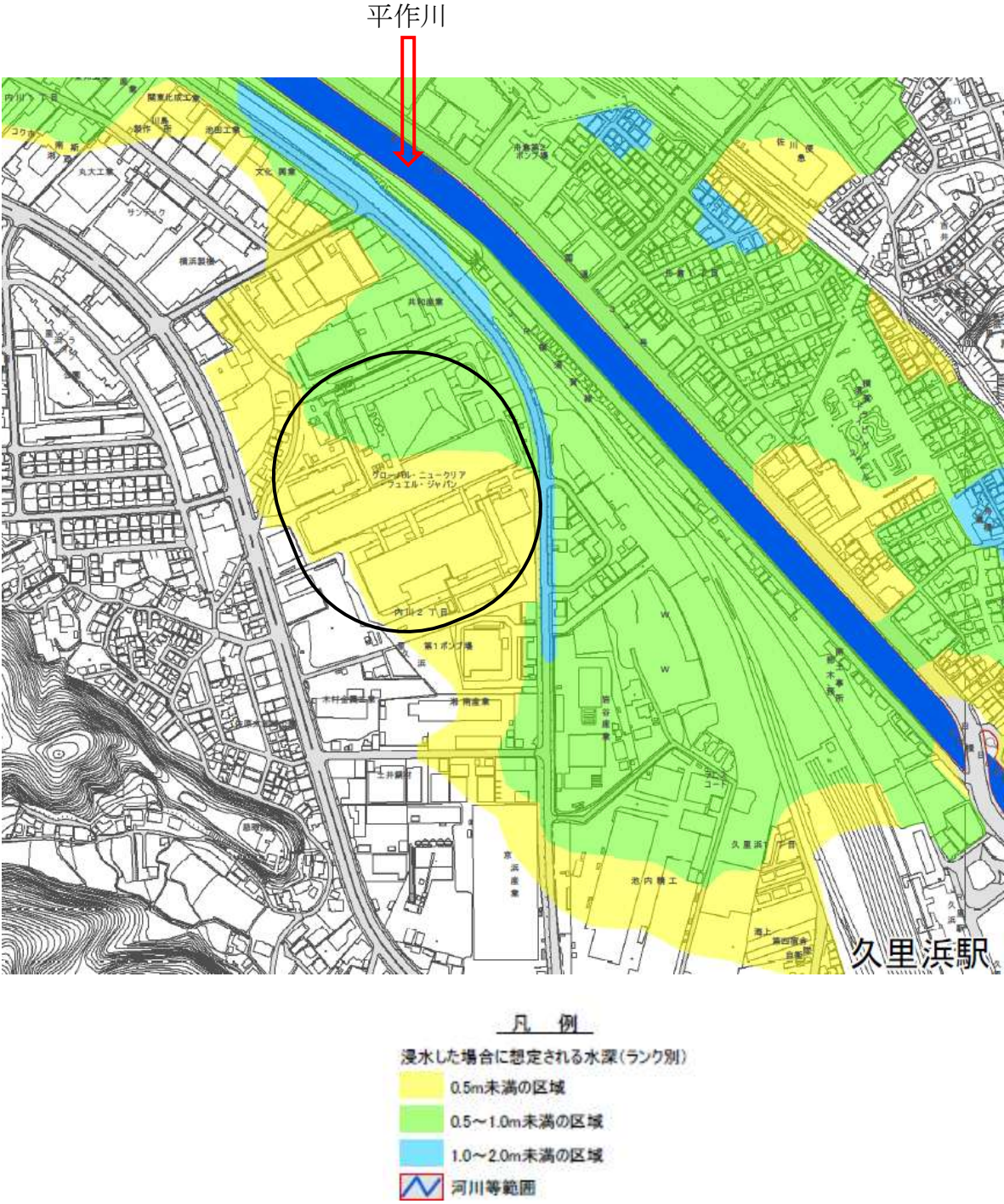
浸水想定区域図は、河川毎の洪水防御に関する計画の基本となる降雨である概ね 50 年に 1 回程度の大雨が降ったことにより、河川がはん濫した場合に想定される浸水の状況をシミュレーションにより求め、浸水が想定される区域と水深を表示したものである。

平作川浸水想定区域図の計算条件は、以下のとおりである。

- ・平作川の計画降雨量として、1 時間最大 82mm を使用する。
- ・平作川で、危険となる水位に達した時点で破堤、堤防のある区間においては越水および堤防のない区間においては溢水したときのはん濫計算結果を基に作成する。
- ・はん濫計算は、対象区域を 50m 格子（計算メッシュという）に分割して、これを 1 単位として計算する。また、計算メッシュの地盤高は基本的に縮尺 1 / 2,500 の地形図データを基に平均地盤高を算定したものを使用する。このため、微地形による影響は表わせていない場合がある。
- ・浸水想定区域や等深線は、はん濫計算から計算メッシュ毎に想定水位を算出し、隣接する計算メッシュとの連続性や、縮尺 1 / 2,500 の地形図上の地形、連続盛土構造物（道路や鉄道盛土等）を考慮して図化する。

神奈川県が公表した「平作川水系浸水想定区域図」（平成 20 年 6 月 3 日時点）から、当社加工施設周辺を切り取った図を図－1 に示す。

平作川がはん濫した場合、当社加工施設の北東側地域は 0.5～1.0m 未満の浸水が想定され、また、南西側地域は 0.5m 未満の浸水が想定される。第 1 加工棟および第 2 加工棟等の主要加工施設の床面は、敷地地面より 1m 高くしていることから、主要加工施設への浸水は生じないと考えられる。



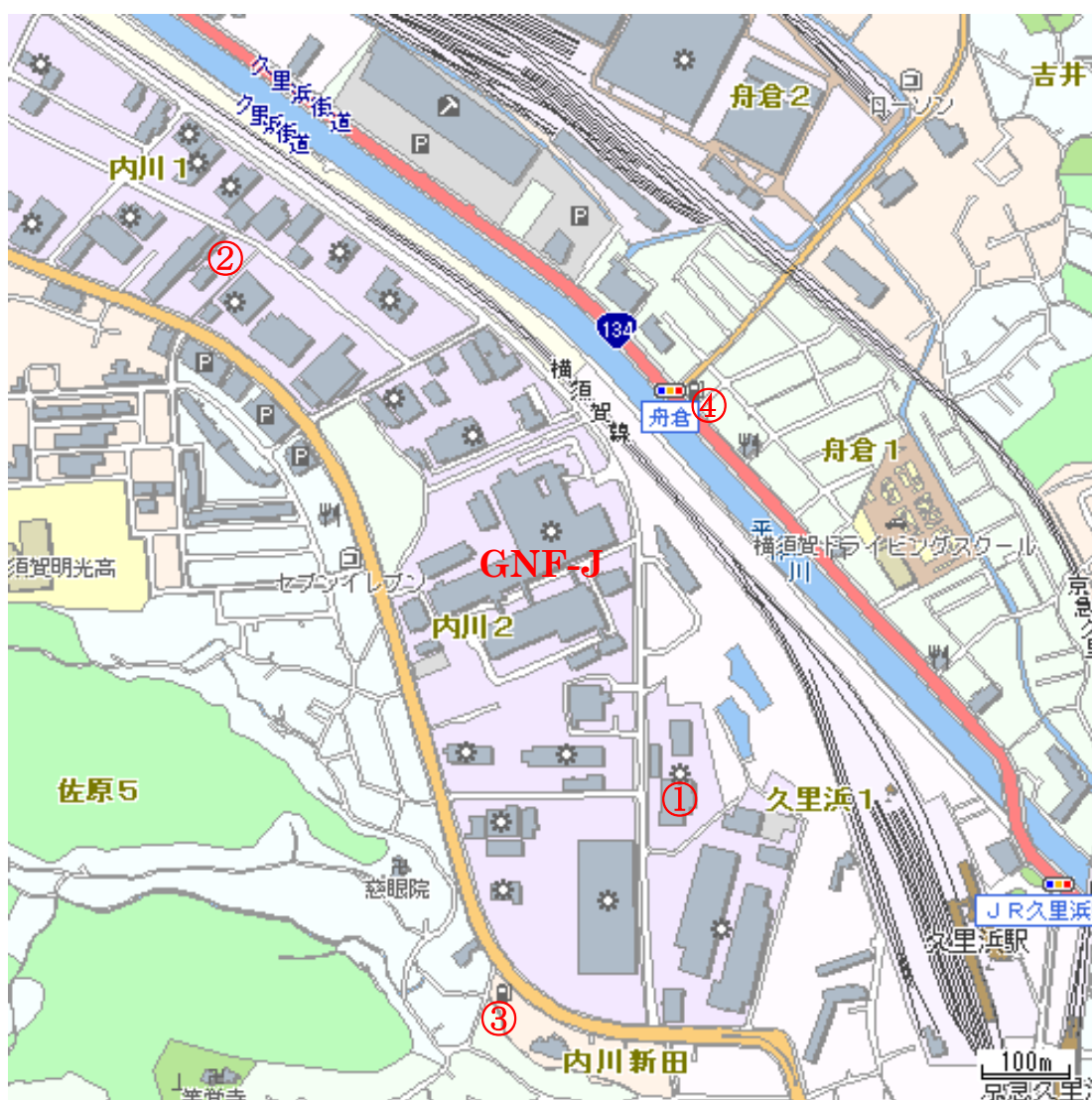
図－1 当社加工施設周辺の平作川水系浸水想定区域図

当社加工施設周辺の危険物取扱施設

当社加工施設の周辺で火災発生可能性がある危険物を取り扱う施設を、ウォークダウン（現場踏査）等で調査した結果を図－1 に示す。

危険物を取り扱う施設としては、液化石油ガス（一般名はプロパンガス：以下 LP ガスという）取扱施設およびガソリンスタンドがあげられる。

当社加工施設から南東側約 200m の位置 ①と北西側約 400m の位置 ②との 2 か所に LP ガス取扱施設が存在する。また、当社加工施設から直線距離約 500m 以内の位置 ③～④にガソリンスタンドが 2 か所存在する。



①～②：LP ガス取扱施設

③～④：ガソリンスタンド

図－1 当社加工施設周辺の危険物取扱施設

ウラン加工施設安全審査指針における安全上重要な施設

「安全上重要な施設」は、その機能喪失により、一般公衆及び放射線業務従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれのある構築物、系統及び機器並びに事故時に一般公衆及び放射線業務従事者に及ぼすおそれのある過度の放射線被ばくを緩和するために設けられた構築物、系統及び機器をいう。

ウラン加工施設における「安全上重要な施設」としては、次に掲げる各号のいずれかに該当する建物・構築物、系統及び設備・機器をいう。

- (1) ウランを非密封で大量に取扱う設備・機器。
- (2) ウランを限定された区域に閉じ込めるための設備・機器であって、その機能喪失により作業環境又は周辺環境に著しい放射能汚染の発生のおそれのあるもの。
- (3) 臨界安全上核的制限値のある設備・機器及び当該制限値を維持するために必要な設備・機器。
- (4) 火災・爆発等の防止上、熱的制限値又は化学的制限値のある設備・機器及び当該制限値を維持するために必要な設備・機器。
- (5) 非常用電源等であって、その機能喪失によりウラン加工施設の安全性が著しく損なわれるおそれのある系統及び設備・機器。
- (6) 上記(1)～(5)の設備・機器が設置されている建物・構築物。

評価対象とした設備・機器の部屋単位での評価区分

各想定事象において、評価の対象となる部屋を表－1に示す。

なお、表中の〇〇ET-No は地震時のイベントツリー名称を指し、「－」は評価対象外であることを示す。

表－1 各想定事象における各部屋の評価区分

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	想定事象			
				火災	水素爆発	臨界	漏えい
第1 加工棟 (第1種)	A01	第1酸化ウラン 取扱室	搬送コンベヤ, トラバース	火災 ET-01 火災 ET-03	－ (水素を取り 扱わない) (以下同じ)	臨界 ET-02	漏えい ET-02
	A02	第1－2階 粉末取扱室 A	搬送コンベヤ	火災 ET-01	－	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	A03	第1－2階 粉末取扱室 B	搬送コンベヤ	火災 ET-01	－	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	A04	第1ガドリニア 粉末取扱室	粉末受入装置, 混合装置	火災 ET-01 火災 ET-03	－	臨界 ET-02	漏えい ET-03
	A05	第1－1階 粉末取扱室	A型酸化ウラン 保管棚	火災 ET-01 火災 ET-04	－	臨界 ET-02	漏えい ET-04
	A06	第1ガドリニア 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	火災 ET-01 火災 ET-04	－	臨界 ET-02	漏えい ET-05
	A07	第1ガドリニア 炉室	焼結炉	火災 ET-01	爆発 ET-01	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	A08	第1ガドリニア 装填室	研削装置 研削屑分離装置	火災 ET-01 火災 ET-06	－	臨界 ET-02	漏えい ET-06
	A09	第1ペレット 取扱室	チェーンリフト	火災 ET-01	－	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	A10	第1－2汚染 検査室	サンブ	－ (ウラン取 扱いなし)	－	－ (ウラン取 扱いなし)	－ (ウラン取 扱いなし)
	A11	第1廃棄物 減容室	フィルタ減容 装置	火災 ET-01	－	－ (最小臨界 質量未達)	漏えい ET-01
	A12	第1廃棄物 処理室	サンブ	－ (ウラン取 扱いなし)	－	－ (ウラン取 扱いなし)	－ (ウラン取 扱いなし)
	A13	第1－1機材 準備・保管室	サンブ	－ (ウラン取 扱いなし)	－		
	A14	第1－2, 1－ 3機材準備・保 管室	サンブ	－ (ウラン取 扱いなし)	－		
	A15	第1－1機械 工作室	－ (ウランを扱う 設備は無い)	－ (ウラン取 扱いなし)	－	－ (ウラン取 扱いなし)	－ (ウラン取 扱いなし)
	A16	第1－2機械 工作室	サンドブラスト	－ (含有量少)	－	－ (最小臨界 質量未達)	漏えい ET-01
	A17	第1化学分析室 第1物理試験室 第1分光分析室 第1－1金相検 査室	フード, 電気炉 (試験炉)	火災 ET-01 火災 ET-04 火災 ET-05	爆発 ET-02	－ (最小臨界 質量未達)	漏えい ET-07
	A18	第1－2～3 分析室	フード	火災 ET-01	－		

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	想定事象			
				火災	水素爆発	臨界	漏えい
第 1 加工棟 (第 1 種)	A19	第 1 - 1 ~ 2 フィルタ室	排気用送風機	— (含有量少)	—	— (含有量少)	— (含有量少)
	A20	第 1 - 4 ~ 6 廃棄物貯蔵場 第 1 - 9 ~ 11 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	火災 ET-07	—	— (含有量少)	— (含有量の少 ない廃棄物)
第 1 加工棟 (第 2 種)	B02	第 1 酸化ウラン 搬入室	放射性固体 廃棄物	— (含有量少)	—	— (含有量少)	— (含有量の少 ない廃棄物)
	B03	第 1 燃料棒 検査室	X 線検査装置	— (燃料棒の 取扱い)	—	臨界 ET-02	漏えい ET-08
	B04	第 1 - 1 ~ 2, 7 ~ 8, 12 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	火災 ET-07	—	— (含有量少)	— (含有量の少 ない廃棄物)
	B05	第 1 発送品 保管場	燃料体輸送容器	— (輸送容器の 取扱い)	—	— (輸送容器)	— (輸送容器)
第 1 加工棟 (非管理)	C01	第 1 安全管理室	安全監視盤	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
	C02	第 1 - 1 ~ 3 空調機室	給気用送風機	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
第 2 加工棟 (第 1 種)	D01	第 2 - 3 階酸化 ウラン取扱室	粉末移し替え フード	火災 ET-01 火災 ET-02 火災 ET-03	—	臨界 ET-03	漏えい ET-09 漏えい ET-10
	D02	第 2 - 2 階酸化 ウラン取扱室	圧縮・造粒装置	火災 ET-01 火災 ET-03	—	臨界 ET-02	漏えい ET-11
	D03	第 2 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	D04	第 2 炉室	焼結炉	火災 ET-01	爆発 ET-01	臨界 ET-01 臨界 ET-04	漏えい ET-12
	D05	第 2 装填室	研削装置 研削屑分離装置	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	D06	第 2 ウラン 回収室第 1 区域	酸化還元炉	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	D07	第 2 廃棄物 処理室	ホールドアップ タンク	— (含有量少)	—	— (含有量少)	— (含有量少)
	D08	第 2 機械工作室	機械工作設備	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
	D09	第 2 開発実験室	汎用フード	火災 ET-01	—	— (最小臨界 質量未満)	漏えい ET-01
	D10	第 2 フィルタ室	排気用送風機	— (含有量少)	—	— (含有量少)	— (含有量少)
	D11	第 2 汚染検査室	手洗い流し	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
	D12	第 2 洗濯室	洗濯機, 乾燥機		—		
	D13	第 2 安全管理 計測室	アルファカウン タ		—		
	D14	A 搬送路	搬送コンベヤ	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	D15	B 搬送路	搬送コンベヤ	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	想定事象			
				火災	水素爆発	臨界	漏えい
第 2 加工棟 (第 2 種)	E01	第 2 酸化ウラン 貯蔵場	酸化ウラン 貯蔵棚	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	E02	第 2 酸化ウラン 搬入室	クレーン	火災 ET-01	—	臨界 ET-05	漏えい ET-01
	E03	第 2 酸化ウラン 搬送室	制御設備	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
	E04	第 2 組立室	燃料棒溶接部 検査装置	— (燃料棒, 燃料体の取 扱い)	—	臨界 ET-05	— (燃料棒, 燃料体の取 扱い)
	E05	第 2 - 地下 1 階 発送品保管場 第 2 - 3 階発送 品保管場	燃料体輸送容器	— (輸送容器の 取扱い)	—	— (輸送容器の 取扱い)	— (輸送容器の 取扱い)
	E06	C 搬送路	燃料棒搬送装置 (C 搬送路)	— (燃料棒, 燃料体の取 扱い)	—	— (最小臨界 本数未満)	漏えい ET-01
	E07	第 2 ウラン回収 室第 2 区域	サンプタンク	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
第 2 加工棟 (非管理)	F01	第 2 安全管理室	安全監視盤	— (ウラン取 扱いなし)	—		
	F02	第 2 環境分析室	環境分析器具	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
	F03	第 2 空調機室	給気用送風機	— (ウラン取 扱いなし)	—	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)
第 2 貯蔵棟 (第 2 種)	G01	第 2 (1 階)酸化 ウラン貯蔵場	粉末輸送容器	— (輸送容器の 取扱い)	—	— (輸送容器の 取扱い)	— (輸送容器の 取扱い)
	G02	第 2 (2 階)酸化 ウラン貯蔵場	粉末輸送容器		—		
	G03	D 搬送路	搬送コンベヤ		—		
廃棄物 貯蔵棟 第 2 棟 (第 2 種)	H01	第 2 - 2 (1 ~ 3 階) 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	火災 ET-07	—	— (含有量少)	— (含有量の少 ない廃棄物)
動力棟 (非管理)	K01	電気室	無停電電源装置	— (ウランを取り扱わない) (ただし、全交流電源喪失時における安全機能として考慮)			
屋外 (非管理)	K02	特高変電所	ガスタービン 発電機				
	K03	水素ガス貯蔵所	水素タンク	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)	— (ウラン取 扱いなし)

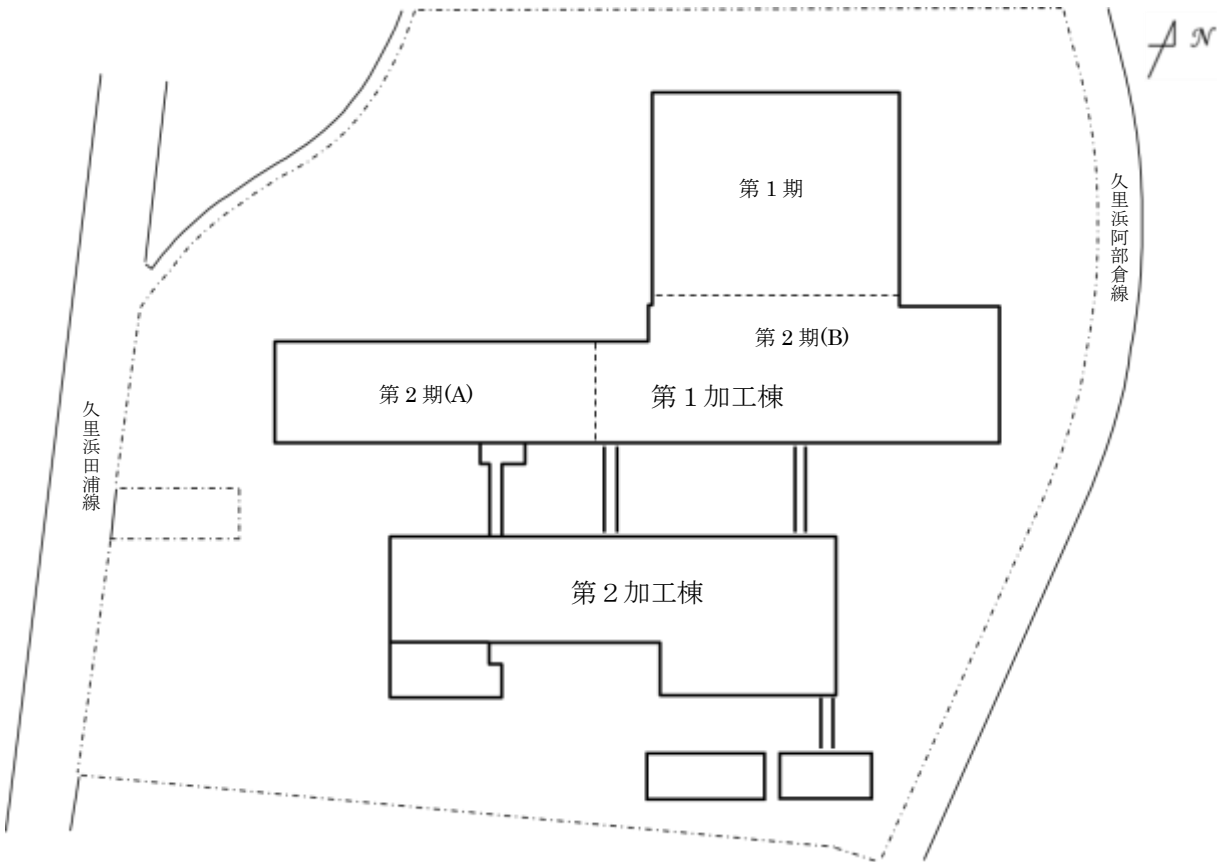
建物の耐震裕度評価結果

1. 評価対象とした建物

耐震裕度評価対象の建物の構造と建設年を表－1に、敷地内の配置を図－1に示す。

表－1 耐震裕度評価対象の建物の構造と建設年

建物	工事区分	構造	階数	建設年
第1加工棟	第1期	鉄筋コンクリート造	2階建	昭和45年
	第2期(A)	鉄骨鉄筋コンクリート造	2階建	昭和49年
	第2期(B)	鉄骨鉄筋コンクリート造	2階建	昭和49年
第2加工棟	本体	鉄骨鉄筋コンクリート造	3階建	昭和59年
	増設部	鉄骨鉄筋コンクリート造	3階建	平成8年
廃棄物貯蔵棟第2棟		鉄筋コンクリート造	3階建	昭和59年
第2貯蔵棟		鉄骨鉄筋コンクリート造	3階建	平成4年
A搬送路		鉄骨造	1階建	昭和59年
B搬送路		鉄骨造	1階建	昭和59年
C搬送路		鉄骨造	1階建	昭和59年
D搬送路		鉄骨造	1階建	平成4年



図－1 加工施設の敷地内における建物の配置

2. 耐震裕度の評価方法

建物の耐震裕度は、既存建物の耐震余裕を確認する方法として一般的な耐震診断法を使用して評価した。

使用した耐震診断法は、(財)日本建築防災協会の「耐震診断基準・同解説」の二次診断方法（以下、「防災協会耐震診断」という）である。防災協会耐震診断では、建築物の構造部の耐震指標である「構造耐震指標（ I_s ）」を求め、建築物が抵抗すべき地震力の大きさを示す「構造耐震判定指標（ I_{so} ）」（本評価では 0.6）との比（ I_s / I_{so} ）を評価し、耐震裕度として定義した。

この耐震裕度が 1.0 以上の建物は、新耐震設計で想定する地震力（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）に対しても、重大な損傷がなく倒壊しないと評価される。具体的には、国土交通省告示第 184 号や添付表－1 に示す建築物の耐震ランク表、また後述の神奈川方式耐震診断における耐震ランクの設定（添付表－2）を参考に、表－2 に示すように耐震裕度の大きさに応じて A から E の 5 段階の耐震ランクを設定し、耐震ランク A の「軽微な被害」から耐震ランク E の「倒壊」まで、建物の被害を分類した。

表－2 防災協会耐震診断における耐震裕度と建物被害の関係についての想定

耐震ランク	耐震裕度	建物の被害に関する想定
ランク A	$I_s/I_{so} \geq 1.25$	ほとんど無被害（被害があっても軽微）
ランク B	$1.25 > I_s/I_{so} \geq 1.0$	小程度～中程度の被害（建物の構造耐力に支障なし）
ランク C	$1.0 > I_s/I_{so} \geq 0.75$	中程度の被害（部分的に構造体に被害があるが、全体としての耐力の低下は著しくない）
ランク D	$0.75 > I_s/I_{so} \geq 0.5$	大程度の被害（全体または大部分にわたり構造体に被害があるが、倒壊はしない）
ランク E	$0.5 > I_s/I_{so}$	倒壊（全体または一部が倒壊）

上記のように防災協会耐震診断では、建築物が抵抗すべき地震力の大きさを示す I_{so} を 0.6 とし、この条件がほぼ新耐震基準で設計された建物の耐震レベルに相当するとされている。

そこで、本評価では $I_{so}=0.6$ の場合を基準（地震力 1.0 倍）とし、これよりさらに地震力が大きな場合の建物の耐震性を評価するため、地震力 1.3 倍および 1.6 倍のケースについても評価を行った。具体的には、地震力 1.3 倍および 1.6 倍のケースにおいて、 I_{so} をそれぞれ 0.78（ $=0.6 \times 1.3$ ）および 0.96（ $=0.6 \times 1.6$ ）とし、耐震裕度の評価を行った。

耐震診断としては上記の防災協会耐震診断の他に、神奈川県が制定した「三訂・神奈川県防災上重要建築物等耐震診断基準及び耐震性判定指標値」（以下、「神奈川方式耐震診断」という）を使用した評価も参考として実施した。神奈川方式耐震診断では、基本的には防災協会耐震診断と同様の手法で「構造耐震指標（ I_{ski} ）」を求め、これと大地震時の県内各地の予想加速度（横須賀市の場合、南関東地震時に最大（350 ガル）となる）や立地の地盤条件、また建物の応答倍率を加味して求めた指標である「耐震性判定指標値（ I_{soi} ）」との比（ I_{ski} / I_{soi} ）を評価し、耐震裕度とした。このように神奈川方式耐震診断は、想定される大地震時の建物立地地域の予想加速度や、立地の地盤条件等を考慮した判定指標を用いるため、立地地域で想定される最大地震に対応した耐震性の評価になっていると考えられる。

神奈川方式耐震診断においても、耐震裕度の大きさに応じて耐震ランクが設定されている。その概要を表－3に、詳細を添付表－2に示す。神奈川方式耐震診断は、防災上重要な建築物に対する診断手法であるため、防災協会耐震診断よりも判定基準が厳しく、耐震裕度 1.0 が耐震ランク A に対応している（防災協会耐震診断では、耐震裕度 1.0 が耐震ランク B に対応）。

表－3 神奈川方式耐震診断における耐震裕度と建物被害の関係についての想定

耐震ランク	耐震裕度	建物の被害に関する想定
ランク A	$I_{ski}/I_{soi} \geq 1.0$	ほとんど無被害（被害があっても軽微）
ランク B	$1.0 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.7$	小程度～中程度の被害（建物の構造耐力に支障なし）
ランク C	$0.7 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.5$	中程度の被害（部分的に構造体に被害があるが、全体としての耐力の低下は著しくない）
ランク D	$0.5 > I_{ski}/I_{soi} \geq 0.3$	大程度の被害（全体または大部分にわたり構造体に被害があるが、倒壊はしない）
ランク E	$0.3 > I_{ski}/I_{soi}$	倒壊（全体または一部が倒壊）

本評価における建物耐震性の評価は、上記の耐震診断法を用いて行うが、新耐震基準で設計された建物については「保有水平耐力（ Q_u ）」を、建築基準法に定める「必要保有水平耐力（ Q_{un} ）」との比（ Q_u / Q_{un} ）として定義した耐震裕度も参考のために示す。

記載する結果は、建物設計時の関係法規に準拠して評価した結果である。なお、昭和 56 年の新耐震基準制定以降も保有水平耐力の評価手法は見直されているため、最新の評価手法に基づく結果と完全に一致するものではない。

（1）防災協会耐震診断の評価式等

① 準拠基準等

- ・鉄骨鉄筋コンクリート（SRC）造の診断基準は、（財）日本建築防災協会：「2009 年改訂版既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」を使用
- ・鉄筋コンクリート（RC）造の診断基準は、（財）日本建築防災協会：「2001 年改訂版既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説」を使用
- ・鉄骨（S）造の診断基準は、（財）日本建築防災協会：「2011 年改訂版耐震改修促進法のための既存鉄骨造建築物の耐震診断及び耐震改修指針・同解説」および「実務経験者のための既存鉄骨造体育館等の改修の手引きと事例」を使用
- ・一貫構造計算プログラム名：ユニオンシステム(株)の Super Build SS3
- ・耐震診断計算プログラム名：ユニオンシステム(株)の Super Build/RC 診断 2001 Ver.2
- ・鉄骨造の計算は、「節点振分法」（各部材の耐力から崩壊メカニズムを仮定し、各節点ごとに降伏する部材の節点モーメントを他の部分に分割し、骨組が耐え得る外力を求める方法）による手計算手法を使用

② 構造耐震指標

- ・構造耐震指標（ I_s ）は、二次診断法により、下式により計算する。

【SRC 造および RC 造の場合】

$$I_s = E_o \times S_D \times T$$

I_s : 構造耐震指標

E_o : 耐震性能を表す指標

= C (強度指標) $\times$ F (靱性指標) $\div$ A_i (i 階の地震層せん断力係数の分布係数)

C : 強度指標 = Q_u (保有水平耐力) $\div$ ΣW_i (質量)

S_D : 形状指標

T : 経年指標

【S 造の場合】

$$I_s = E_o \div F_{es}$$

F_{es} : 剛性率および偏心率により決まる係数

③ 構造耐震判定指標

- ・構造耐震判定指標 (I_{so}) は、下式により計算する。(I_{so} は、0.6 のケースを基準とし、その 1.3 倍および 1.6 倍のケースについても評価する。)

【SRC 造および RC 造の場合】

$$I_{so} = E_s \times Z \times G \times U$$

I_{so} : 構造耐震判定指標

E_s : 耐震判定基本指標 (二次診断用は 0.6)

Z : 地域指標 (神奈川県は 1.0)

G : 地盤指標 (= 1.0)

U : 用途指標 (= 1.0)

【S 造の場合】

$$I_{so} = 0.6$$

④ $C_T \times S_D$ 値

- ・建物に十分粘りがある場合にも最低限必要とされる耐力を表す指標として、SRC 造および RC 造の場合は $C_T \times S_D$ 値を下式により計算し、判定基準値 (SRC 造 : 0.25, RC 造 : 0.3) を満足することを確認する。

$$C_T \times S_D = C \times S_D \div A_i$$

⑤ q 値

- ・建物に十分粘りがある場合にも最低限必要とされる耐力を表す指標として、S 造の場合は q 値を下式により計算し、判定基準値 (1.0) を満足することを確認する。

$$q = Q_u \div (0.25 \times F_{es} \times \Sigma W_i \times A_i)$$

(2) 神奈川方式耐震診断の評価方法

① 準拠基準等

- ・「三訂・神奈川県防災上重要建築物等耐震診断基準及び耐震性判定指標値」(平成 8 年 3 月)
- ・耐震診断計算プログラム名 : 「神奈川県耐震性判定指標値 I_{so} の計算 (Ver.1.02)」

(神奈川県建築士事務所協会評価委員会評価版)

② 構造耐震指標

- ・構造耐震指標 (Iski) は、Is (防災協会耐震診断の②構造耐震指標) について、階数による補正係数 (1/Ai) を乗じないで算定したものである。

③ 耐震性判定指標値

- ・耐震性判定指標値 (Isoi) は、各階ごとに、下式により計算する。

$$Isoi = Co \times G \times Ri$$

Isoi : 耐震性判定指標値

Co : 標準地動指標 (横須賀市の南関東地震は 350 ガル/980)

G : 地盤指標 (= 1.0)

Ri : i 階の応答倍率指標 (= 3.0 × ri (i 階の応答倍率比))

(3) 新耐震基準で設計された建物の設計時の保有水平耐力計算方法

① 地震力

- ・地震力は、建築基準法施行令第 88 条に基づいて算定する。
- ・地上部分の地震層せん断力係数は下式により計算する。

$$Ci = Z \times Rt \times Ai \times Co$$

Ci : i 階の地震層せん断力係数

Z : 地域係数 (神奈川県は 1.0)

Rt : 振動特性係数 (= 1.0)

Ai : i 階の地震層せん断力係数の分布係数

Co : 標準せん断力係数 (保有水平耐力計算では 1.0)

② 必要保有水平耐力

- ・必要保有水平耐力は、建築基準法施行令第 82 条に基づいて、下式により計算する。

$$Qun = Ds \times Fes \times Qud$$

Qun : 必要保有水平耐力

Ds : 各階の構造特性係数 (構造計算方法に応じた減衰性や靱性によって、技術基準に従って定める)

Fes : 各階の形状特性係数 (剛性率および偏心率に応じて決まる)

Qud : 地震力によって各階に生じる水平力 (Co = 1.0 に対応した値)

3. 耐震裕度の評価結果

- ・防災協会耐震診断による耐震裕度評価結果 (評価基準地震力の場合) を表 - 4 に、地震力 1.3 倍および 1.6 倍の場合の結果も合わせたまとめ表を表 - 5 に示す。
- ・神奈川方式耐震診断による耐震裕度評価結果を表 - 6 に、まとめ表を表 - 7 に示す。(なお、神奈川方式耐震診断は鉄骨造建物を対象外としているため、鉄骨造である搬送路の評価結果はない。)
- ・設計時の保有水平耐力計算結果を表 - 8 に示す。

表-4 防災協会耐震診断による耐震裕度評価結果 (1/2)

建物	方向	階	構造耐震 判定指標 Iso	構造耐震 指標 Is	耐震裕度 Is / Iso	C _T ×S _D 値
第1加工棟 第1期	長辺方向	2	0.60	0.83	1.38	0.87
		1	0.60	0.87	1.45	0.92
	短辺方向	2	0.60	0.59	0.98	0.62
		1	0.60	0.96	1.60	1.01
第1加工棟 第2期 (A)	長辺方向	2	0.60	1.15	1.91	0.36
		1	0.60	1.89	3.15	0.59
	短辺方向	2	0.60	2.21	3.68	0.69
		1	0.60	2.16	3.60	0.67
第1加工棟 第2期 (B)	長辺方向	2	0.60	1.55	2.58	0.48
		1	0.60	2.04	3.40	0.64
	短辺方向	2	0.60	2.06	3.43	0.64
		1	0.60	2.61	4.35	0.82
第2加工棟 本体	長辺方向	3	0.60	2.21	3.68	1.80
		2	0.60	1.76	2.93	1.43
		1	0.60	1.53	2.55	1.24
	短辺方向	3	0.60	1.57	2.61	0.43
		2	0.60	1.84	3.06	0.51
		1	0.60	1.29	2.15	0.32
第2加工棟 増設部	長辺方向	3	0.60	6.87	11.45	7.08
		2	0.60	3.65	6.08	3.76
		1	0.60	2.93	4.88	2.51
	短辺方向	3	0.60	3.14	5.23	3.23
		2	0.60	2.59	4.31	2.67
		1	0.60	2.12	3.53	1.72
廃棄物 貯蔵棟 第2棟	長辺方向	3	0.60	2.98	4.96	3.07
		2	0.60	2.55	4.25	2.63
		1	0.60	1.60	2.66	1.65
	短辺方向	3	0.60	1.61	2.68	1.66
		2	0.60	1.14	1.90	1.18
		1	0.60	0.97	1.61	1.00
第2貯蔵棟	長辺方向	3	0.60	3.43	5.71	3.54
		2	0.60	3.31	5.51	3.41
		1	0.60	3.08	5.13	2.50
	短辺方向	3	0.60	1.64	2.73	1.69
		2	0.60	2.36	3.93	2.21
		1	0.60	1.60	2.66	1.30

なお、第1加工棟第1期は、一部剛床仮定が成立しない部分をゾーンニングした評価を行っており、ゾーン部の評価結果は、以下のとおりである。

建物	方向	ゾーン	構造耐震 判定指標 Iso	構造耐震 指標 Is	耐震裕度 Is / Iso	C _T ×S _D 値
第1加工棟 第1期 ゾーン	長辺方向	2	0.60	0.58	0.96	0.24
		3	0.60	0.28	0.46	0.11
	短辺方向	2	0.60	0.58	0.96	0.24
		3	0.60	0.25	0.41	0.10

表－４ 防災協会耐震診断による耐震裕度評価結果（２／２）

建物	方向	階	構造耐震 判定指標 Iso	構造耐震 指標 Is	耐震裕度 Is / Iso	q 値
A 搬送路	長辺方向	1	0.60	0.81	1.35	2.71
		3	0.60	4.52	7.53	5.17
	短辺方向	2	0.60	3.76	6.26	5.77
		1	0.60	0.68	1.13	2.26
B 搬送路	長辺方向	1	0.60	0.94	1.56	3.16
	短辺方向	2	0.60	7.37	12.28	7.37
		1	0.60	0.60	1.00	2.00
C 搬送路	長辺方向	3	0.60	5.90	9.83	8.09
		2	0.60	2.64	4.40	3.58
		1	0.60	0.81	1.35	2.73
	短辺方向	3	0.60	4.93	8.21	5.32
		2	0.60	1.38	2.30	1.58
		1	0.60	0.69	1.15	1.02
D 搬送路	長辺方向	3	0.60	2.67	4.45	7.12
		2	0.60	0.84	1.40	2.25
		1	0.60	0.78	1.30	2.09
	短辺方向	3	0.60	1.72	2.86	2.81
		2	0.60	1.32	2.20	1.89
		1	0.60	0.75	1.25	1.07

表－５ 建物の耐震裕度評価結果のまとめ（防災協会耐震診断）

建物	区分	耐震裕度 (Is / Iso)		評価基準地震力からの倍率					
				1.0 倍		1.3 倍		1.6 倍	
		長辺方向	短辺方向	裕度	ランク	裕度	ランク	裕度	ランク
第 1 加工棟	第 1 期*注	1.38～1.45	0.98～1.60	0.98	C	0.75	C	0.61	D
	第 2 期(A)	1.91～3.15	3.60～3.68	1.91	A	1.47	A	1.19	B
	第 2 期(B)	2.58～3.40	3.43～4.35	2.58	A	1.98	A	1.61	A
第 2 加工棟	本体	2.55～3.68	2.15～3.06	2.15	A	1.65	A	1.34	A
	増設部	4.88～11.45	3.53～5.23	3.53	A	2.71	A	2.20	A
廃棄物貯蔵棟第 2 棟		2.66～4.96	1.61～2.68	1.61	A	1.24	B	1.01	B
第 2 貯蔵棟		5.13～5.71	2.66～3.93	2.66	A	2.05	A	1.66	A
A 搬送路		1.35	1.13～7.53	1.13	B	0.87	C	0.70	D
B 搬送路		1.56	1.00～12.28	1.00	B	0.76	C	0.62	D
C 搬送路		1.35～9.83	1.15～8.21	1.15	B	0.88	C	0.71	D
D 搬送路		1.30～4.45	1.25～2.86	1.25	A	0.96	C	0.78	C

（*注：第 1 加工棟第 1 期は、一部剛床仮定が成立しない部分をゾーンニング（範囲を分割）した評価を行っており、この部分は耐震ランク E となる。）

表－6 神奈川方式耐震診断による耐震裕度評価結果

建物	方向	階	耐震性判定 指標値 Isoi	構造耐震 指標 Iski	耐震裕度 Iski / Isoi
第1加工棟 第1期	長辺方向	2	1.36	1.11	0.81
		1	1.14	0.87	0.76
	短辺方向	2	1.36	0.79	0.58
		1	1.14	0.96	0.84
第1加工棟 第2期 (A)	長辺方向	2	1.68	1.53	0.91
		1	1.34	1.89	1.41
	短辺方向	2	1.70	2.95	1.73
		1	1.34	2.16	1.61
第1加工棟 第2期 (B)	長辺方向	2	1.31	2.07	1.58
		1	1.10	2.04	1.85
	短辺方向	2	1.33	2.75	2.06
		1	1.10	2.61	2.37
第2加工棟 本体	長辺方向	3	1.48	3.32	2.24
		2	1.34	2.20	1.64
		1	1.17	1.53	1.30
	短辺方向	3	1.46	2.36	1.61
		2	1.31	2.30	1.75
		1	1.13	1.29	1.14
第2加工棟 増設部	長辺方向	3	1.66	10.31	6.21
		2	1.42	4.56	3.21
		1	1.33	2.93	2.20
	短辺方向	3	1.76	4.71	2.67
		2	1.47	3.24	2.20
		1	1.36	2.12	1.55
廃棄物 貯蔵棟 第2棟	長辺方向	3	1.95	4.47	2.29
		2	1.60	3.19	1.99
		1	1.30	1.60	1.23
	短辺方向	3	1.92	2.42	1.26
		2	1.57	1.43	0.91
		1	1.27	0.97	0.76
第2貯蔵棟	長辺方向	3	1.47	5.15	3.50
		2	1.27	4.14	3.25
		1	1.09	3.08	2.82
	短辺方向	3	1.61	2.46	1.52
		2	1.37	2.95	2.15
		1	1.14	1.60	1.40

表－7 建物の耐震裕度評価結果のまとめ（神奈川方式耐震診断）

建物	区分	耐震裕度(Iski / Isoi)		評価基準地震力の 1.3～1.6 倍相当	
		長辺方向	短辺方向	裕度	ランク
第1 加工棟	第1期	0.76～0.81	0.58～0.84	0.58	C
	第2期(A)	0.91～1.41	1.61～1.73	0.91	B
	第2期(B)	1.58～1.85	2.06～2.37	1.58	A
第2 加工棟	本体	1.30～2.24	1.14～1.75	1.14	A
	増設部	2.20～6.21	1.55～2.67	1.55	A
廃棄物貯蔵棟第2棟		1.23～2.29	0.76～1.26	0.76	B
第2貯蔵棟		2.82～3.50	1.40～2.15	1.40	A

表－8 設計時の保有水平耐力計算結果

建物	方向	階	構造特性 係数 Ds	形状特性 係数 Fes	必要保有 水平耐力 Qun (kN)	保有 水平耐力 Qu (kN)	耐震裕度 Qu / Qun
第 2 加工棟 本体	長辺方向	3	0.45	1.000	57,748	98,590	1.70
		2	0.45	1.000	94,109	160,217	1.70
		1	0.45	1.000	120,837	205,408	1.70
	短辺方向	3	0.40	1.000	51,336	79,113	1.54
		2	0.40	1.000	83,654	128,913	1.54
		1	0.40	1.000	107,417	165,542	1.54
第 2 加工棟 増設部	長辺方向	3	0.40	1.000	8,776	28,600	3.25
		2	0.35	1.370	23,095	60,071	2.60
		1	0.50	1.500	43,060	85,989	1.99
	短辺方向	3	0.40	1.210	10,619	22,428	2.11
		2	0.35	1.410	23,770	49,104	2.06
		1	0.50	1.160	33,300	51,849	1.55
廃棄物 貯蔵棟 第 2 棟	長辺方向	3	0.50	1.000	4,259	14,352	3.37
		2	0.50	1.000	8,867	24,526	2.76
		1	0.50	1.000	12,252	34,139	2.78
	短辺方向	3	0.35	1.000	2,981	6,275	2.10
		2	0.35	1.000	6,207	10,455	1.68
		1	0.35	1.000	8,575	14,951	1.74
第 2 貯蔵棟	長辺方向	3	0.40	1.070	3,500	15,042	4.29
		2	0.40	1.000	6,875	35,605	5.17
		1	0.40	1.000	12,396	56,482	4.55
	短辺方向	3	0.35	1.410	4,037	5,389	1.33
		2	0.40	1.070	8,407	12,740	1.51
		1	0.45	1.000	12,396	22,739	1.83
A 搬送路	長辺方向	—	—	—	—	—	—
	短辺方向	—	0.35	1.100	481	1,193	2.48
B 搬送路	長辺方向	—	—	—	—	—	—
	短辺方向	—	0.30	1.000	342	797	2.32
C 搬送路	長辺方向	—	0.35	1.000	660	1,404	2.12
	短辺方向	—	0.35	1.000	660	1,089	1.65
D 搬送路	長辺方向	—	0.40	1.000	279	524	1.87
	短辺方向	—	0.40	1.000	279	610	2.18

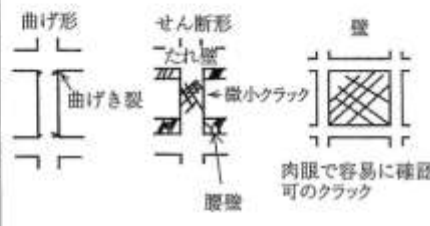
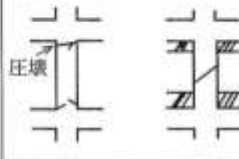
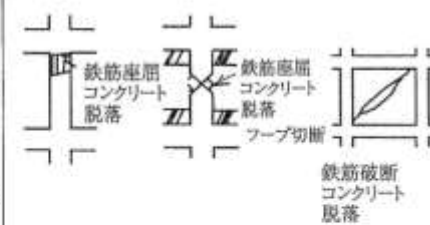
添付表-1 「耐震改修工法」の調査報告、(財)建築コスト管理システム研究所 より引用)

表 1 - 1 建築物の耐震ランク

震度階	≤5弱	5強～6弱	6強	7	Is値
地震程度	小地震	中地震	大地震	巨大地震	
Sランク	無被害	無被害	無被害	軽微な被害	特殊(免震補強等)
Aランク	無被害	無被害	軽微な被害	中程度の被害	0.75以上
Bランク	無被害	軽微な被害	中程度の被害		0.60
不適格	軽微から大損に至るまでの被害の可能性				0.60未満

添付表-2 「三訂・神奈川県防災上重要建築物等耐震診断基準及び耐震性判定指標値」より引用)

参考 3. 鉄筋コンクリート造建物の構造被害レベル分け基準 (参考)

ランク	Iski / Isoi 比	構 造 被 害 レ ベ ル	
A	$1 \leq \text{Iski} / \text{Isoi}$		被害レベル0, ほとんど無被害, よく見ればひび割れがあるかも知れない。補修などの必要なし。
B	$0.7 \leq \text{Iski} / \text{Isoi} < 1.0$	小 破	 小破だが構造耐力支障なし構造体(柱・はり・壁)に肉眼で容易に見える曲げ。またはせん断ひび割れが生じている。ブロック壁や間仕切壁など非構造部材に破壊が生じている。これらの被害は構造耐力上支障ないが、耐久性の面や使用上の面から仕上材や外装などの補修が必要となる。
		中	 中破。部分的に柱、耐力壁のせん断破壊または柱の曲げ圧縮破壊を起しているが、全体としては鉛直・水平耐力とも低下は著しくない。施工上の伸縮継手、階段、衝突、塔屋等の付属構造体に局部的構造破壊を起している。このレベルでは、部分的構造体の補修や補強が必要である。
C	$0.5 \leq \text{Iski} / \text{Isoi} < 0.7$	破	 大破。柱が曲げまたはせん断により破壊し建物の一部が鉛直荷重に対する耐力を失い沈下している。建物の全体または大部分にわたり柱・耐力壁にせん断破壊が生じ水平耐力の大部分を失っている。このレベルでは、建物の水平でない状態や傾斜を修正した上で、大規模な補修または補強を行なうが、取りこわす場合も多い。
D	$0.3 \leq \text{Iski} / \text{Isoi} < 0.5$	大 破	 倒壊。柱や耐力壁が崩壊し、建物全体または一部が倒壊したような被害で、ほとんど修復不能のため取りこわす。
E	$\text{Iski} / \text{Isoi} < 0.3$		

設備・機器の耐震裕度評価結果

1. 評価方法

設備・機器の耐震裕度は、「ウラン加工施設安全審査指針」（昭和 55 年 12 月 22 日：原子力安全委員会決定）の設備・機器の二次設計方法を使用することとし、その中でも最も重要な第 1 類設備・機器の評価方法に統一（建築基準法施行令に定められた一次設計用の静的地震力の 1.5 倍をさらに 1.5 倍した二次地震力を使用。一階に設置の設備・機器の場合、水平地震力係数 0.45 に相当）して評価した。

設備・機器の二次設計の方針は、常時作用している荷重と一次地震力を上回る二次地震力とを組み合わせ、その結果発生する応力に対して設備・機器の相当部分が降伏し、塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が発生することなく、その施設の安全機能に重大な影響を及ぼすことがない設計にすることである。この設計方針は、新耐震基準に基づく建物・構造物の耐震設計（二次設計）において、想定する地震力（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）に対しても建物には重大な損傷がなく倒壊しないように設計することに近い設計概念である。よって、二次設計における設備・機器の耐震設計条件は、建物・構築物のそれと対応したものと考えられる。ウラン加工施設の建物・構築物（第 1 類）の耐震設計では、建築基準法で想定する地震力に 1.3 倍の余裕を持って評価することとしており、これは今回の建物の耐震裕度評価に使用する評価基準地震力の 1.3 倍に相当している。

以上をまとめると本評価では、前記設備・機器の二次地震力が評価基準地震力の 1.3 倍に対応しているとし、例えばある設備・機器が損傷、転倒に至る地震力が二次地震力に等しいと評価された場合、当該設備・機器の耐震裕度を 1.3 と定義した。耐震裕度が 1.6 に満たないと考えられる機器・設備については、地震力が大きくなって当該設備・機器が損傷、転倒した場合のウランの状態について評価した。

上記の設備・機器の耐震裕度評価に加え、ウォークダウン（現場踏査）等の調査により、作業者による核燃料物質の取扱い中に地震が発生することにより、核燃料物質を落下、飛散させる可能性についても検討した。検討の結果、核燃料物質を入れた容器等を落下させる可能性はあるものの、落下高さが低い場合は容器が破損せず核燃料物質は飛散しないことや、容器が破損して床に核燃料物質がこぼれても作業者により速やかに回収可能と考えられるため、取扱い中の地震発生による核燃料物質の飛散は無視できると考えた。なお、粉末缶（5 ガロン缶）の落下試験結果より、落下高さが 1m 以下の時に粉末缶は開口しないとした。

2. 評価結果

設備・機器の耐震裕度評価結果を表－1 に示す。

また、地震力が大きくなった時の設備・機器への影響評価結果を表－2 に示す。

表 - 1 設備・機器の耐震裕度評価結果

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	耐震裕度	耐震裕度が 1.6 未満の設備
第 1 加工棟 (第 1 種)	A01	第 1 酸化ウラン 取扱室	搬送コンベヤ, トラバーサ	右記以外は 1.77~6.80	トラバーサ : 耐震裕度 1.34
	A02	第 1 - 2 階 粉末取扱室 A	搬送コンベヤ	2.29	—
	A03	第 1 - 2 階 粉末取扱室 B	搬送コンベヤ	2.29	—
	A04	第 1 ガドリニア 粉末取扱室	粉末受入装置, 混合装置	右記以外は 2.71~18.99	トラバーサ : 耐震裕度 1.40
	A05	第 1 - 1 階 粉末取扱室	A 型酸化ウラン 保管棚	右記以外は 2.29~11.05	フード : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断)
	A06	第 1 ガドリニア 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	右記以外は 1.60~23.02	フード : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断)
	A07	第 1 ガドリニア 炉室	焼結炉	2.31~9.54	—
	A08	第 1 ガドリニア 装填室	研削装置, 研削屑分離装置	右記以外は 1.71~27.13	フード : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断)
	A09	第 1 ペレット 取扱室	チェーンリフト	1.60	—
	A10	第 1 - 2 汚染 検査室	サンブ	(注 1)	—
	A11	第 1 廃棄物 減容室	フィルタ減容 装置	2.74~6.36	—
	A12	第 1 廃棄物 処理室	サンブ	右記以外は 5.28~75.43	配管類 : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断)
	A13	第 1 - 1 機材 準備・保管室	サンブ	(注 2)	—
	A14	第 1 - 2, 1 - 3 機材準備・保 管室	サンブ	3.40	—
	A15	第 1 - 1 機械 工作室	(ウランを扱う 設備はない)	—	—
	A16	第 1 - 2 機械 工作室	サンドブラスト	(注 1)	—
	A17	第 1 化学分析室 等	フード, 電気炉 (試験炉)	右記以外は 2.43~13.69	フード : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断)
	A18	第 1 - 2 ~ 3 分析室	フード	1.71~3.63	—
	A19	第 1 - 1 ~ 2 フィルタ室	排気用送風機	1.67~11.73	—
	A20	第 1 - 4 ~ 6 廃棄物貯蔵場, 第 1 - 9 ~ 11 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	(注 1)	—
第 1 加工棟 (第 2 種)	B02	第 1 酸化ウラン 搬入室	コンベヤ	(注 3)	—
	B03	第 1 燃料棒 検査室	X 線検査装置	右記以外は 2.14~10.37	クレーン : 耐震裕度 1.00 未満 (工学的判断) X 線検査装置 : 耐震裕度 1.00 燃料棒運搬車 : 耐震裕度 1.51
	B04	第 1 - 1 ~ 2, 7 ~ 8, 12 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	(注 1)	—
	B05	第 1 発送品 保管場	第 1 発送品保管 場 (輸送容器固 縛部材)	1.71	—

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	耐震裕度	耐震裕度が 1.6 未満の設備
第 1 加工棟 (非管理)	C01	第 1 安全管理室	安全監視盤	(注 1)	—
	C02	第 1 - 1 ~ 3 空調機室	給気用送風機	(注 1)	—
第 2 加工棟 (第 1 種)	D01	第 2 - 3 階酸化 ウラン取扱室	粉末移し替え フード	右記以外は 1.93~82.21	トラバーサ : 耐震裕度 1.07 台車 : 耐震裕度 1.33
	D02	第 2 - 2 階酸化 ウラン取扱室	圧縮・造粒装置	右記以外は 1.89~4.09	トラバーサ : 耐震裕度 1.31
	D03	第 2 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	2.41~15.13	—
	D04	第 2 炉室	焼結炉	1.92~11.63	—
	D05	第 2 装填室	研削装置, 研削屑分離装置	1.60~27.91	—
	D06	第 2 ウラン 回収室第 1 区域	酸化還元炉	1.94~44.11	—
	D07	第 2 廃棄物 処理室	ホールドアップ タンク	1.94~140.29	—
	D08	第 2 機械工作室	機械工作設備	(注 1)	—
	D09	第 2 開発実験室	汎用フード	1.77~86.53	—
	D10	第 2 フィルタ室	排気用送風機	2.44~4.65	—
	D11	第 2 汚染検査室	手洗い流し	(注 1)	—
	D12	第 2 洗濯室	洗濯機, 乾燥機	(注 1)	—
	D13	第 2 安全管理 計測室	アルファカウン タ	(注 1)	—
	D14	A 搬送路	搬送コンベヤ	5.74	—
	D15	B 搬送路	搬送コンベヤ	17.94	—
第 2 加工棟 (第 2 種)	E01	第 2 酸化ウラン 貯蔵場	酸化ウラン 貯蔵棚	1.71~2.33	—
	E02	第 2 酸化ウラン 搬入室	クレーン	2.37~16.74	—
	E03	第 2 酸化ウラン 搬送室	制御設備	(注 1)	—
	E04	第 2 組立室	燃料棒溶接部 検査装置	1.60~16.47	—
	E05	第 2 - 地下 1 階 発送品保管場, 第 2 - 3 階発送 品保管場	無人搬送車	(注 4)	—
	E06	C 搬送路	燃料棒搬送装置 (C 搬送路)	3.00	—
	E07	第 2 ウラン回収 室第 2 区域	サンブタンク	(注 2)	—
第 2 加工棟 (非管理)	F01	第 2 安全管理室	安全監視盤	(注 1)	—
	F02	第 2 環境分析室	環境分析器具	(注 1)	—
	F03	第 2 空調機室	給気用送風機	(注 1)	—

建物 (管理区域)	No.	部屋	主要な設備	耐震裕度	耐震裕度が 1.6 未満の設備
第 2 貯蔵棟 (第 2 種)	G01	第 2 (1 階)酸化 ウラン貯蔵場	クレーン	1.77~3.86	—
	G02	第 2 (2 階)酸化 ウラン貯蔵場	容器貯蔵コンベ ヤ	1.77~3.86	—
	G03	D 搬送路	搬送コンベヤ	1.77~4.86	—
廃棄物 貯蔵棟 第 2 棟 (第 2 種)	H01	第 2 - 2 (1 ~ 3 階) 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	(注 1)	—
動力棟 (非管理)	K01	電気室	無停電電源装置	(注 1)	—
屋外 (非管理)	K02	特高変電所	ガスタービン 発電機	1.60	—
	K03	水素ガス貯蔵所	水素タンク	(注 1)	—

(注 1) ウランを取り扱わない、あるいは少量のウランしか取り扱わないので評価不要とした。

(注 2) 建物に埋め込まれているため、建物が破壊されるまで転倒することは無い。

(注 3) 廃棄物ドラム缶用であり、床面直付けのコンベヤのため評価不要とした。

(注 4) 承認済の輸送容器を運搬する設備のため評価不要とした。

表 - 2 地震力が大きくなった時の設備・機器への影響評価結果

建物	No.	部屋	地震力 (注1)	設備・機器への影響の可能性
第1 加工棟	A01	第1酸化ウラン 取扱室	>1.34	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大2缶）落下 （開口しないのでウランの飛散はない）
	A04	第1ガドリニア 粉末取扱室	>1.40	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大1缶）落下 （開口しないのでウランの飛散はない）
	A05	第1－1階 粉末取扱室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が 転倒→粉末（最大1缶分）が床上に飛散
	A06	第1ガドリニア 成型室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が 転倒→粉末または成型体（最大2缶分）が床上に飛散
	A08	第1ガドリニア 装填室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が 転倒→粉末またはペレット（最大1缶分）が床上に飛散
	A12	第1廃棄物 処理室	>1.0	・配管類破損→排水が漏れる （廃棄物のためウランの漏れは少量）
	A17	第1化学分析室 等	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内の粉末またはペレット （質量管理限度量未満）が床上に飛散
	B03	第1燃料棒 検査室	>1.0	・クレーンが脱輪→保管廃棄物の上に落下→ドラム缶が破損 （廃棄物のためウランの漏れは少量）
>1.0			・X線検査装置が転倒→燃料棒（最大40本）が落下 （ペレットは飛散しない）	
>1.51			・燃料棒運搬車が転倒→燃料棒（最大40本）が落下 （ペレットは飛散しない）	
第2 加工棟	D01	第2－3階酸化 ウラン取扱室	>1.07	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下 →開口して粉末（最大3缶分）が床上に飛散
			>1.33	・台車が転倒→運搬中の粉末輸送容器の内容容器（最大2容器） 落下（容器は破損しないのでウランの飛散はない）
	D02	第2－2階酸化 ウラン取扱室	>1.31	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下 →開口して粉末（最大2缶分）が床上に飛散
	D04	第2炉室	>1.0	・焼結炉出口側でコンベヤ上のポート落下 →焼結ペレット（最大6ポート分）が床上に飛散 (注2)

(注 1) 地震力が記載の値を上回ると、対象設備・機器の耐震裕度を上回り、破損、転倒の可能性がある。

(注 2) 設備の耐震裕度は 1.6 以上だが、地震時に設備上に置かれたペレットが落下する可能性がある。

地震時における放射性物質を放出する火災の評価結果

1. 評価方法

地震時における放射性物質を放出する火災発生の有無について、以下のとおり評価した。

火災の起因事象は、地震により発生する可能性がある電気配線のショートまたは焼結炉の水素燃焼炎等の着火源と可燃物の接近である。評価は、着火源の発生、着火源近傍の可燃物量、設備構成可燃物量による延焼の可能性、設備内ウランの状態（粉末、ペレット、燃料棒、燃料体の別）および設備外ウラン落下量の程度を部屋毎に個別に行った。ウランの存在しない部屋、燃料棒や燃料体で取り扱っている部屋については、放射性物質を放出する火災の可能性がないので、スクリーニングの段階で除いた。

地震時の健全性が確認できない設備・機器については、適宜、火災発生の可能性を個別に確認することとした。また、ウォークダウン（現場踏査）等の調査により、着火源と可燃物の離隔状態、少量危険物保管箱の設置状態および潤滑油等可燃物を使用している設備の設置状態も確認した。

2. 評価結果

放射性物質を放出する火災の可能性を部屋ごとに調査した結果を表－1に示す。表－1は、着火源の発生と延焼の可能性、設備構成可燃物の有無、設備内ウランの状態を示すとともに、初期消火の有効性を示している。また、後述のイベントツリーで評価した放射性物質を放出する火災発生の有無も同表に記載した。

表－1に示す設備の状態を分類した結果を表－2に示す。表－2では、設備の状態を、耐震裕度（耐震裕度については添付 4. 1 - 2を参照）、電気使用の有無、設備構成可燃物の有無から7つに分類し、それぞれのイベントツリーを図－1～図－7のとおりに作成した。図－1～図－7に基づいて火災発生の有無を検討した結果、放射性物質を放出する火災は発生しないことを確認した。

なお、電気配線のショートを低減するためには、電源遮断措置が有効であり、当面、用役供給担当操作員による手動操作で電源を遮断するが、手動操作であっても大地震発生時に即座に対応が可能であるため、上記イベントツリーの着火源はほとんど発生しないと考えられる。また、今後、大地震時に自動的に電源遮断する機構を設けることとする。

(1) 耐震裕度 1.6 以上の設備（図－1 参照）

これらの設備は、地震時においても健全であり、着火源が発生しない。そのため、放射性物質を放出する火災は発生しない。なお、上述の電源遮断や初期消火により、その安全裕度を高めている。

(2) 耐震裕度 1.6 未満、電気を使用せず、可燃物を使用しない設備（図－2 参照）

これらの設備は、地震時において損傷する可能性があるが、電気を使用しておらず、着火源が発生しない。そのため、放射性物質を放出する火災は発生しない。

(3) 耐震裕度 1.6 未満、可燃物を使用しない設備（図－3 参照）

これらの設備は、地震時において損傷して着火源が発生する可能性があるが、可燃物がなく着火までには至らない。そのため、放射性物質を放出する火災は発生しない。

(4) 耐震裕度 1.6 未満，電気を使用しないフード（図－4 参照）

これらの設備は，地震時において損傷する可能性があるが，電気を使用しておらず，着火源が発生しない。そのため，放射性物質を放出する火災は発生しない。

(5) 耐震裕度 1.6 未満，アルコール，ウェスを使用しないフード（図－5 参照）

これらの設備は，地震時において損傷して着火源が発生する可能性があるが，可燃物がなく着火までには至らない。そのため，放射性物質を放出する火災は発生しない。

(6) 耐震裕度 1.6 未満のフード（図－6 参照）

この設備は，地震時において損傷して着火源が発生する可能性があり，また，着火源近傍でアルコール，ウェスを使用しているため，着火の可能性はあるが，初期消火により，放射性物質を放出する火災には至らない。

(7) 放射性廃棄物（図－7 参照）

放射性廃棄物については，上記設備とは別に，その火災発生の有無を検討した。これらの放射性廃棄物は，地震時において転倒する可能性があるが，電気を使用していないため，着火源が発生しない。そのため，放射性物質を放出する火災は発生しない。

表-1 放射性物質を放出する火災の可能性評価結果

建物 区域	No.	部屋	主要設備	耐震裕度 (添付 4. 1 - 2 参照)	着火源の 発生と延焼 可能性	設備 可燃物	ウラン の状態	初期消火 の有効性	火災の 可能性	備考
第 1 加工棟 第 1 種	A01	第 1 酸化ウラン 取扱室	搬送コンベヤ, トラバーサ	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
			トラバーサ	1.34	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	A02	第 1 - 2 階 粉末取扱室 A	搬送コンベヤ	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	A03	第 1 - 2 階 粉末取扱室 B	搬送コンベヤ	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	A04	第 1 ガドリニア 粉末取扱室	粉末受入装置, 混合装置	≥ 1.60	なし	あり	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
			トラバーサ	1.40	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	A05	第 1 - 1 階 粉末取扱室	A 型酸化ウラン 保管棚	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
			フード	< 1.00	なし (注 1)	あり (注 2)	粉末	有効	なし	(注 1) 電気供給なし (注 2) 作業時にウェ ス, アルコールを使用
	A06	第 1 ガドリニア 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	≥ 1.60	なし	あり	粉末	有効	なし	
			フード	< 1.00	なし (注 1)	あり (注 2)	粉末	有効	なし	(注 1) 電気供給なし (注 2) 作業時にウェ ス, アルコールを使用
	A07	第 1 ガドリニア 炉室	焼結炉	≥ 1.60	なし (注)	なし	成型体～ ペレット	有効	なし	(注) 水素排出口の水 素燃焼炎は可燃物か ら隔離されている
	A08	第 1 ガドリニア 装填室	研削装置 研削屑分離装置	≥ 1.60	なし	あり	ペレット	有効	なし	
			フード	< 1.00	あり (注)	あり (注)	粉末, ペレット	有効	なし	(注) 作業時にウェ ス, アルコールを使用
	A09	第 1 ペレット 取扱室	チェーンリフト	≥ 1.60	なし	なし	ペレット (注)	有効	なし	(注) 搬送時はペレ ットトレイボックス内 に保管

建物 区域	No.	部屋	主要設備	耐震裕度 (添付 4. 1 - 2 参照)	着火源の 発生と延焼 可能性	設備 可燃物	ウラン の状態	初期消火 の有効性	火災の 可能性	備考
第 1 加工棟 第 1 種	A11	第 1 廃棄物 減容室	フィルタ 減容装置	≥ 1.60	なし	あり	粉末	有効	なし	
	A17	第 1 化学分析室 第 1 物理試験室 第 1 分光分析室 第 1 - 1 金相検 査室	フード 電気炉 (試験炉)	≥ 1.60	なし	なし	粉末, ペレット	有効	なし	
			フード	< 1.00	なし (注 1)	あり (注 2)	粉末, ペレット	有効	なし	(注 1) 電気供給なし (注 2) 作業時にウェ ス, アルコールを使用
			フード	< 1.00	なし	なし	粉末, ペレット	有効	なし	
	A18	第 1 - 2 ~ 3 分析室	フード	≥ 1.60	なし	なし	粉末, ペレット	有効	なし	
	A20	第 1 - 4 ~ 6 廃棄物貯蔵場 第 1 - 9 ~ 1 1 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	—	なし	なし/ あり (注)	廃棄物	有効	なし	(注) 200ℓドラム缶ま たはフィルタ梱包物 の形態で貯蔵
第 1 加工棟 第 2 種	B04	第 1 - 1 ~ 2 , 7 ~ 8 , 1 2 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	—	なし	なし/ あり (注)	廃棄物	有効	なし	(注) 200ℓドラム缶ま たはフィルタ梱包物 の形態で貯蔵
第 2 加工棟 第 1 種	D01	第 2 - 3 階酸化 ウラン取扱室	粉末移し替えフ ード	≥ 1.60	なし	あり	粉末	有効	なし	
			トラバーサ	1.07	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
			台車	1.33	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	D02	第 2 - 2 階酸化 ウラン取扱室	圧縮・造粒装置	≥ 1.60	なし	あり	粉末	有効	なし	
			トラバーサ	1.31	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	D03	第 2 成型室	ペレットプレス (ロータリー式)	≥ 1.60	なし	あり	粉末 →成型体	有効	なし	
	D04	第 2 炉室	焼結炉	≥ 1.60	なし (注)	なし	成型体 →ペレット	有効	なし	(注) 水素排出口の水 素燃焼炎は可燃物か ら隔離されている
	D05	第 2 装填室	研削装置 研削屑分離装置	≥ 1.60	なし	あり	ペレット	有効	なし	

建物 区域	No.	部屋	主要設備	耐震裕度 (添付 4. 1 - 2 参照)	着火源の 発生と延焼 可能性	設備 可燃物	ウラン の状態	初期消火 の有効性	火災の 可能性	備考
第 2 加工棟 第 1 種	D06	第 2 ウラン 回収室 第 1 区域	酸化還元炉	≥ 1.60	なし (注)	なし	粉末 ペレット →粉末	有効	なし	(注) 本酸化還元炉は 水素を取り扱わない ため、水素燃焼炎等の 裸火はない
	D09	第 2 開発実験室	汎用フード	≥ 1.60	なし	あり (注)	粉末	有効	なし	(注) 作業時にウェ ス、アルコールを使用
	D14	A 搬送路	搬送コンベヤ	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 搬送時は粉末缶 内に保管
	D15	B 搬送路	搬送コンベヤ	≥ 1.60	なし	なし	ペレット (注)	有効	なし	(注) ペレットトレイ ボックス内に保管
第 2 加 工棟	E01	第 2 酸化 ウラン貯蔵場	酸化ウラン 貯蔵棚	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 粉末缶を覆い付 パレットに入れ保管
第 2 種	E02	第 2 酸化ウラン 搬入室	クレーン	≥ 1.60	なし	なし	粉末 (注)	有効	なし	(注) 輸送容器内容器 に入れて取扱い
廃棄物 貯蔵棟 第 2 棟 第 2 種	H01	第 2 - 2 (1 ~ 3 階) 廃棄物貯蔵場	放射性固体 廃棄物	—	なし	なし／ あり (注)	廃棄物	有効	なし	(注) 200ℓドラム缶ま たはフィルタ梱包物 の形態で貯蔵

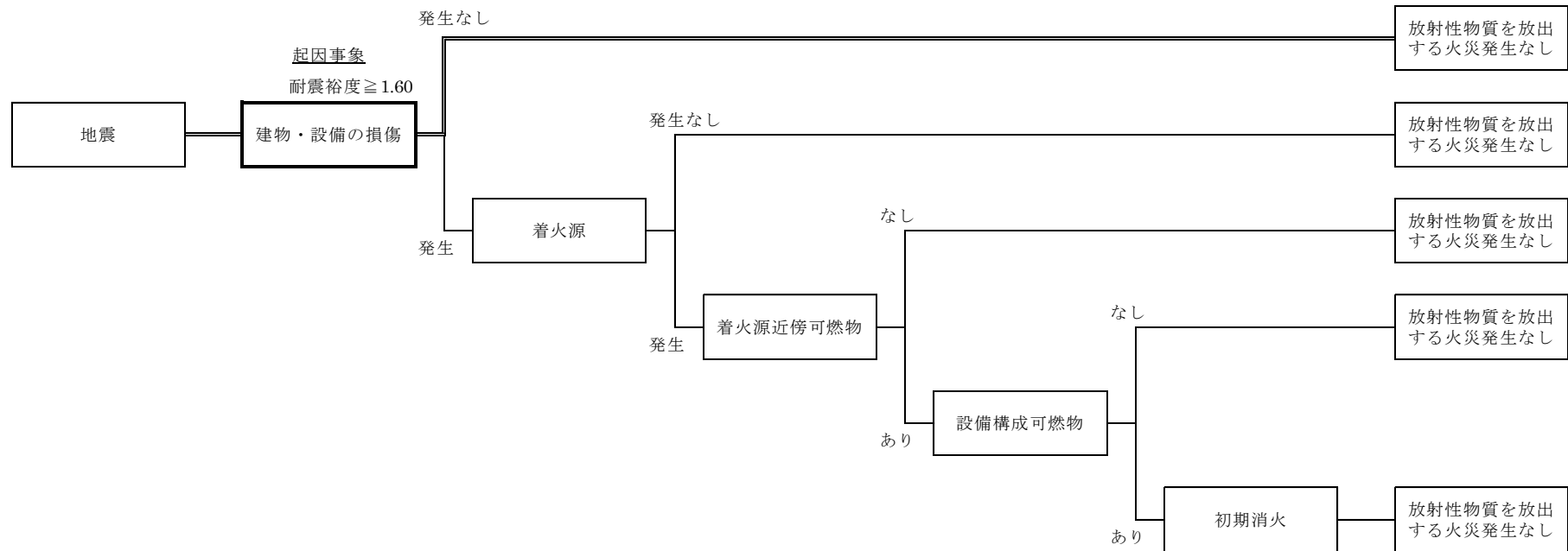
表ー2 火災に関するイベントツリーまとめ表

イベントツリー名 (注)	部屋	対象設備	内容	備考
火災 ET-01	全部屋	火災 ET-02~06 以外の 第 1 種管理区域設備	耐震裕度 1.6 以上 第 1 種管理区域内設備	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-02	第 2 - 3 階酸化ウラン取扱室	台車	耐震裕度 1.6 未満 第 1 種管理区域内設備 電気を使用しない設備	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-03	第 1 酸化ウラン取扱室 第 1 ガドリニア粉末取扱室 第 2 - 3 階酸化ウラン取扱室 第 2 - 2 階酸化ウラン取扱室	トラバーサ トラバーサ トラバーサ トラバーサ	耐震裕度 1.6 未満 第 1 種管理区域内設備 可燃物を使用しない設備	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-04	第 1 - 1 階粉末取扱室 第 1 ガドリニア成型室 第 1 物理試験室	フード フード フード	耐震裕度 1.6 未満 第 1 種管理区域内設備 電気を使用しないフード	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-05	第 1 化学分析室 第 1 - 1 金相検査室	フード フード	耐震裕度 1.6 未満 第 1 種管理区域内設備 アルコール, ウェスを使用 しないフード	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-06	第 1 ガドリニア装填室	フード	耐震裕度 1.6 未満 第 1 種管理区域内フード	放射性物質を放出 する火災発生なし
火災 ET-07	第 1 - 1 ~ 1 2 廃棄物貯蔵場 第 2 - 2 (1 ~ 3 階) 廃棄物貯 蔵場	放射性廃棄物 放射性廃棄物	廃棄物貯蔵施設	放射性物質を放出 する火災発生なし

(注) イベントツリーの分類は以下の通りとした。設備で可燃物の使用は行わないが、フード内ではアルコール, ウェスの使用が考えられるので、特にフードの項を設けた。

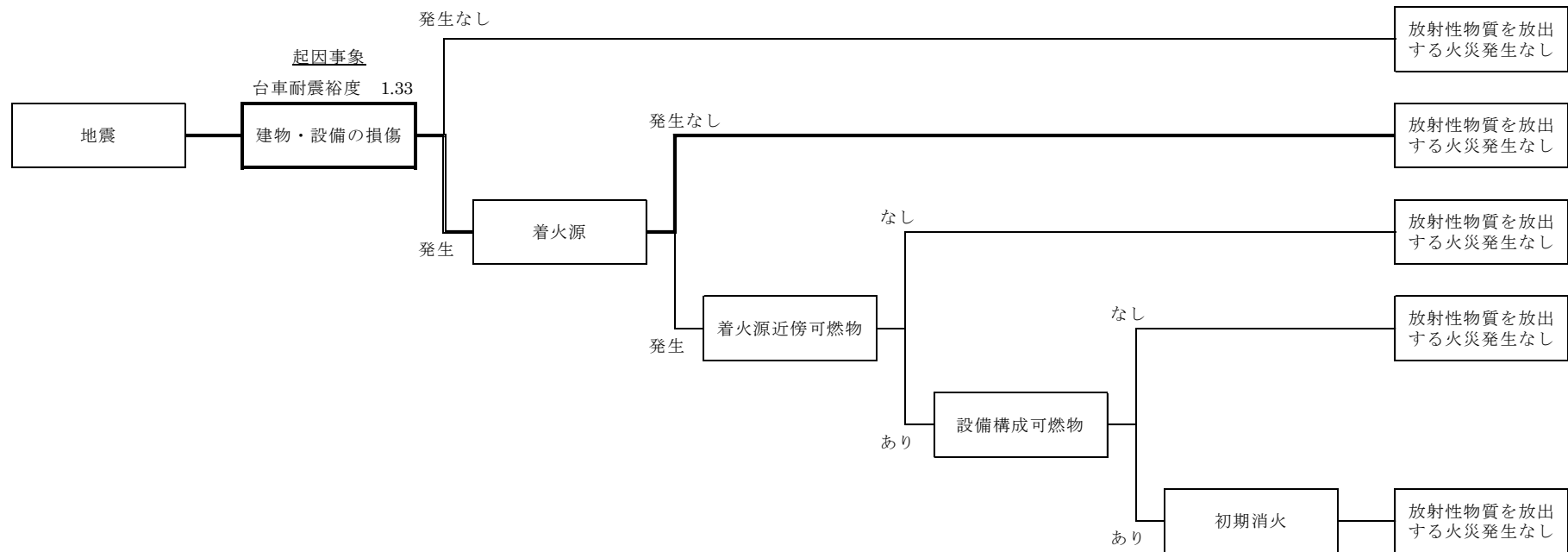
	耐震裕度	電気使用	可燃物使用	フード	放射性廃棄物
火災 ET-01	1.6 以上	—	—	—	×
火災 ET-02	1.6 未満	×	—	—	×
火災 ET-03	1.6 未満	○	—	—	×
火災 ET-04	1.6 未満	×	○	○	×
火災 ET-05	1.6 未満	○	×	○	×
火災 ET-06	1.6 未満	○	○	○	×
火災 ET-07	—	—	—	—	○

○ : 該当, × : 該当せず, — : 判定せず



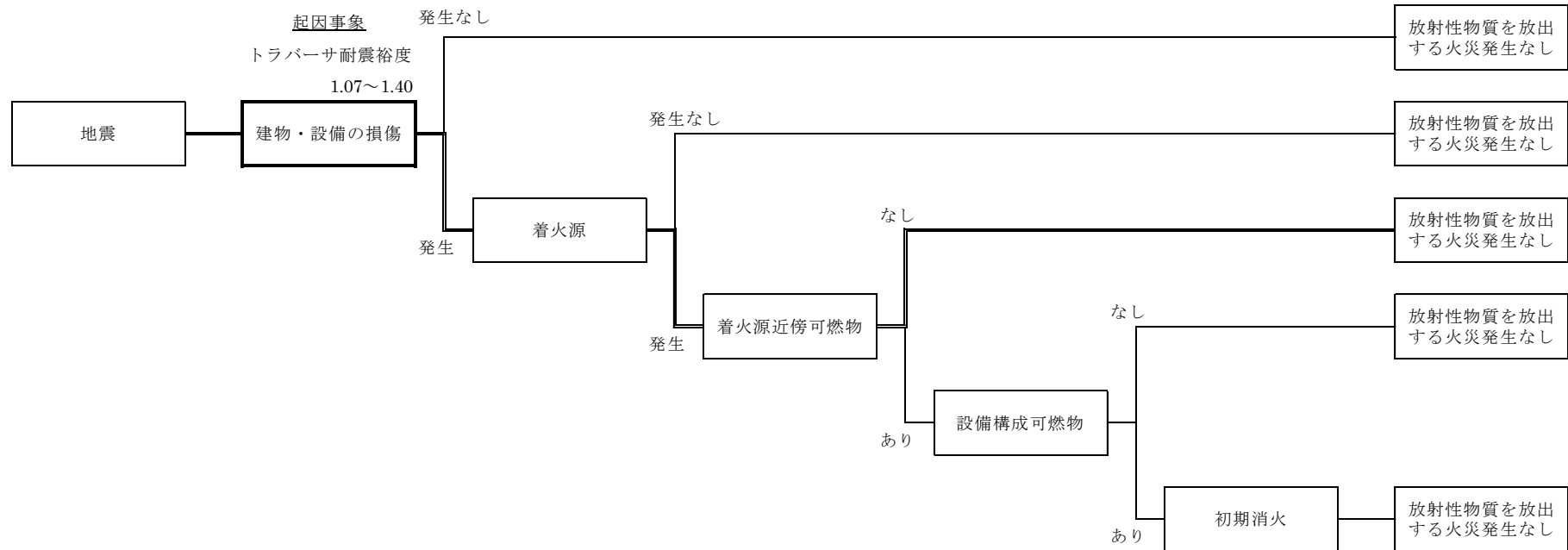
※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－1 地震時の火災発生のイベントツリー（火災ET-01）



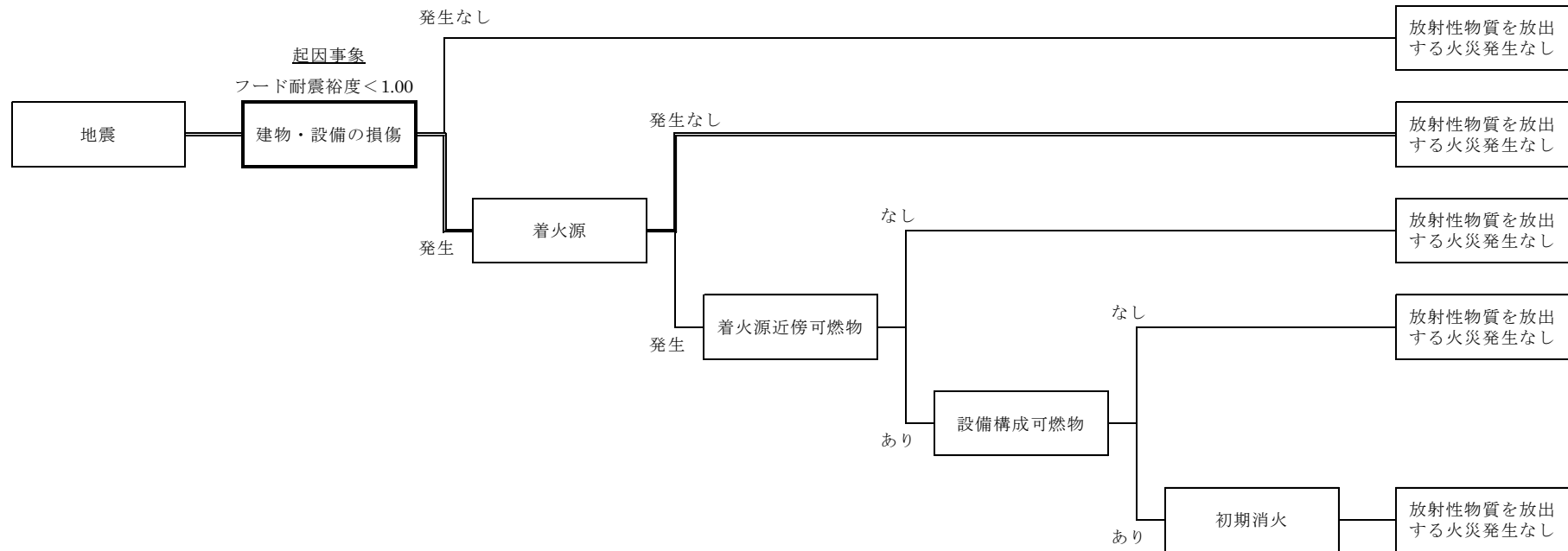
※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－ 2 地震時の火災発生のイベントツリー (火災ET-02)



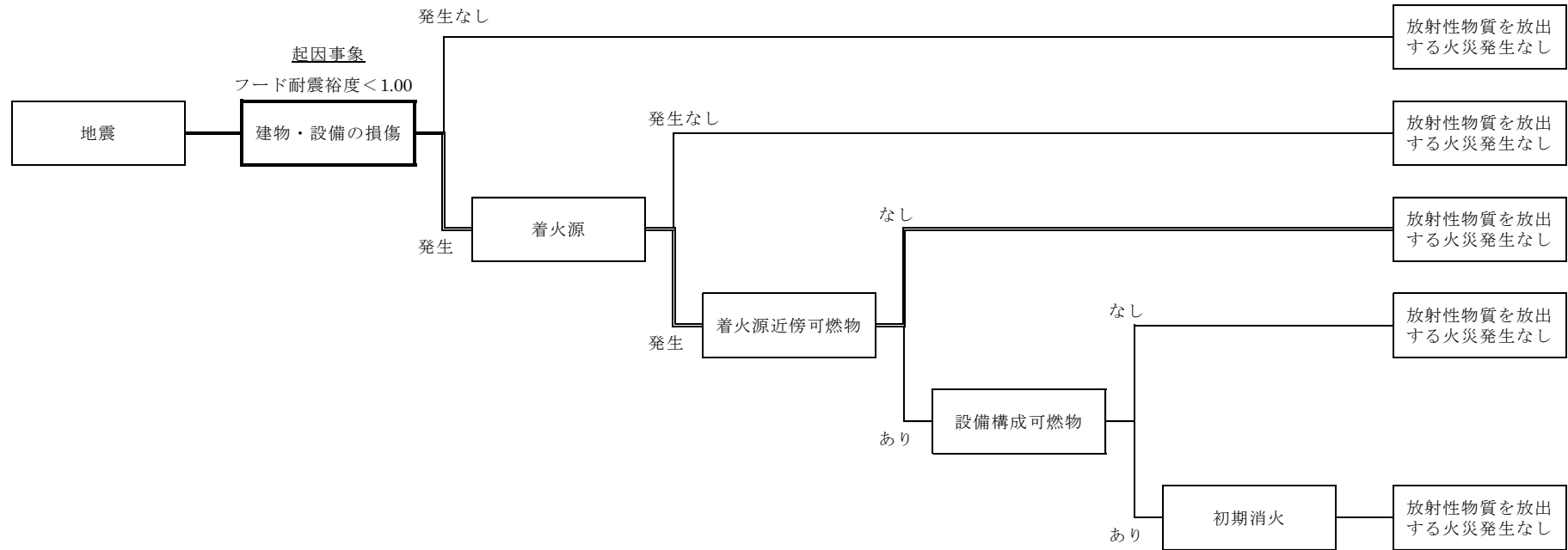
※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－3 地震時の火災発生のイベントツリー（火災ET-03）



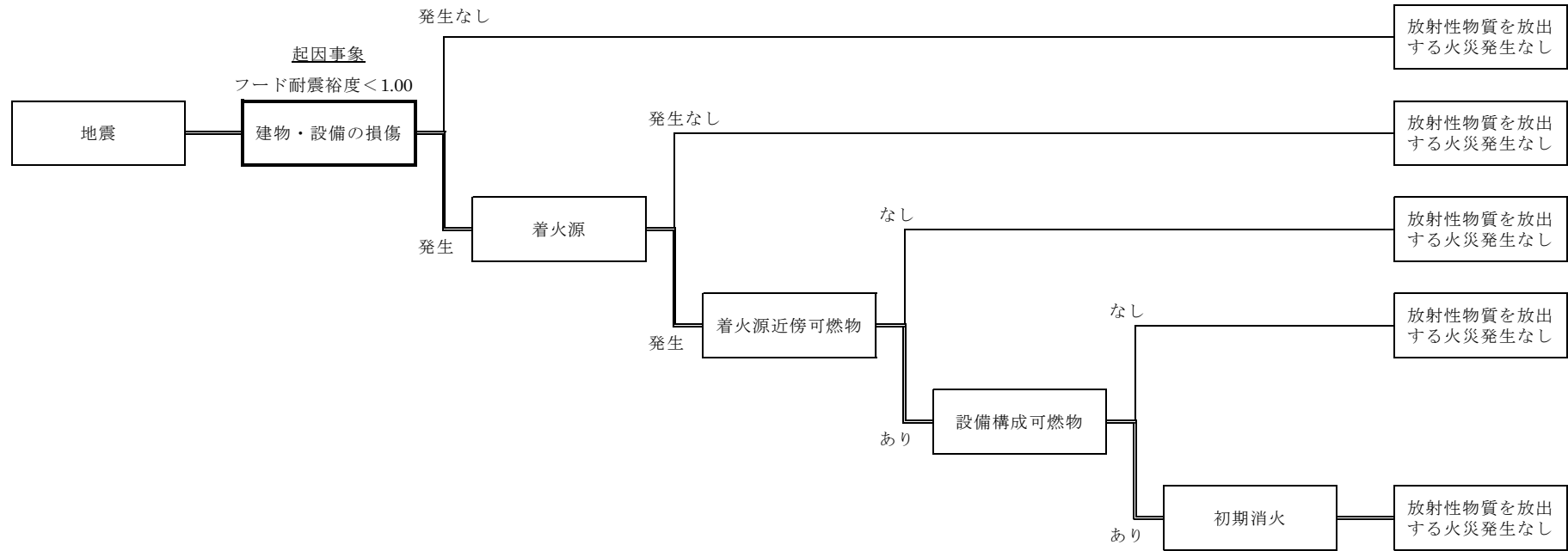
※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－ 4 地震時の火災発生のイベントツリー（火災ET-04）



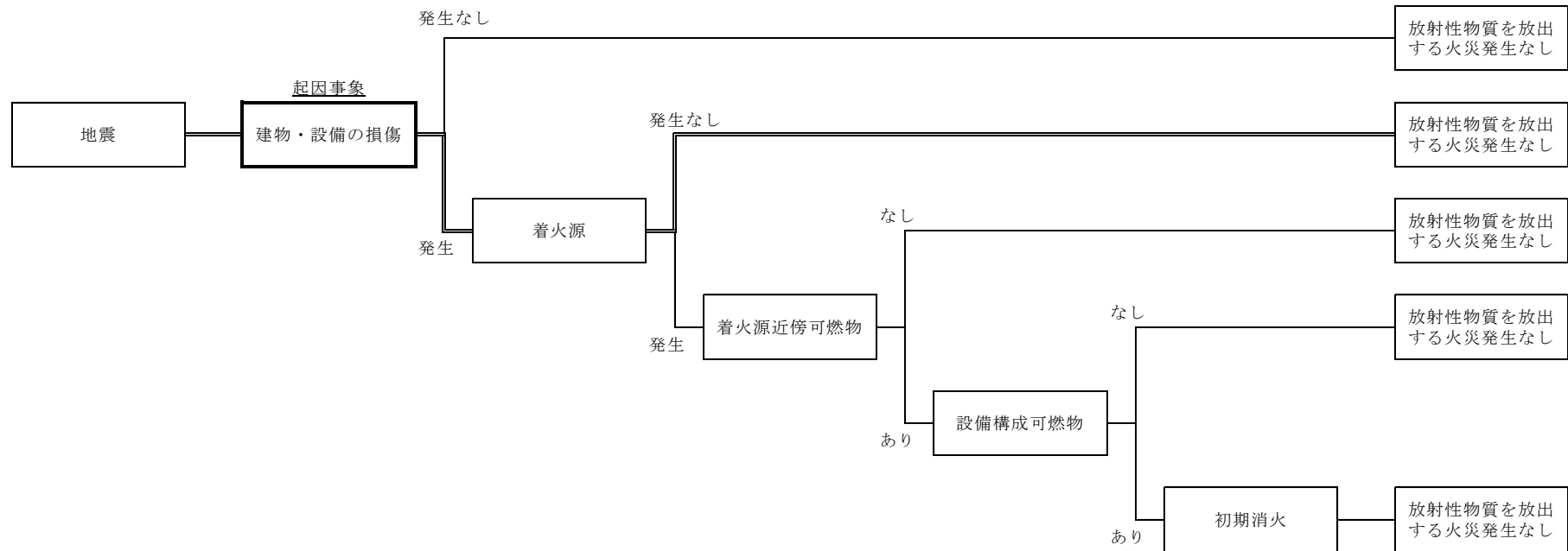
※二重線は本条件での事象進展を示す。

図ー 5 地震時の火災発生のイベントツリー (火災ET-05)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－6 地震時の火災発生のイベントツリー（火災ET-06）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－ 7 地震時の火災発生のイベントツリー（火災ET-07）

地震時における水素爆発の評価結果

1. 評価対象

水素を使用する設備は、第1ガドリニア炉室および第2炉室の焼結炉と、ごく少量のウランを使用する第1－1金相検査室の電気炉（試験炉）に限定され、地震時における水素爆発の評価は、焼結炉と試験炉に区分して評価した。なお、第2ウラン回収室第1区域で使用する酸化還元炉および第2開発実験室における小型炉等も水素を使用する設備であるが、休止措置が取られているので、評価対象外とした。

水素爆発の評価対象設備と耐震裕度を表－1に示す。

表－1 水素爆発の評価対象設備と耐震裕度

建物 (管理区域)	No.	部屋	設備	台数	耐震裕度
第1 加工棟 (第1種)	A07	第1ガドリニア 炉室	焼結炉	2	耐震裕度は2.31であり、 地震力1.6倍までの地震発生時に 損傷する可能性はない
	A17	第1－1金相検 査室	電気炉 (試験炉)	1 (1台は休止)	耐震裕度は5.74であり、 地震力1.6倍までの地震発生時に 損傷する可能性はない
第2 加工棟 (第1種)	D04	第2炉室	焼結炉	3	耐震裕度は1.92であり、 地震力1.6倍までの地震発生時に 損傷する可能性はない

2. 水素爆発を防止するための安全機能

当社加工施設は、水素爆発を防止するために、以下の多重の安全機能を有している。

(a) 排気設備による水素滞留防止機能

水素を取り扱う部屋では、建物の排気設備により部屋内の空気を建物外に放出して、水素の滞留を防止している。建物の排気設備は、大地震等によって停電が生じた場合は、一時停止するが、非常用電源の運転に伴い排気設備も復旧し、水素の滞留を防止する。

(b) 水素元バルブの自動閉止装置による水素供給停止機能

地震の加速度が200ガル以上になった場合には、水素元バルブの自動閉止装置が自動作動し、水素の供給を遮断する。なお、停電時においても作動するよう、保安電源として蓄電池が設置されている。また、保安電源が喪失した場合には、水素元バルブは自動的に閉止する機構となっている。

(c) 水素／窒素の自動置換または手動置換

焼結炉への水素の供給圧力が低下すると水素／窒素置換装置が自動作動し、焼結炉に窒素が供給される。また、窒素ガス配管での窒素供給が停止した場合には、緊急窒素ガスボンベへの自動切替機構を有しており、窒素ガスボンベからの窒素の供給が行われる。なお、停電時においても作動するよう、保安電源として蓄電池が、それぞれに設置されている。また、自動だけでなく、手動でも水素／窒素置換ができるようになっている。試験炉については、水素供給圧力が低下した場合は、試験炉の水素供給バルブおよび水素排出口バルブが自動的に閉止し、大気から隔離される。さらに、試験炉においては、設備に設置された地震計により150ガル以上の地震を検知した場合も大気から隔離される。なお、同時に操作員による試験炉直近の試験炉

元バルブの閉止措置が実施される。

(d) 炉の水素排出口における水素燃焼機構

炉から水素を排出する際は燃焼させており、水素がそのまま屋内に放出されることはない。水素排出口の水素は一度燃焼が始まると燃焼は継続するが、水素排出口に電気ヒーターを設置し、立ち消えを防止している。焼結炉の設備は、停電時に一時停止するが、非常用電源の運転に伴い復旧する。試験炉の設備は、水素排出口の電源が喪失した場合、試験炉の水素供給バルブおよび水素排出口バルブを自動的に閉止し、大気から隔離される。また、同時に操作員による試験炉直近の試験炉元バルブの閉止措置が実施される。

(e) 水素濃度測定計による室内水素濃度の監視

焼結炉を設置した部屋には水素濃度測定計を設置しており、水素濃度は常時監視されている。この水素濃度測定計は低濃度測定用と高濃度測定用の 2 つが設置されており、水素爆発下限 4% の 1/100 以下の水素濃度であっても検知することが可能である。そのため、屋内水素濃度が上昇しても、水素爆発下限に至る前に、操作員の対応が可能となる。なお、本設備は保安電源として蓄電池を装備しており、停電時においても、その機能を喪失しない機構としている。試験炉についても焼結炉と同様の機能を有している。

上記の多重の安全機能により、地震時においても水素爆発が発生することはない。

3. 評価方法と評価結果

水素滞留防止・供給停止機能の喪失を仮定して、図－1 および図－2 に示すイベントツリーを用いて、地震時における水素爆発発生の有無を評価した。対象設備の安全機能調査結果を表－2 に示す。

表－2 対象設備の安全機能調査結果

建物	No.	部屋	設備	項目	調査結果
共通項目				地震時の水素元バルブ自動閉止装置	あり (水素供給タンク直近に設置)
				水素元バルブ(手動バルブ)	あり (水素供給タンク直近に設置)
第1加工棟 (第1種)	A07	第1ガドリニア炉室	焼結炉	当該部屋の排気設備	あり
				水素／窒素の置換装置	あり
				水素排出口の水素燃焼機構	あり
				当該部屋の水素濃度計	あり
	A17	第1-1金相検査室	電気炉(試験炉)	当該部屋の排気設備	あり
				水素／窒素の置換装置	あり(炉内圧上昇時) (水素供給圧力が低下した場合は、電気炉出入口バルブを自動閉止し、大気から隔離する)
				水素排出口の水素燃焼機構	あり
				当該部屋の水素濃度計	あり
第2加工棟 (第1種)	D04	第2炉室	焼結炉	備考	設備に地震計および地震計に連動して試験炉を密封遮断し大気から隔離する機構が装備されている。直近の試験炉元バルブ閉止により、水素供給停止が可能。
				当該部屋の排気設備	あり
				水素／窒素の置換装置	あり
				水素排出口の水素燃焼機構	あり
				当該部屋の水素濃度計	あり

水素滞留防止・供給停止機能の喪失を仮定した時の地震時における水素爆発発生の有無の評価結果は以下のとおりである。評価 No.①～③における水素爆発を防止する機能のまとめを表－3 に示す。

表－3 水素滞留防止・供給停止機能が喪失した場合の水素爆発防止機能

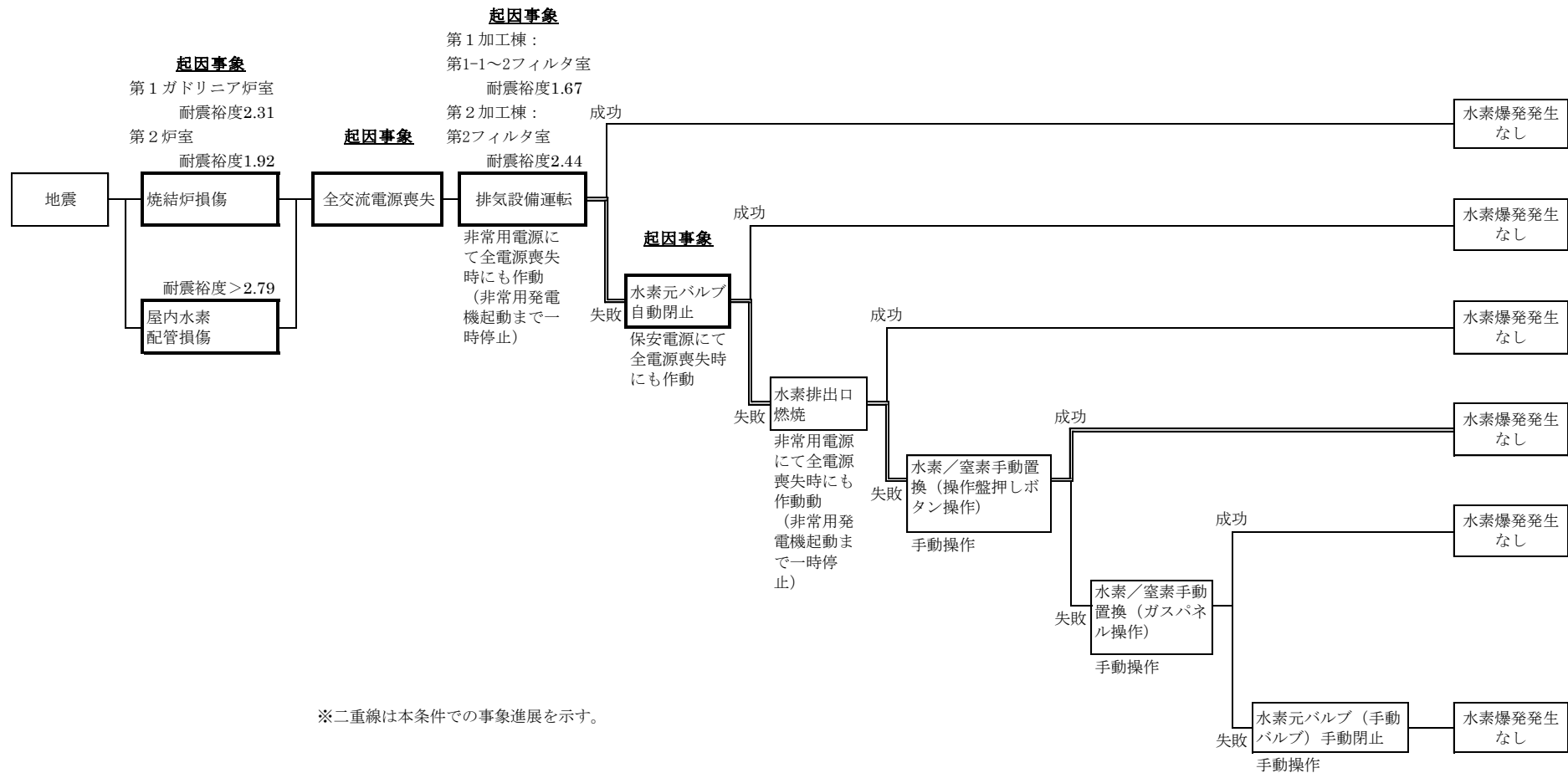
No.	焼結炉	試験炉
①	焼結炉水素排出口における水素燃焼機構	試験炉水素排出口における水素燃焼機構
②	焼結炉操作員による水素／窒素の手動置換	試験炉操作員による試験炉元バルブの手動閉止
③	用役供給担当操作員による水素元バルブの手動閉止	

① 安全機能のうち、(a) 排気設備による水素滞留防止機能と (b) 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、(d) 焼結炉および試験炉の出口における水素燃焼機構により、水素がそのまま屋内に放出されることはない、水素爆発に至ることはない。

- ② 水素排出口における水素燃焼機構が喪失した場合には、水素が室内へ放出されるが、(e) 水素濃度測定計により水素漏えいが検知され、(c) 焼結炉操作員（少なくとも 1 名は常駐）により水素／窒素の手動置換が行われるので、水素爆発に至ることはない。常駐する焼結炉操作員による水素／窒素の手動置換は、1 分程度で実施可能であり、操作盤の押しボタンおよびガスパネルの操作バルブの 2 系統で操作可能である。試験炉の場合は、試験炉操作員（少なくとも 1 名は常駐）により試験炉直近の試験炉元バルブが 1 分程度で閉止され、水素爆発に至ることはない。なお、焼結炉本体または焼結炉ガスパネルから焼結炉までの屋内配管の破損を仮定しても、水素濃度測定計により水素漏えいが検知されるので、上記と同様の現象となる。さらに、大地震時には水素漏えいの有無によらず、上記操作を実施するので、水素爆発に至ることはない。
- ③ 大地震時に水素元バルブが自動で閉止していない場合には、用役供給を担当する操作員（少なくとも 1 名が動力棟に常駐）が、水素元バルブ（手動バルブ：自動で閉止する水素元バルブと直列に設置されている手動バルブ）を手動で閉止する。動力棟直近の屋外に設置された水素元バルブの手動閉止は 3 分程度で容易に実施可能であり、水素爆発に至ることはない。

以上の評価結果から、水素滞留防止・供給停止機能が喪失したとしても、水素爆発が発生しないことを確認した。



図ー 1 地震時の焼結炉の水素爆発のイベントツリー (爆発 ET-01)

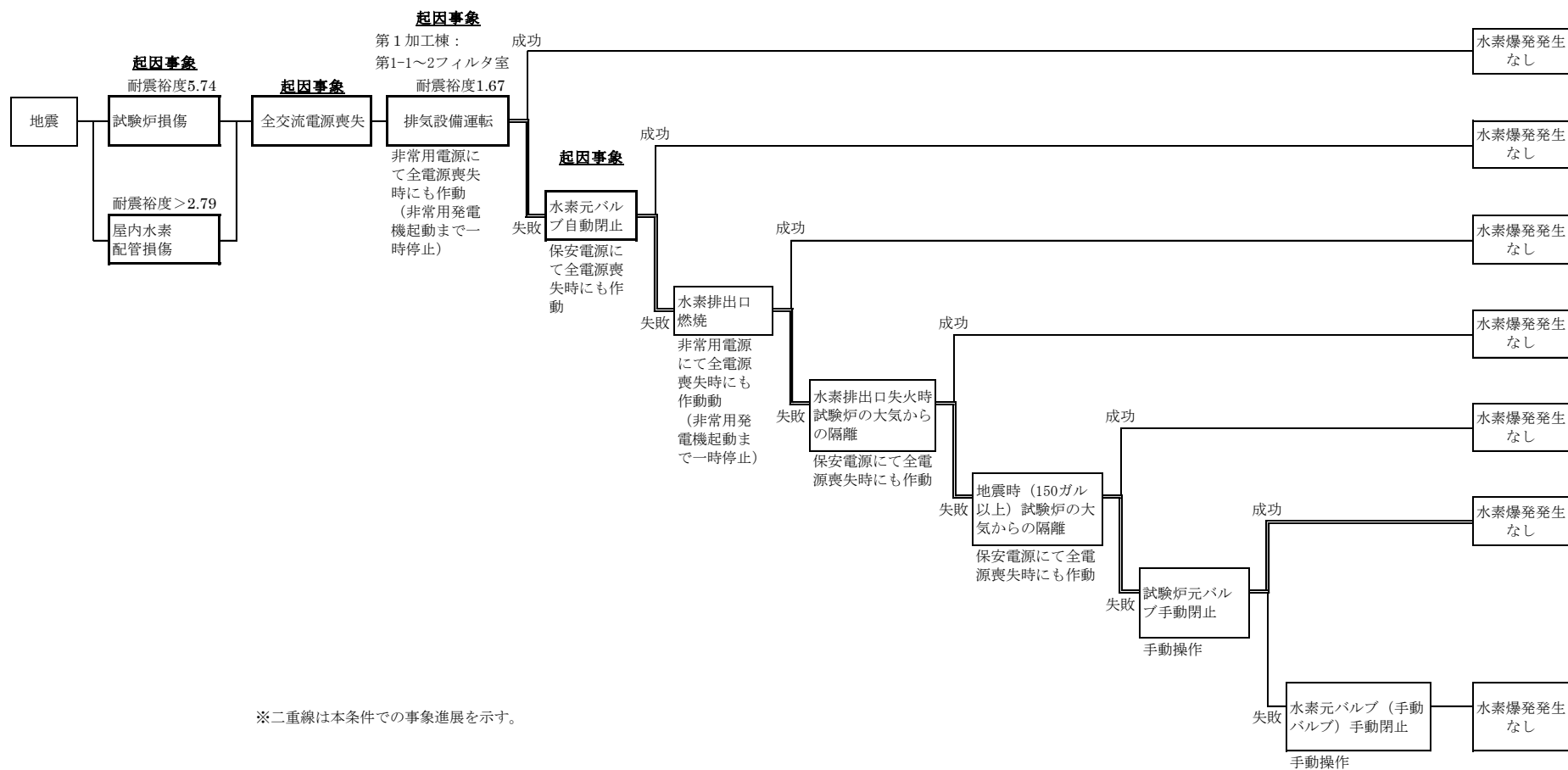


図-2 地震時の電気炉（試験炉）の水素爆発のイベントツリー（爆発ET-02）

地震時における臨界の評価結果

1. 評価方法

地震時において臨界事象が発生するか否かについて、臨界に至るイベントツリーに従って評価する。地震力としては、評価基準地震力の 1.6 倍の地震力を受けた場合を想定する。

臨界に至るイベントツリーは、起因事象としてウラン取扱設備の損傷（保持するウランの床上への落下を含む）が生じた場合に、当社加工施設で取り扱う濃縮度 5%以下のウランに対して、臨界が成立するために必要な、ウラン質量、ウラン集積形状、減速材（水）の存在、の 3 条件が、各段階で順次満たされるか否かの判断によって構成される。

また、評価対象となるウランには、ウラン取扱設備上に保持されるものと、地震力によりウラン取扱設備からウランを取り扱う部屋の床上に落下し集積形状が確定できないものがある。両者は評価の手順が異なるため、前者はウラン取扱設備に対するイベントツリー、後者はウランを取り扱う部屋に対するイベントツリーとして、異なるイベントツリーを用いて評価を実施する。

なお、取り扱われる最大ウラン量が質量管理限度量に満たないウラン取扱設備およびウランを取り扱う部屋は、合理的事象評価省略の対象となるため、評価の対象外とする。

2. 評価結果

臨界事象評価に係るデータを表－1 に示す。

質量管理限度量以上のウランが保持される可能性のあるウラン取扱設備のうち、想定した地震力によって設備本体の損傷が生じるものはない。設備が保持するウランの落下を損傷の一形態として考えれば、第 2 炉室の焼結炉ペレットボートが地震力によって滑動し、積載する成型体や焼結ペレットが焼結炉内に散乱することが挙げられるが、焼結炉内には水が浸入しないため、臨界に至ることはない。このイベントツリーを図－1 に示す（臨界 ET-01）。これ以外のウラン取扱設備については、設備の損傷（保持するウランの床上への落下を含む）はなく、図－5 に示すように、起因事象が発生しないという評価になる（臨界 ET-05）。

次に、ウランを取り扱う部屋の臨界事象評価イベントツリーを、事象進展の類型に分けて、図－2、図－3、図－4 に示す。なお、設備の場合と同様に、損傷（保持するウランの床上への落下を含む）が生じるウラン取扱設備が存在しない部屋については、図－5 に示すように、起因事象が発生しないという評価になる（臨界 ET-05）。

図－2 のイベントツリー（臨界 ET-02）に該当する部屋では、地震によりウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が、臨界量に達しないため未臨界と判断できる。ここで用いたウラン量に関する未臨界の判断基準は、工場内で扱うウランの質量管理限度量の設定に基づくもので、以下の 2 種類がある。

- ① 粉末缶 2 缶分以下に収納される量の粉末・成型体・焼結ペレット状酸化ウラン
- ② 80 本以下の燃料棒

なお、これらの数値は最小臨界量に対して 10%以上の余裕をもって設定されている。

また、同一の部屋内の離れた場所に落下したウランも合計して判断しているが、これはウランが 1 か所に集まると仮定したことになり、保守的な評価になっている。

さらに、当社加工施設で取り扱う、粉末缶に収納された状態のウランは、3 缶以下であれば、缶内外に任意の量の水が存在する状態で近接しても臨界に至らない。また、当社加工施設で取り扱う酸化ウラン／ガドリニア混合物は、任意の量、形状、水との混在状態を仮定しても臨界に至らない。

以上のことから、前記未臨界の判断基準は、十分な保守性を有している。

図－3 のイベントツリー（臨界 ET-03）に該当する部屋では、ウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が前記の未臨界判断基準を超える。しかし、床上のウラン集積物に雨水が浸入するような建物の損傷はない。また、地震計にて 250 ガル以上の揺れを検知した場合、第 2 加工棟では第 2 炉室の冷却水を除く全ての配管について水の供給が遮断され、かつ配管内の残水が屋外へ排水される。このため、図－3 に該当する部屋では水配管の損傷を仮定しても、ウラン集積物に水が浸入せず、臨界に至らない。

図－4 のイベントツリー（臨界 ET-04）に該当する第 2 炉室では、ウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が前記の未臨界判断基準を超えるとともに、焼結炉冷却水配管の損傷を仮定すればウラン集積物に水が浸入する。しかし、第 2 炉室で床上に落下する焼結ペレットは、直径および高さが約 1cm 程度の円筒形をしているうえに比重が大きい（10 以上）ため、落下散乱後、たとえ水中でも平坦な床上にかさ高く集積することはない。ペレット 2 個分が積み重なって約 2cm 程度の高さの平板状に集積したと仮定しても、最小臨界平板厚さである約 9cm よりも十分薄い層にしかならないため、臨界に至らない。また実際には、焼結炉に供給される冷却水が全て漏出したとしても、屋外に面する搬入扉下部の間隙などから流出するため、第 2 炉室床上に有意な水位が形成されることはないと考えられる。

臨界事象評価の考え方を表－1 にまとめて示す。なお、表中、発送品保管場（B05, E05）および第 2 貯蔵棟（G01, G02, G03）については、部屋内のウランが輸送容器に格納されているため、輸送容器が損傷しないことをもって未臨界と判断している。

以上より、当社加工施設が前記の想定地震力を受けても、臨界事象に至らないことが示された。

表 - 1 臨界事象評価データ (1 / 3)

建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第 1 加工棟 (第 1 種)	A01	第 1 酸化ウラン取扱室	約 6.7m	トラバーサ	1.34	粉末缶 2 缶	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	A02	第 1 - 2 階粉末取扱室 A	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	A03	第 1 - 2 階粉末取扱室 B	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	A04	第 1 ガドリニア粉末取扱室	約 6.7m	トラバーサ	1.40	粉末缶 1 缶	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	A05	第 1 - 1 階粉末取扱室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン粉末 (粉末缶 1 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	A06	第 1 ガドリニア成型室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 2 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	A07	第 1 ガドリニア炉室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	A08	第 1 ガドリニア装填室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 1 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	A09	第 1 ペレット取扱室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	A10	第 1 - 2 汚染検査室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A11	第 1 廃棄物減容室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A12	第 1 廃棄物処理室	約 1.0m	配管類	1.00 未満	微量のウランを含む排水	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A13	第 1 - 1 機材準備・保管室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A14	第 1 - 2, 第 1 - 3 機材準備・保管室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A15	第 1 - 1 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A16	第 1 - 2 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A17	第 1 化学分析室等	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン粉末 (質量管理限度量)	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A18	第 1 - 2 ～ 3 分析室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A19	第 1 - 1 ～ 2 フィルタ室	約 6.7m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	A20	第 1 - 4 ～ 6, 第 1 - 9 ～ 11 廃棄物貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。

表 - 1 臨界事象評価データ (2 / 3)

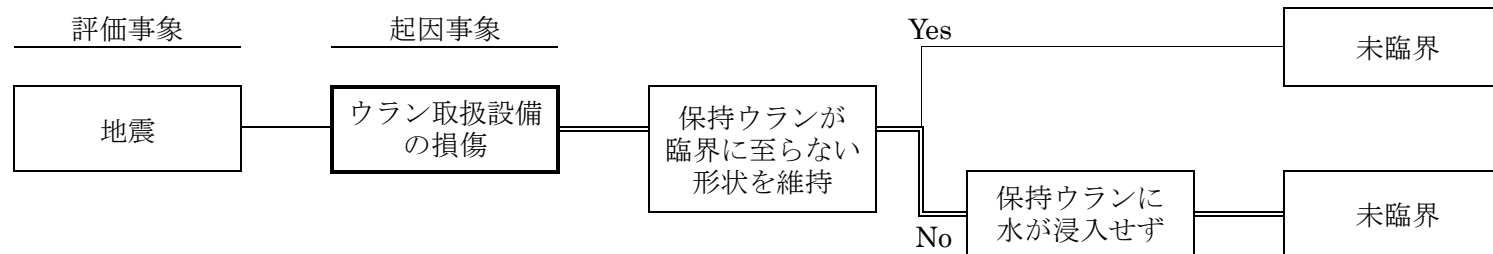
建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第 1 加工棟 (第 2 種)	B02	第 1 酸化ウラン搬入室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	B03	第 1 燃料棒検査室	約 1.0m	X 線検査装置	1.00	燃料棒 (80 本)	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
				燃料棒運搬車	1.51		
	B04	第 1 - 2 廃棄物貯蔵場	約 6.7m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
		第 1 - 1, 第 1 - 7 ~ 8, 第 1 - 12 廃棄物貯蔵場	約 1.0m				
			地下約 3.5m (地下ピット)				
第 2 加工棟 (第 1 種)	B05	第 1 発送品保管場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
	D01	第 2 - 3 階酸化ウラン取扱室	約 13.8m	トラバーサ	1.07	酸化ウラン粉末 (粉末缶 3 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-03)
				台車	1.33	NPC 型輸送容器 の容器 (2 個)	
	D02	第 2 - 2 階酸化ウラン取扱室	約 7.5m	トラバーサ	1.31	酸化ウラン粉末 (粉末缶 2 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-02)
	D03	第 2 成型室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	D04	第 2 炉室	約 1.0m	焼結炉ペレット ポート	1.00 未満	焼結ペレット (6 ポート分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-01, 臨界 ET-04)
	D05	第 2 装填室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	D06	第 2 ウラン回収室第 1 区域	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	D07	第 2 廃棄物処理室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	D08	第 2 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D09	第 2 開発実験室	約 13.8m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	D10	第 2 フィルタ室	約 13.8m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	D11	第 2 汚染検査室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D12	第 2 洗濯室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D13	第 2 安全管理計測室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D14	A 搬送路	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	D15	B 搬送路	約 4.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。

表-1 臨界事象評価データ (3/3)

建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第2加工棟 (第2種)	E01	第2酸化ウラン貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	E02	第2酸化ウラン搬入室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
	E03	第2酸化ウラン搬送室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	E04	第2組立室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-05)
			地下約 3.5m (地下ピット)				
	E05	第2-地下1階発送品保管場	地下約 4.5m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
		第2-3階発送品保管場	約 13.8m				
第2貯蔵棟 (第2種)	E06	C搬送路	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界本数未満)
	E07	第2ウラン回収室第2区域	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	G01	第2(1階)酸化ウラン貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
	G02	第2(2階)酸化ウラン貯蔵場	約 6.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
廃棄物貯蔵棟 第2棟 (第2種)	H01	D搬送路	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
		第2-2(1階)廃棄物貯蔵場	約 0.1m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
		第2-2(2階)廃棄物貯蔵場	約 4.5m				
		第2-2(3階)廃棄物貯蔵場	約 8.9m				

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。

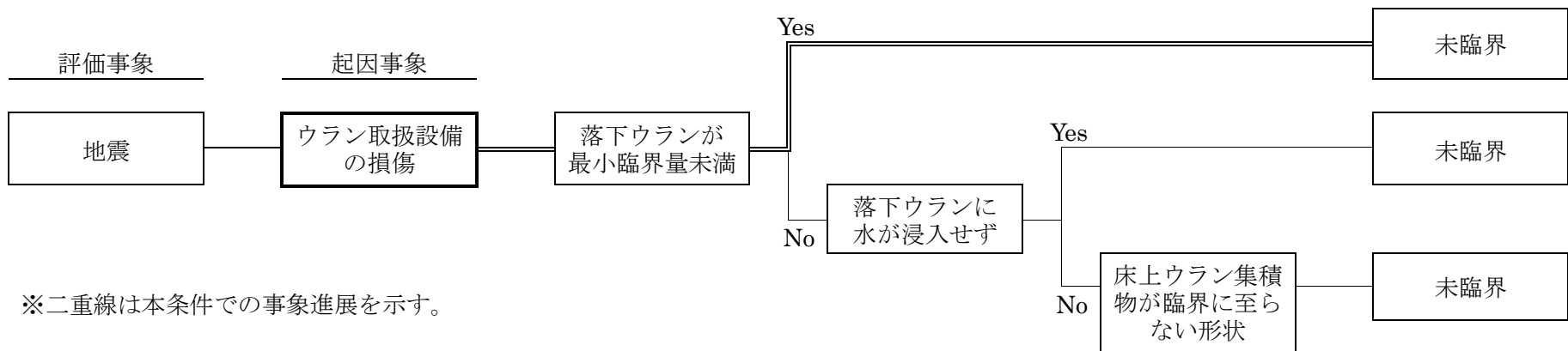


※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当設備

部屋名	損傷設備／耐震裕度	損傷形態	損傷後保持ウラン形状
D04 第2炉室	焼結炉ペレットボート／ 1.00 未満	ペレットボート滑動	焼結炉内にペレット散乱

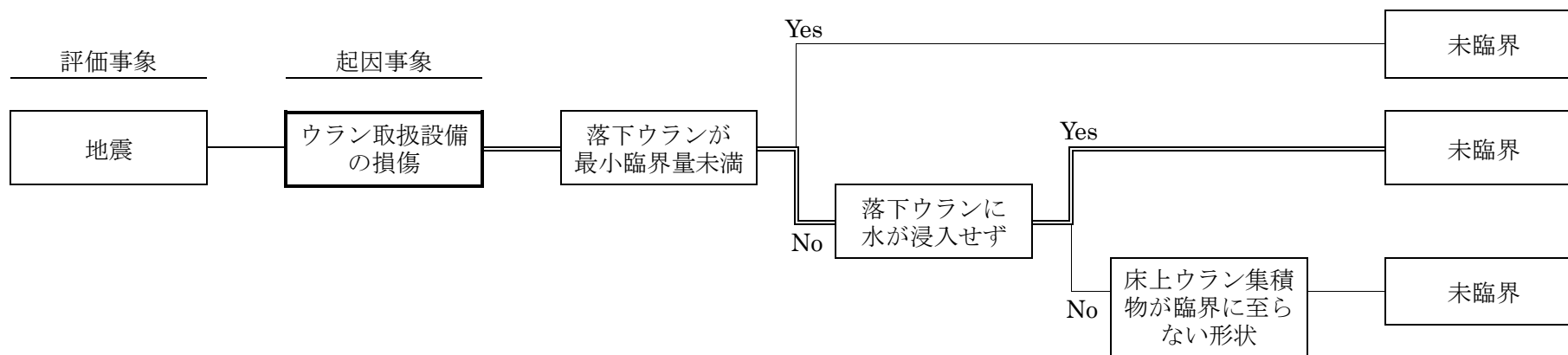
図－1 地震時の設備イベントツリー（地震力 1.6 倍，臨界 ET-01）



該当部屋

部屋名	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物
A01 第1酸化ウラン取扱室	トラバーサ／1.34	粉末缶 2 缶
A04 第1ガドリニア粉末取扱室	トラバーサ／1.40	粉末缶 1 缶
A05 第1 - 1 階粉末取扱室	フード／1.00 未満	酸化ウラン粉末 (粉末缶 1 缶分)
A06 第1ガドリニア成型室	フード／1.00 未満	酸化ウラン／ ガドリニア混合粉末 (粉末缶 2 缶分)
A08 第1ガドリニア装填室	フード／1.00 未満	酸化ウラン／ ガドリニア混合粉末 (粉末缶 1 缶分)
B03 第1燃料棒検査室	X線検査装置／1.00	燃料棒 (80 本)
	燃料棒運搬車／1.51	
D02 第2 - 2 階酸化ウラン取扱室	トラバーサ／1.31	酸化ウラン粉末 (粉末缶 2 缶分)

図－2 地震時の部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍，臨界 ET-02）

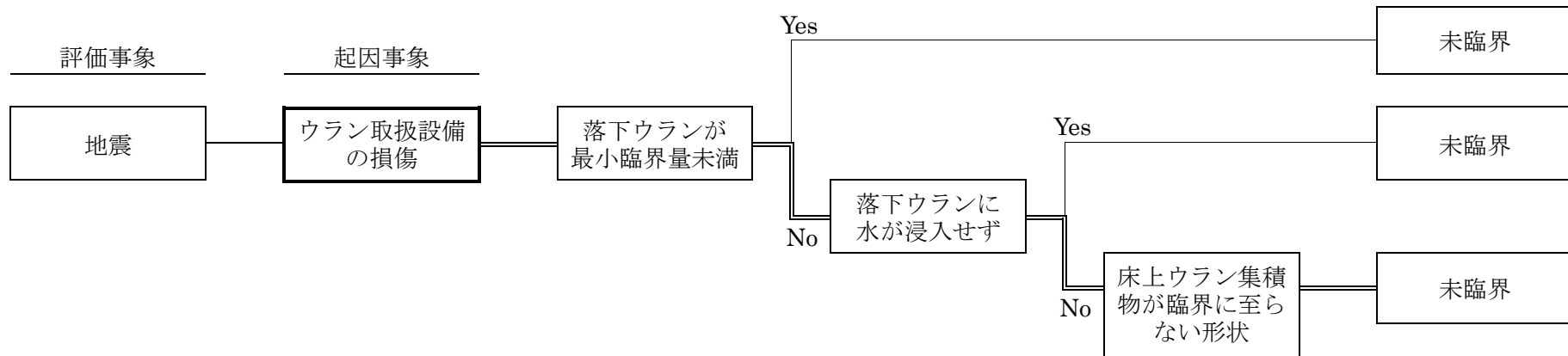


※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当部屋

部屋名	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物	水の浸入
D01 第2 - 3階酸化ウラン取扱室	トラバーサ／1.07	酸化ウラン粉末 (粉末缶 3 缶分)	なし
	台車／1.33	NPC 型輸送容器の内 容器 (2 個)	

図－3 地震時の部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍，臨界 ET-03）

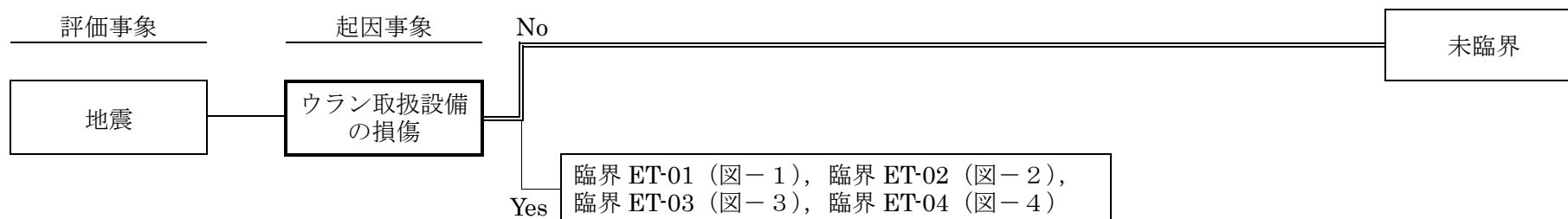


※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当部屋

部屋名	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物	水の浸入	ウラン集積形状
D04 第2炉室	焼結炉ペレットボート／ 1.00 未満	焼結ペレット (6ボート分)	冷却水配管損傷	焼結ペレット平板状散乱

図－4 地震時の部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍，臨界 ET-04）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当設備・部屋： 損傷が生じないウラン取扱設備，およびウラン取扱設備の損傷が生じない全ての部屋

図-5 地震時の設備／部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍，臨界 ET-05）

地震時における放射性物質の漏えいの評価結果

1. 評価方法

地震時における放射性物質を放出する漏えいの発生有無について、図－１～図－１２に示すイベントツリーに基づいて評価した。漏えいの起因事象は、地震により発生する可能性があるウラン取扱設備の損傷である。地震力が大きくなった時のウラン取扱設備の損傷状況とイベントツリーの対応を表－１に示す。なお、図－１に示すイベントツリーは、ウラン取扱設備の損傷がない場合のものである。

表－１ 地震力が大きくなった時のウラン取扱設備の損傷状況とイベントツリーの一覧

建物	No.	部屋	地震力	設備・機器への影響の可能性	イベントツリー
第 1 加工棟	A01	第 1 酸化ウラン取扱室	>1.34	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大 2 缶）落下 （開口しないのでウランの飛散はない）	図－ 2
	A04	第 1 ガドリニア粉末取扱室	>1.40	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大 1 缶）落下 （開口しないのでウランの飛散はない）	図－ 3
	A05	第 1－1 階粉末取扱室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末（最大 1 缶分）が床上に飛散	図－ 4
	A06	第 1 ガドリニア成型室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末または成型体（最大 2 缶分）が床上に飛散	図－ 5
	A08	第 1 ガドリニア装填室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末またはペレット（最大 1 缶分）が床上に飛散	図－ 6
	A12	第 1 廃棄物処理室	>1.0	・配管類破損→排水が漏れる	評価不要 （ウラン取扱いなし）
	A17	第 1 化学分析室等	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内の粉末またはペレット（質量管理限度量未満）が床上に飛散	図－ 7
	B03	第 1 燃料棒検査室	>1.0	・クレーンが脱輪→保管廃棄物の上に落下→廃棄物ドラム缶が破損 （廃棄物のためウランの漏えいは少量）	図－ 8
			>1.0	・X 線検査装置が転倒→燃料棒（最大 40 本）が落下（ペレットは飛散しない）	評価不要 （燃料棒の落下でありペレット飛散なし）
			>1.51	・燃料棒運搬車が転倒→燃料棒（最大 40 本）が落下（ペレットは飛散しない）	評価不要 （燃料棒の落下でありペレット飛散なし）
第 2 加工棟	D01	第 2－3 階酸化ウラン取扱室	>1.07	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大 3 缶分）が床上に飛散	図－ 9
			>1.33	・台車が転倒→運搬中の粉末輸送容器の内容容器（最大 2 容器）が落下（容器は破損しないのでウランの飛散はない）	図－ 10
	D02	第 2－2 階酸化ウラン取扱室	>1.31	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大 2 缶分）が床上に飛散	図－ 11
	D04	第 2 炉室	>1.0	・焼結炉出口側でコンベヤ上のボート落下→焼結ペレット（最大 6 ボート分）が床上に飛散	図－ 12

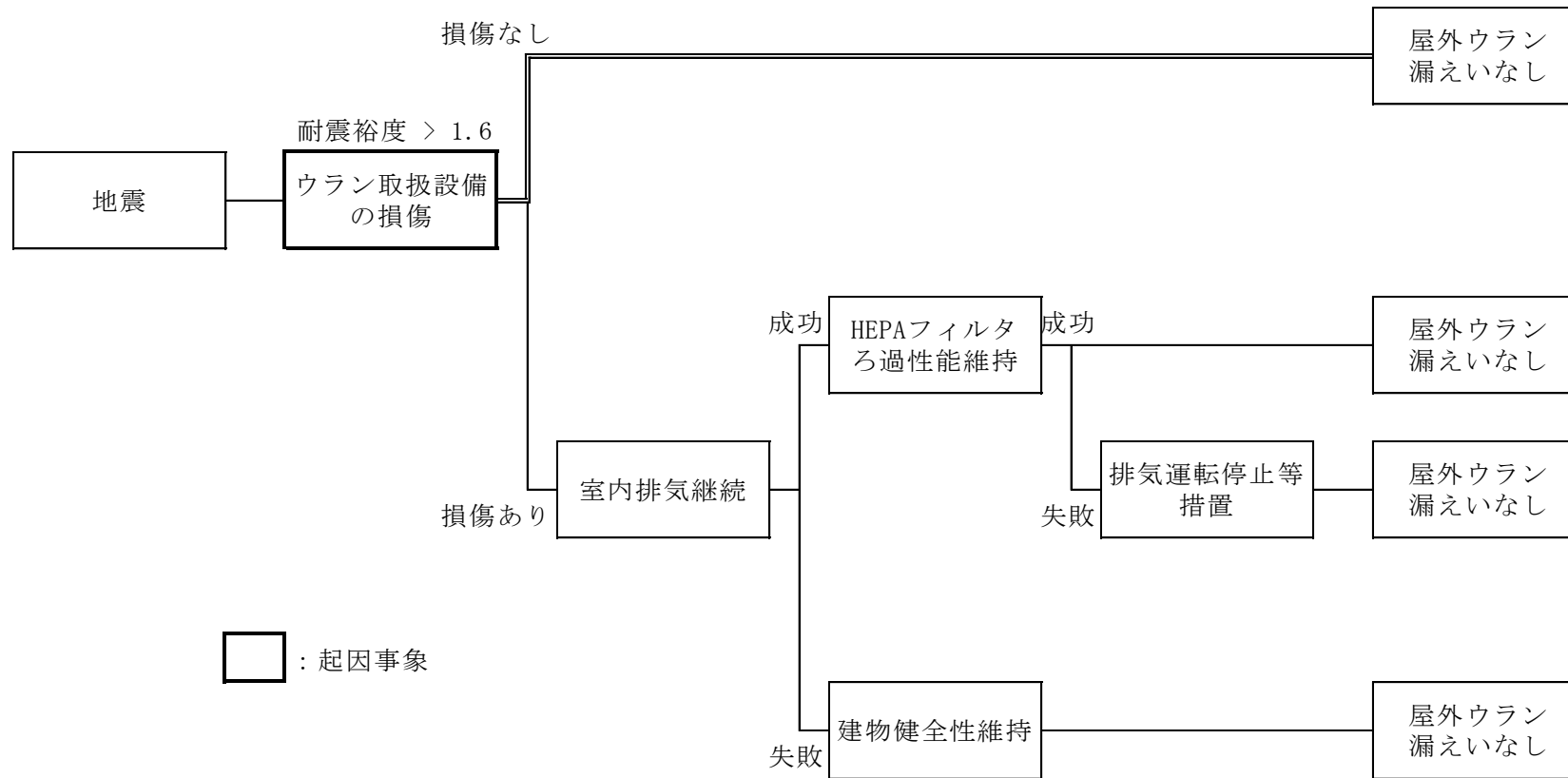
2. 評価結果

ウラン取扱設備に損傷が生じない場合には、ウランの飛散はなく、放射性物質の漏えいは生じない（図－1 参照）。

ウラン取扱設備に損傷が生じウラン粉末缶が落下しても、落下高さが低い場合には、ウラン粉末缶は開口しないため、放射性物質の漏えいは生じない（図－2，3，10 参照）。ウラン粉末缶の落下試験により、落下高さ 1 m 未満ではウラン粉末缶が開口しないことを確認している。

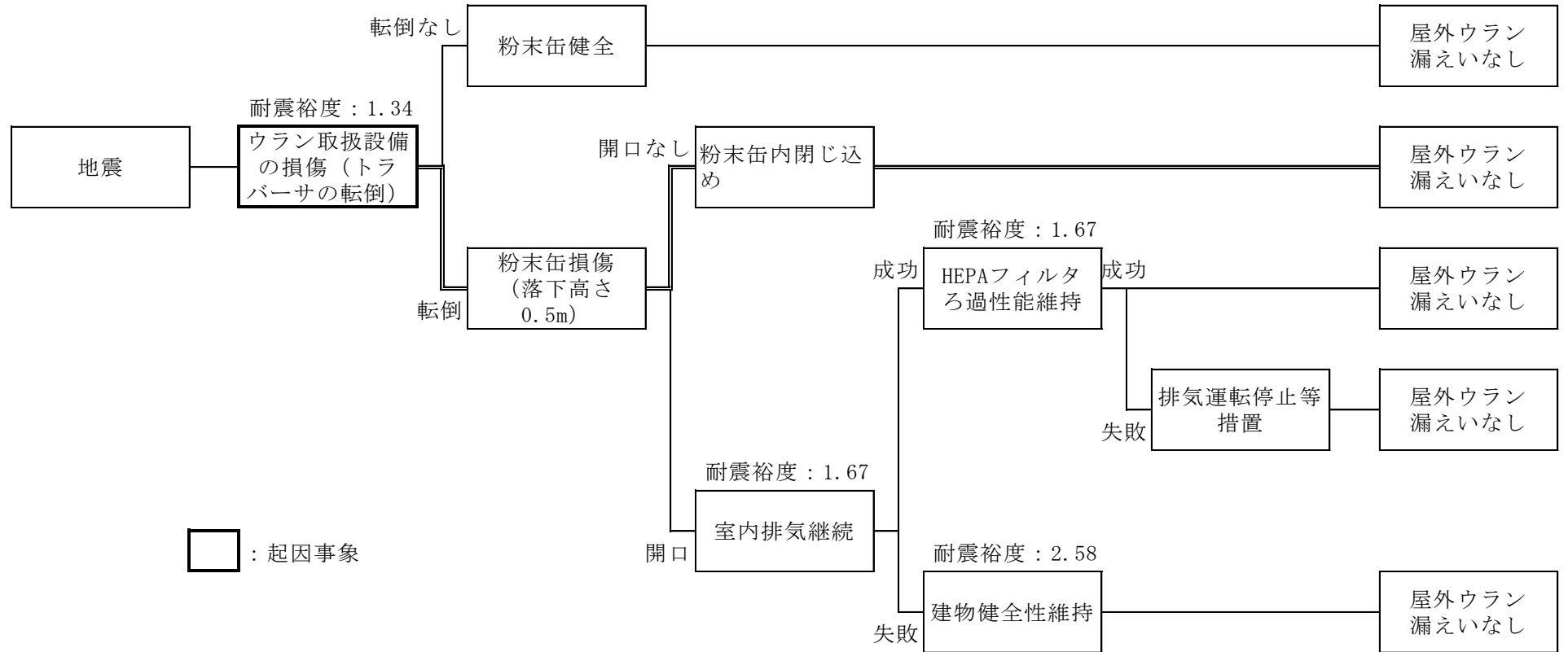
上記以外の場合には、ウラン取扱設備の損傷によりウランが建物内に飛散するが、建物の閉じ込め機能が喪失してはいないため、放射性物質の漏えいは生じない。

以上の評価結果から、評価基準地震力の 1.6 倍までの地震が発生したとしても、放射性物質の漏えいが発生することはない。



※二重線は本条件での事象進展を示す。

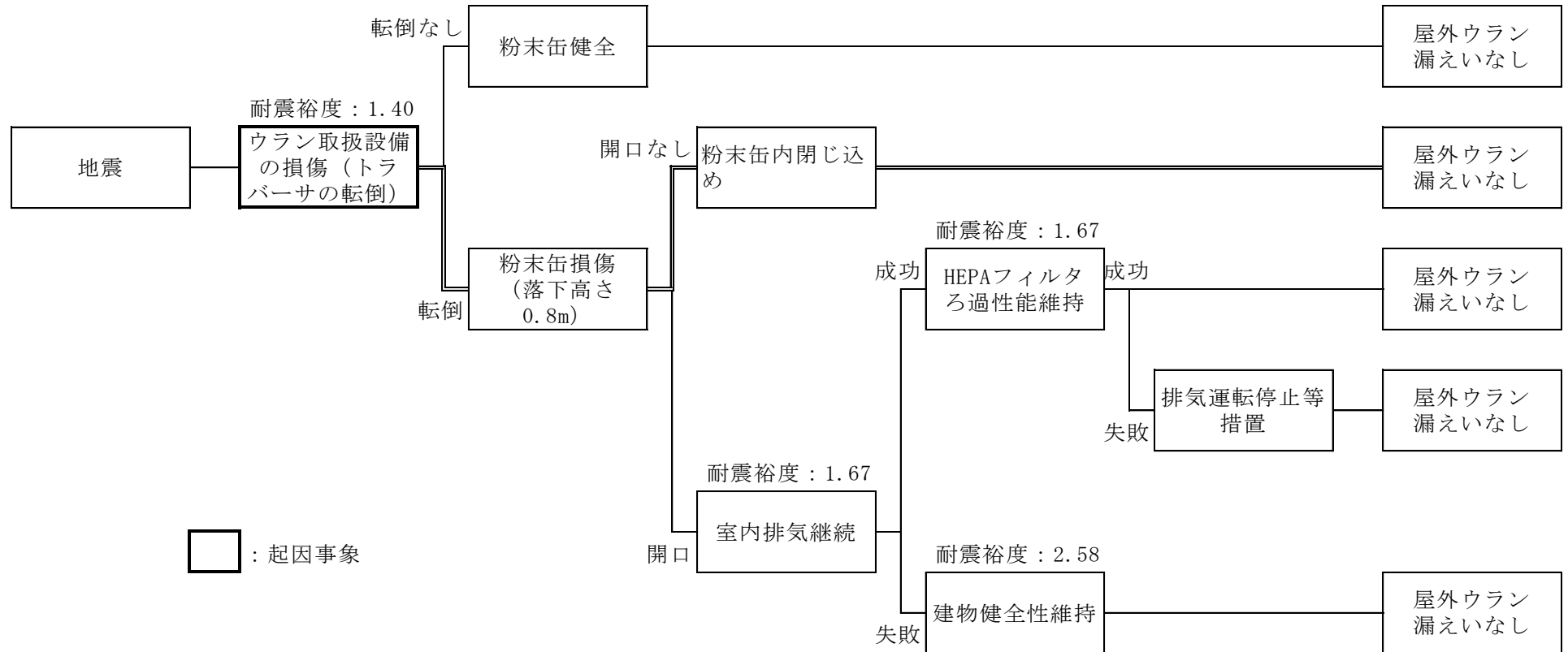
図－1 地震時の漏えいのイベントツリー（漏えいET-01）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1酸化ウラン取扱室 (A01)

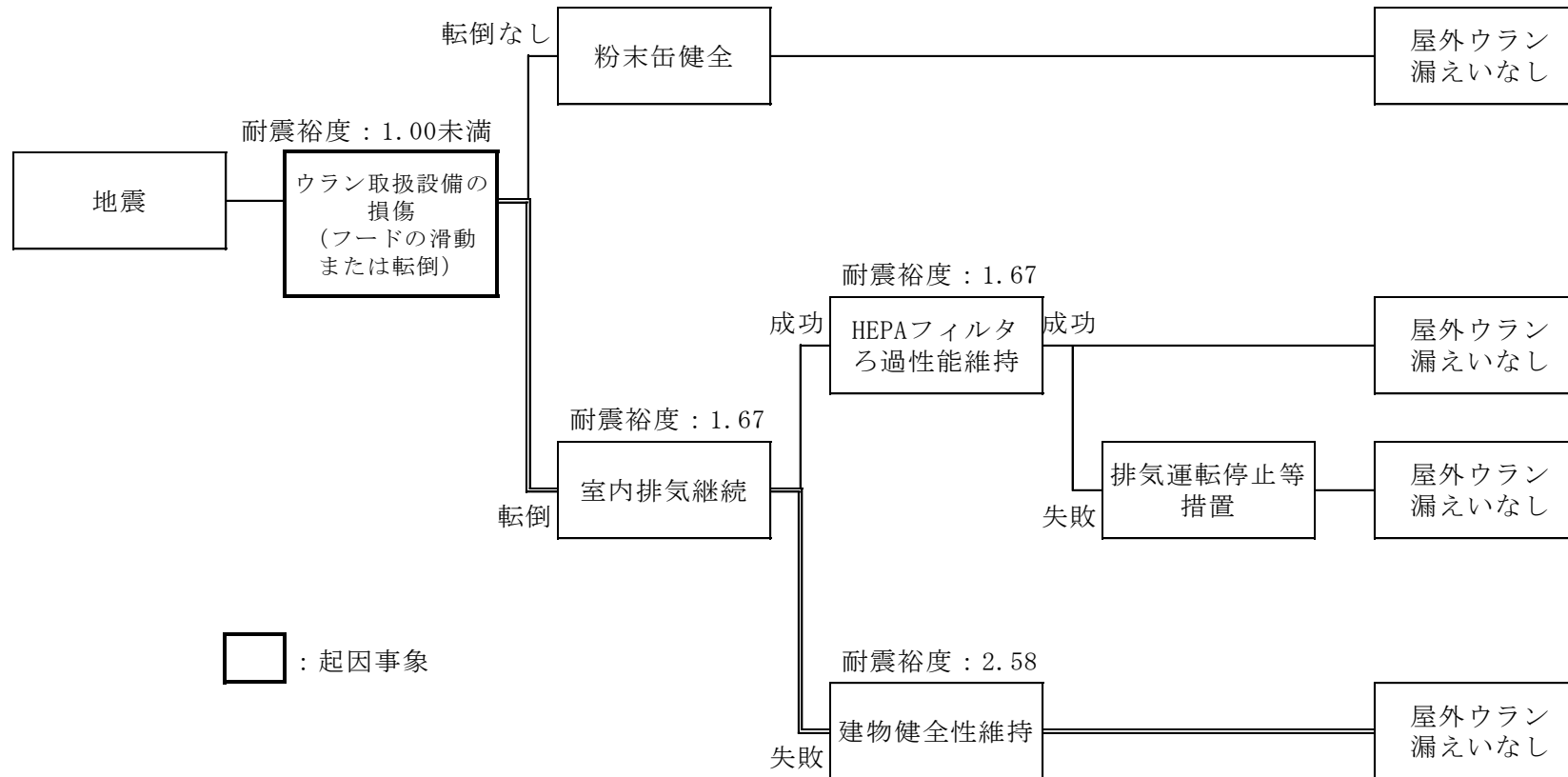
図-2 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-02)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1ガドリニア粉末取扱室 (A04)

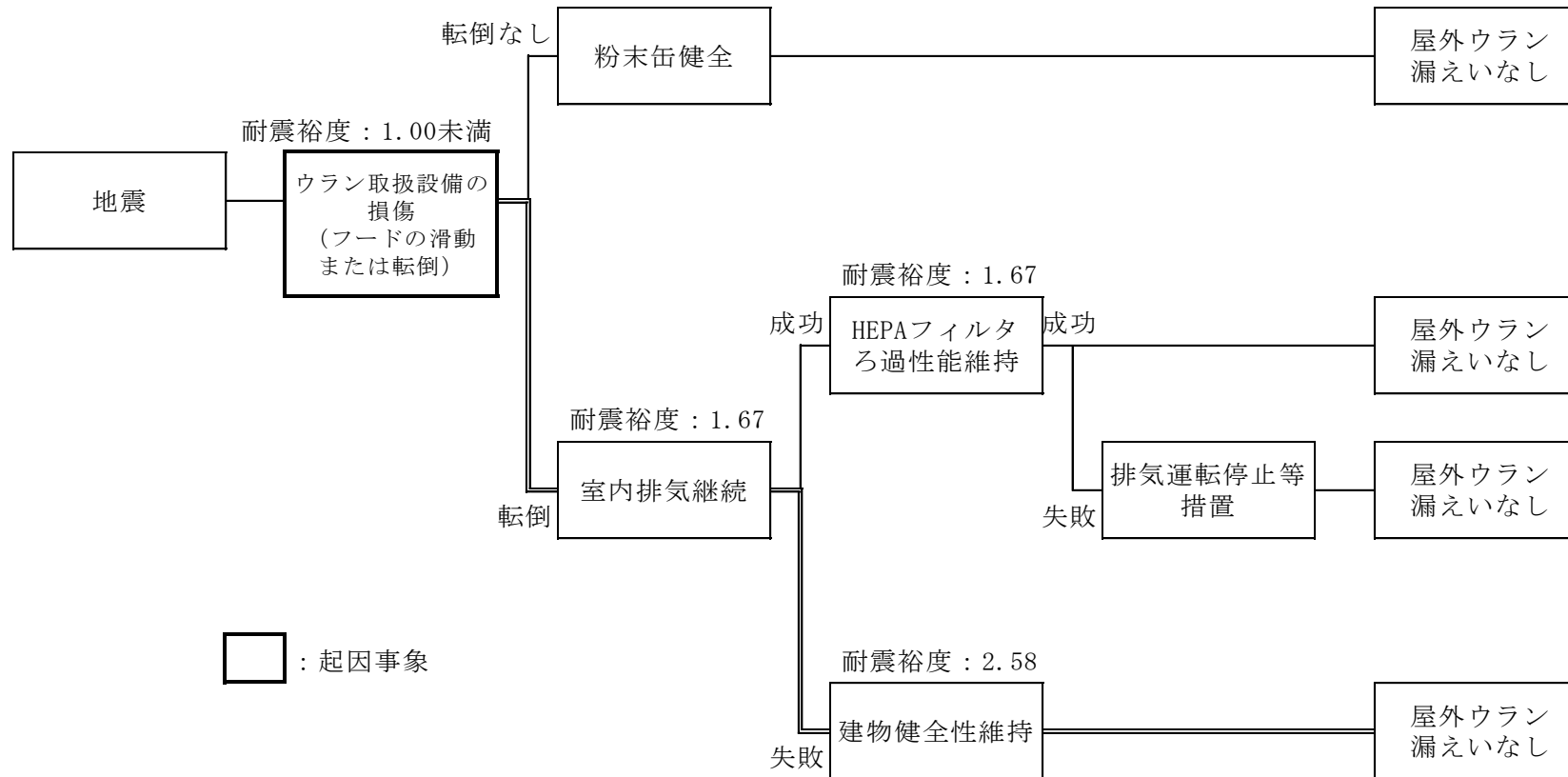
図-3 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-03)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋 : 第 1 - 1 階粉末取扱室 (A05)

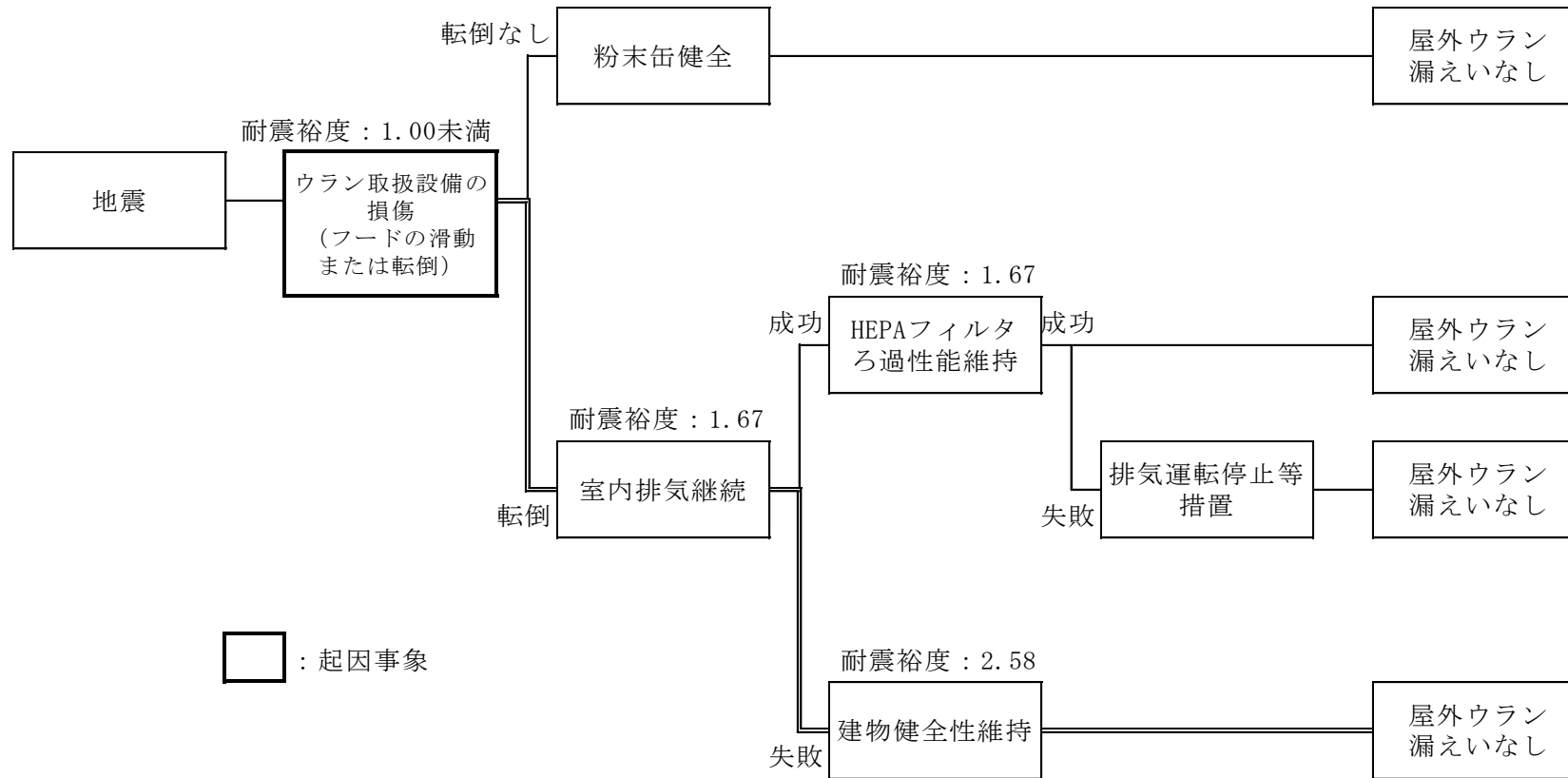
図 - 4 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-04)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋 : 第 1 ガドリニア成型室 (A06)

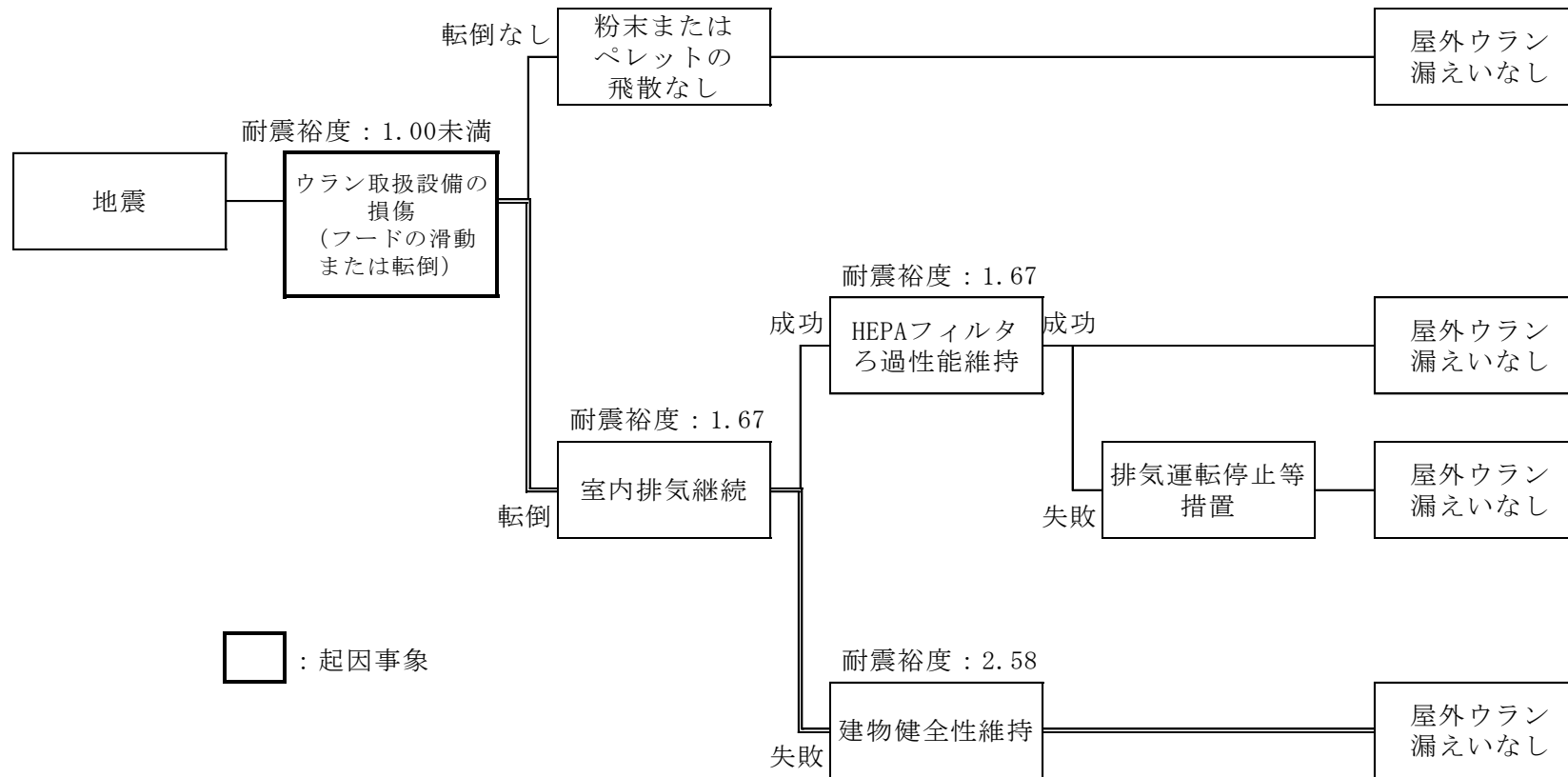
図 - 5 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-05)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1ガドリニア装填室 (A08)

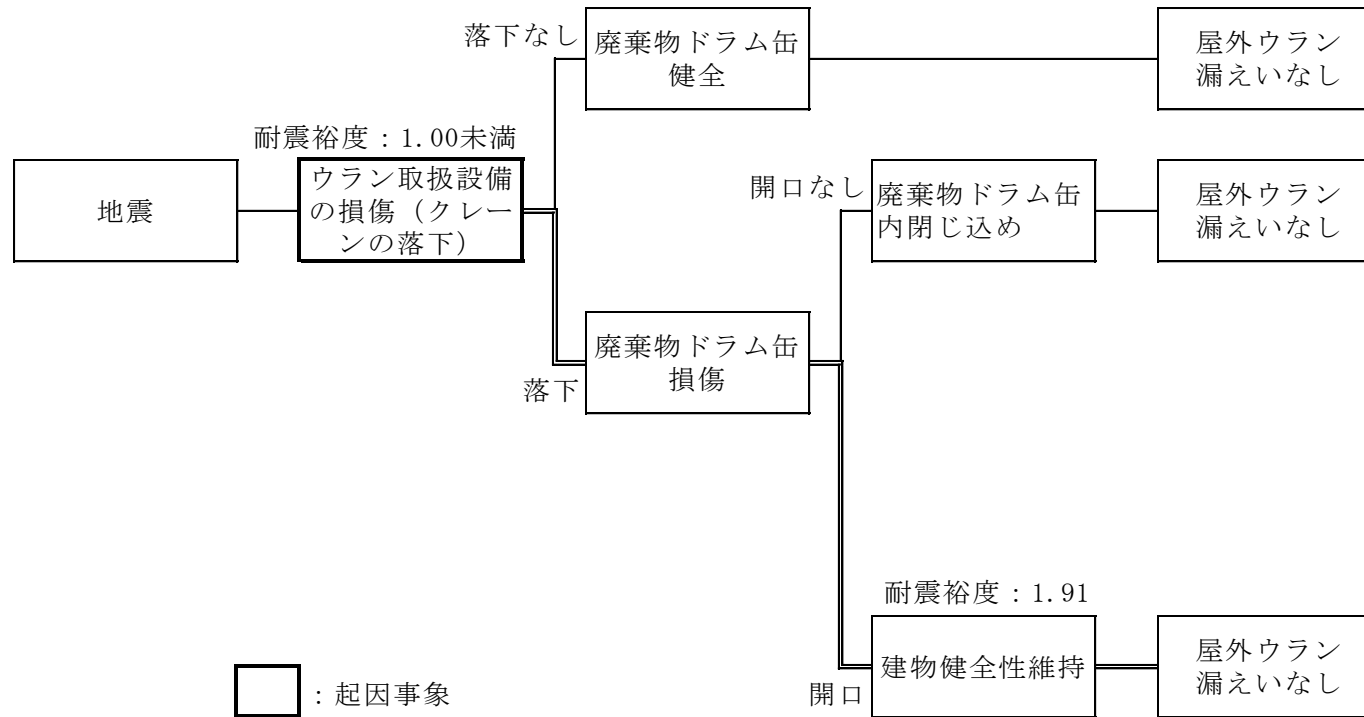
図-6 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-06)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1化学分析室等 (A17)

図-7 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-07)

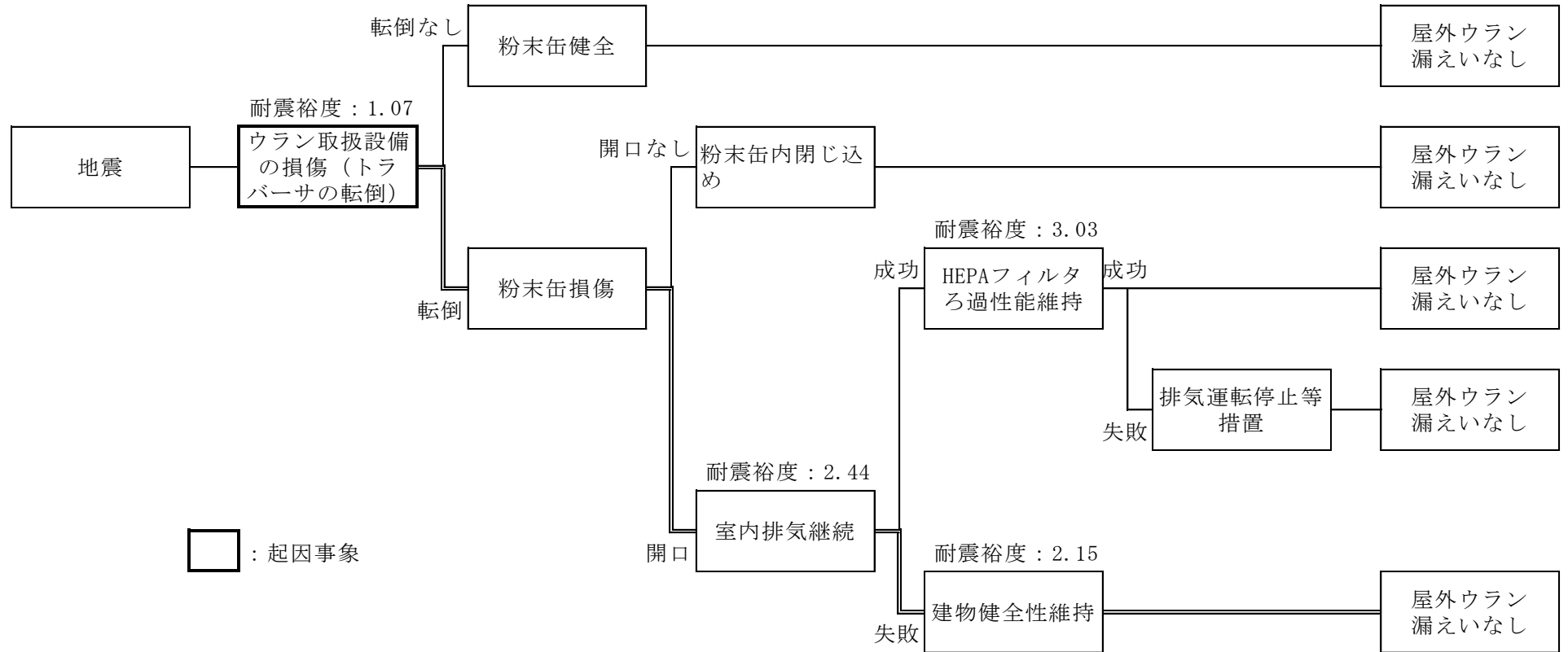


（注）第1燃料棒検査室は廃棄物貯蔵場に隣接しており、第1燃料棒検査室に設置されているクレーンは、廃棄物貯蔵場の上を通過するため、廃棄物ドラム缶が影響を受ける。

※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1燃料棒検査室（B03）

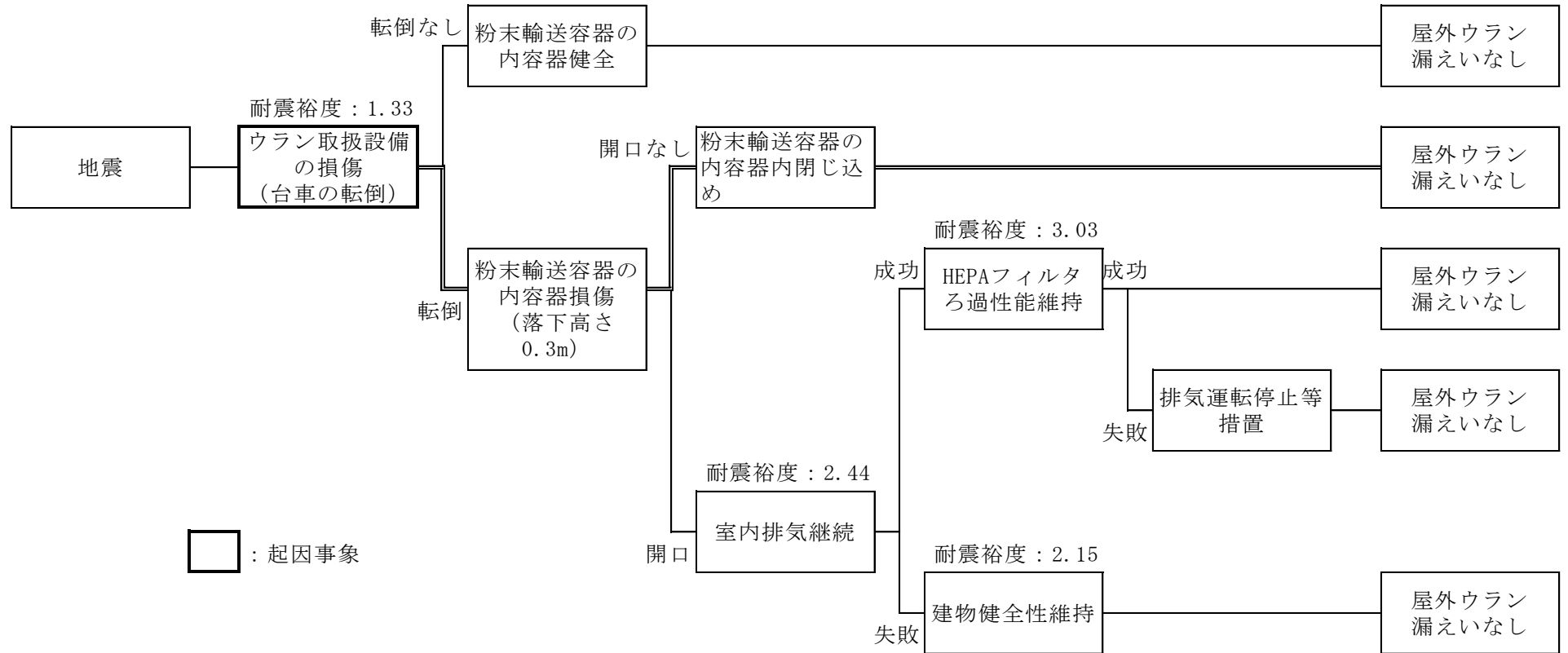
図－8 地震時の漏えいのイベントツリー（漏えいET-08）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2 - 3階酸化ウラン取扱室（D01）

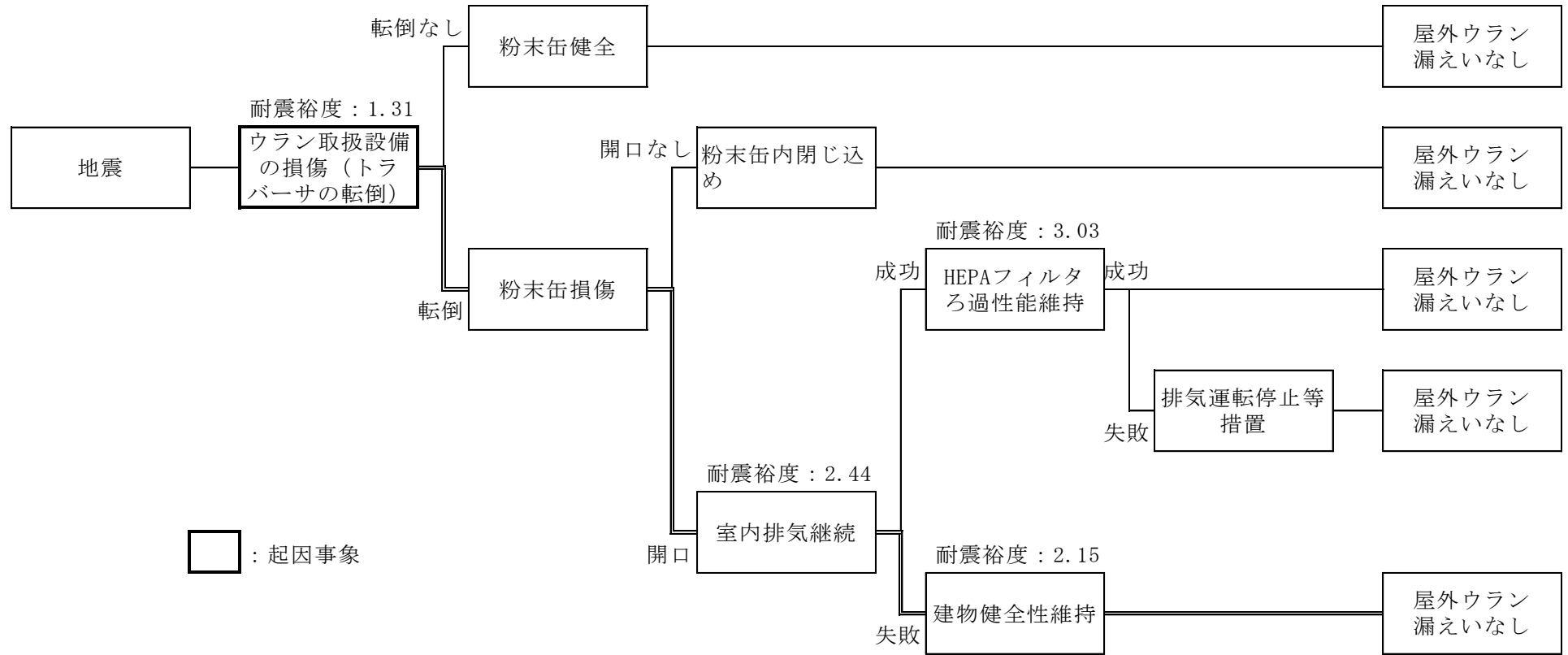
図 - 9 地震時の漏えいのイベントツリー（漏えいET-09）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2 - 3階酸化ウラン取扱室 (D01)

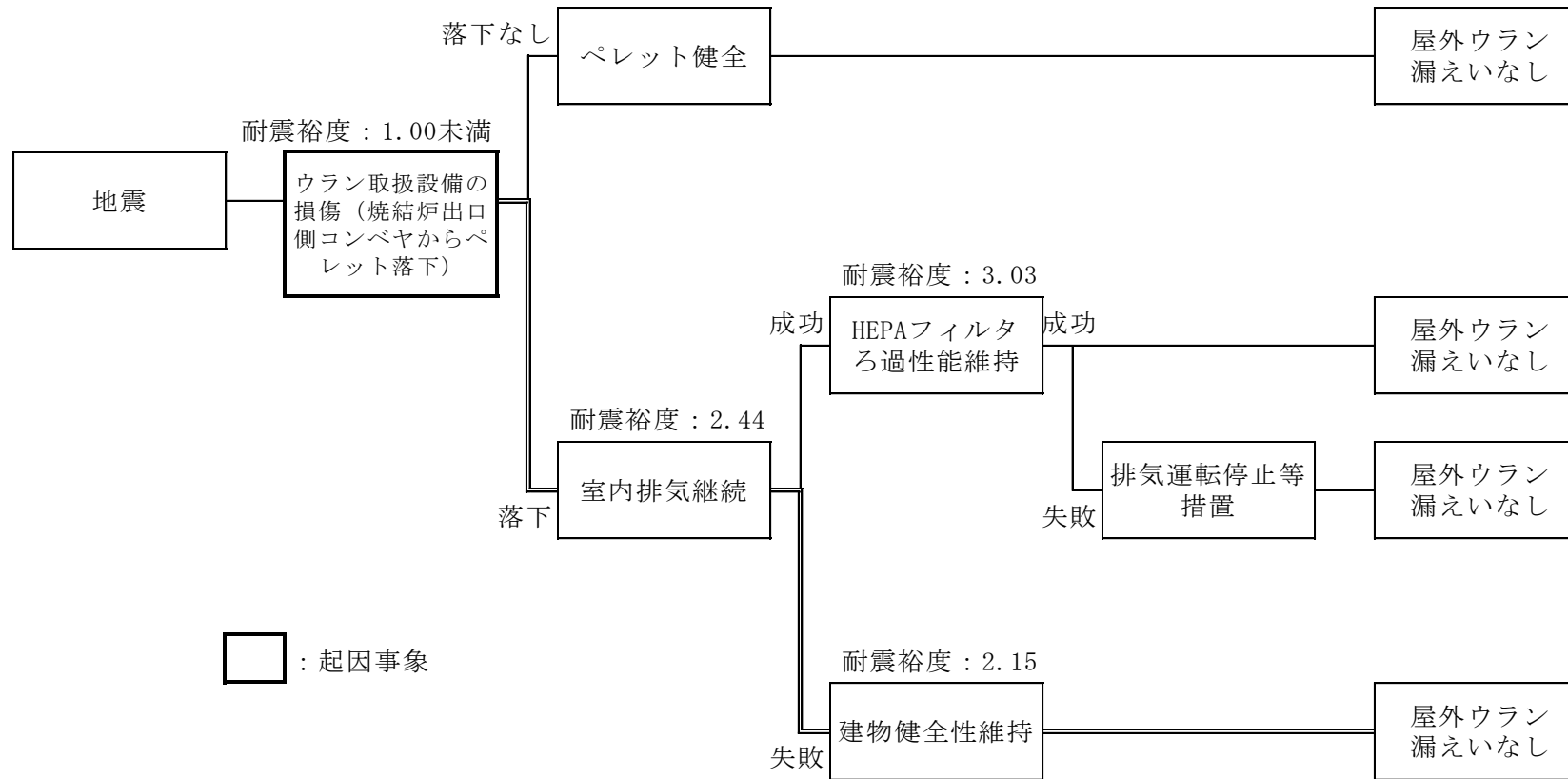
図 - 1 0 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-10)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2-2階酸化ウラン取扱室 (D02)

図-11 地震時の漏えいのイベントツリー (漏えいET-11)



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2炉室(D04)

図-12 地震時の漏えいのイベントツリー(漏えいET-12)

地震と津波の重畳時における臨界の評価結果

1. 評価方法

地震と津波の重畳時において臨界事象が発生するか否かについて、臨界に至るイベントツリーに従って評価する。地震力としては、評価基準地震力の 1.6 倍の地震力を受けた場合を想定する。また、津波としては、評価基準津波高さに対応する敷地浸水（加工棟床面－0.5m）およびこれより 1m 高い浸水（加工棟床面＋0.5m）を地震と同時に受けた場合を想定する。

臨界に至るイベントツリーは、起因事象としてウラン取扱設備の損傷（保持するウランの床上への落下を含む）が生じた場合に、当社加工施設で取り扱う濃縮度 5%以下のウランに対して、臨界が成立するために必要な、ウラン質量、ウラン集積形状、減速材（水）の存在、の 3 条件が、各段階で順次満たされるか否かの判断によって構成される。

また、評価対象となるウランには、ウラン取扱設備上に保持されるものと、地震力によりウラン取扱設備からウランを取り扱う部屋の床上に落下し集積形状が確定できないものがある。両者は評価の手順が異なるため、前者はウラン取扱設備に対するイベントツリー、後者はウランを取り扱う部屋に対するイベントツリーとして、異なるイベントツリーを用いて評価を実施する。

なお、取り扱われる最大ウラン量が質量管理限度量に満たないウラン取扱設備およびウランを取り扱う部屋は、合理的事象評価省略の対象となるため、評価の対象外とする。

2. 評価結果

臨界事象評価に係るデータを表－1 に示す。

評価基準津波高さに対応する敷地浸水（加工棟床面－0.5m）の場合、評価対象外である第 2－2（1 階）廃棄物貯蔵場、およびウランが輸送容器に格納されているため浸水しても未臨界が保たれる第 2－地下 1 階発送品保管場を除く、他のウランを取り扱う部屋およびウラン取扱設備は床上浸水を受けないため、事象の進展は評価項目に津波を含めない場合と同一である。したがって、評価は添付 4. 1－5 に示した「地震時における臨界の評価結果」と同一で、イベントツリーも起因事象以降全く同じになるため省略し、以降は評価基準津波より 1m 高い敷地浸水（加工棟床面＋0.5m）の場合について記述する。

質量管理限度量以上のウランが保持される可能性のあるウラン取扱設備のうち、想定した地震力によって設備本体の損傷が生じるものはない。また、久里浜港から約 2.2km の距離にある当社加工施設に至るまでに、想定した津波の波力は減衰し、建物内部に浸水しても構造物には影響なく、ウラン取扱設備が損傷することはない。一方、設備が保持するウランの落下を損傷の一形態として考えれば、第 2 炉室の焼結炉ペレットボートが地震力によって滑動し、積載する成型体や焼結ペレットが焼結炉内に散乱することが挙げられるが、焼結炉内には水が浸入しないため、臨界に至ることはない。このイベントツリーを図－1 に示す（臨界 ET-06）。これ以外のウラン取扱設備については、設備の損傷（保持するウランの床上への落下を含む）はなく、図－5 に示すように、起因事象が発生しないという評価になる（臨界 ET-10）。

次に、ウランを取り扱う部屋の臨界事象評価イベントツリーを、事象進展の類型に分けて、図－2，図－3，図－4 に示す。なお、設備の場合と同様に、損傷（保持するウランの床上への落下を含む）

が生じるウラン取扱設備が存在しない部屋については、図－5に示すように、起因事象が発生しないという評価になる（臨界 ET-10）。

図－2のイベントツリー（臨界 ET-07）に該当する部屋では、地震によりウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が、臨界量に達しないため未臨界と判断できる。ここで用いたウラン量に関する未臨界の判断基準は、工場内で扱うウランの質量管理限度量の設定に基づくもので、以下の 2 種類がある。

- ① 粉末缶 2 缶分以下に収納される量の粉末・成型体・焼結ペレット状酸化ウラン
- ② 80 本以下の燃料棒

なお、これらの数値は最小臨界量に対して 10%以上の余裕をもって設定されている。

また、同一の部屋内の離れた場所に落下したウランも合計して判断しているが、これはウランが 1 か所に集まると仮定したことになり、保守的な評価になっている。

さらに、当社加工施設で取り扱う、粉末缶に収納された状態のウランは、3 缶以下であれば、缶内外に任意の量の水が存在する状態で近接しても臨界に至らない。また、当社加工施設で取り扱う酸化ウラン／ガドリニア混合物は、任意の量、形状、水との混在状態を仮定しても臨界に至らない。

以上のことから、前記未臨界の判断基準は、十分な保守性を有している。

図－3のイベントツリー（臨界 ET-08）に該当する部屋では、ウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が前記の未臨界判断基準を超える。しかし、床上のウラン集積物に雨水が浸入するような建物の損傷はない。また、地震計にて 250 ガル以上の揺れを検知した場合、第 2 加工棟では第 2 炉室の冷却水を除く全ての配管について水の供給が遮断され、かつ配管内の残水が屋外へ排水される。このため、図－3に該当する部屋では水配管の損傷を仮定しても、ウラン集積物に水が浸入せず、臨界に至らない。

図－4のイベントツリー（臨界 ET-09）に該当する第 2 炉室では、ウラン取扱設備から床上に落下したウランの合計量が前記の未臨界判断基準を超えるとともに、ウラン集積物は水深 0.5m の津波浸水を受ける。しかし、第 2 炉室で床上に落下する焼結ペレットは、直径および高さが約 1cm 程度の円筒形をしているうえに比重が大きい（10 以上）ため、落下散乱後、津波浸水の中でも平坦な床上にかさ高く集積することはない。ペレット 2 個分が積み重なって約 2cm 程度の高さの平板状に集積したと仮定しても、最小臨界平板厚さである約 9cm よりも十分薄い層にしかならないため、臨界に至らない。

臨界事象評価の考え方を表－1にまとめて示す。なお、表中、発送品保管場（B05, E05）および第 2 貯蔵棟（G01, G02, G03）については、部屋内のウランが輸送容器に格納されているため、輸送容器が損傷しないことをもって未臨界と判断している。

以上より、当社加工施設が前記の想定地震力および想定津波浸水を受けても、臨界事象に至らないことが示された。

表 - 1 臨界事象評価データ (1 / 3)

建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第 1 加工棟 (第 1 種)	A01	第 1 酸化ウラン取扱室	約 6.7m	トラバーサ	1.34	粉末缶 2 缶	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	A02	第 1 - 2 階粉末取扱室 A	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	A03	第 1 - 2 階粉末取扱室 B	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	A04	第 1 ガドリニア粉末取扱室	約 6.7m	トラバーサ	1.40	粉末缶 1 缶	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	A05	第 1 - 1 階粉末取扱室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン粉末 (粉末缶 1 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	A06	第 1 ガドリニア成型室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 2 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	A07	第 1 ガドリニア炉室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	A08	第 1 ガドリニア装填室	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 1 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	A09	第 1 ペレット取扱室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	A10	第 1 - 2 汚染検査室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A11	第 1 廃棄物減容室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A12	第 1 廃棄物処理室	約 1.0m	配管類	1.00 未満	微量のウランを含む排水	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A13	第 1 - 1 機材準備・保管室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A14	第 1 - 2, 第 1 - 3 機材準備・保管室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A15	第 1 - 1 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A16	第 1 - 2 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A17	第 1 化学分析室等	約 1.0m	フード	1.00 未満	酸化ウラン粉末 (質量管理限度量)	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A18	第 1 - 2 ～ 3 分析室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	A19	第 1 - 1 ～ 2 フィルタ室	約 6.7m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	A20	第 1 - 4 ～ 6, 第 1 - 9 ～ 11 廃棄物貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。

表 - 1 臨界事象評価データ (2 / 3)

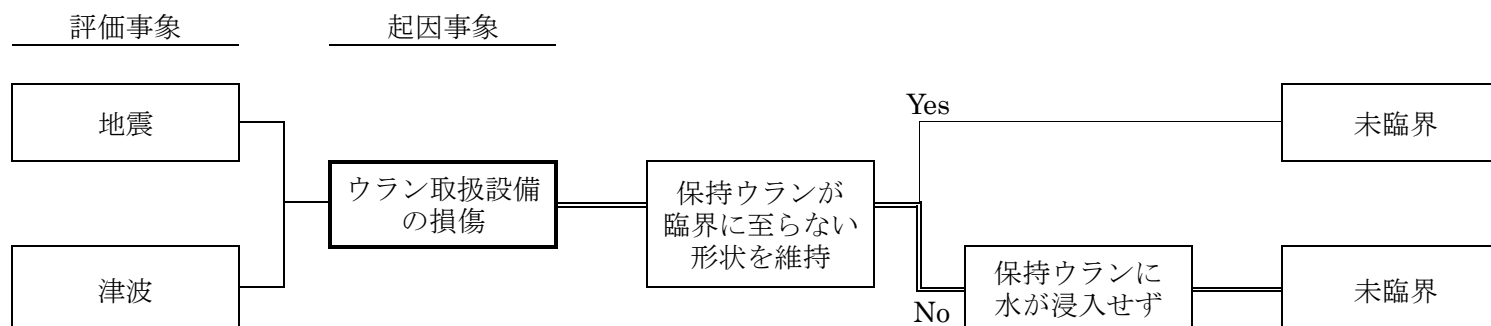
建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第 1 加工棟 (第 2 種)	B02	第 1 酸化ウラン搬入室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	B03	第 1 燃料棒検査室	約 1.0m	X 線検査装置	1.00	燃料棒 (80 本)	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
				燃料棒運搬車	1.51		
	B04	第 1 - 2 廃棄物貯蔵場	約 6.7m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
		第 1 - 1, 第 1 - 7 ~ 8, 第 1 - 12 廃棄物貯蔵場	約 1.0m				
			地下約 3.5m (地下ピット)				
	B05	第 1 発送品保管場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
第 2 加工棟 (第 1 種)	D01	第 2 - 3 階酸化ウラン取扱室	約 13.8m	トラバーサ	1.07	酸化ウラン粉末 (粉末缶 3 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-08)
				台車	1.33	NPC 型輸送容器 の容器 (2 個)	
	D02	第 2 - 2 階酸化ウラン取扱室	約 7.5m	トラバーサ	1.31	酸化ウラン粉末 (粉末缶 2 缶分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-07)
	D03	第 2 成型室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	D04	第 2 炉室	約 1.0m	焼結炉ペレット トボート	1.00 未満	焼結ペレット (6 ボート分)	イベントツリー評価 (臨界 ET-06, 臨界 ET-09)
	D05	第 2 装填室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	D06	第 2 ウラン回収室第 1 区域	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	D07	第 2 廃棄物処理室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	D08	第 2 機械工作室	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D09	第 2 開発実験室	約 13.8m	なし		なし	評価不要 (最小臨界質量未満)
	D10	第 2 フィルタ室	約 13.8m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
	D11	第 2 汚染検査室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D12	第 2 洗濯室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D13	第 2 安全管理計測室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	D14	A 搬送路	約 6.7m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
	D15	B 搬送路	約 4.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。

表 - 1 臨界事象評価データ (3 / 3)

建物 (管理区域)	No.	部屋	最低床面高* (敷地基準)	損傷するウラン取扱設備		想定床上 落下物	臨界事象評価の考え方
				名称	耐震裕度		
第 2 加工棟 (第 2 種)	E01	第 2 酸化ウラン貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-010)
	E02	第 2 酸化ウラン搬入室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-010)
	E03	第 2 酸化ウラン搬送室	約 7.5m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	E04	第 2 組立室	約 1.0m	なし		なし	起因事象が発生せず (臨界 ET-10)
			地下約 3.5m (地下ピット)				
	E05	第 2 - 地下 1 階発送品保管場	地下約 4.5m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
		第 2 - 3 階発送品保管場	約 13.8m				
第 2 貯蔵棟 (第 2 種)	E06	C 搬送路	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (最小臨界本数未満)
	E07	第 2 ウラン回収室第 2 区域	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	G01	第 2 (1 階)酸化ウラン貯蔵場	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
	G02	第 2 (2 階)酸化ウラン貯蔵場	約 6.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
廃棄物貯蔵棟 第 2 棟 (第 2 種)	H01	D 搬送路	約 1.0m	なし		なし	評価不要 (輸送容器が健全)
		第 2 - 2 (1 階) 廃棄物貯蔵場	約 0.1m	なし		なし	評価不要 (含有量少)
		第 2 - 2 (2 階) 廃棄物貯蔵場	約 4.5m				
		第 2 - 2 (3 階) 廃棄物貯蔵場	約 8.9m				

* サンプタンク部については設計で臨界安全が確認されているため除外。



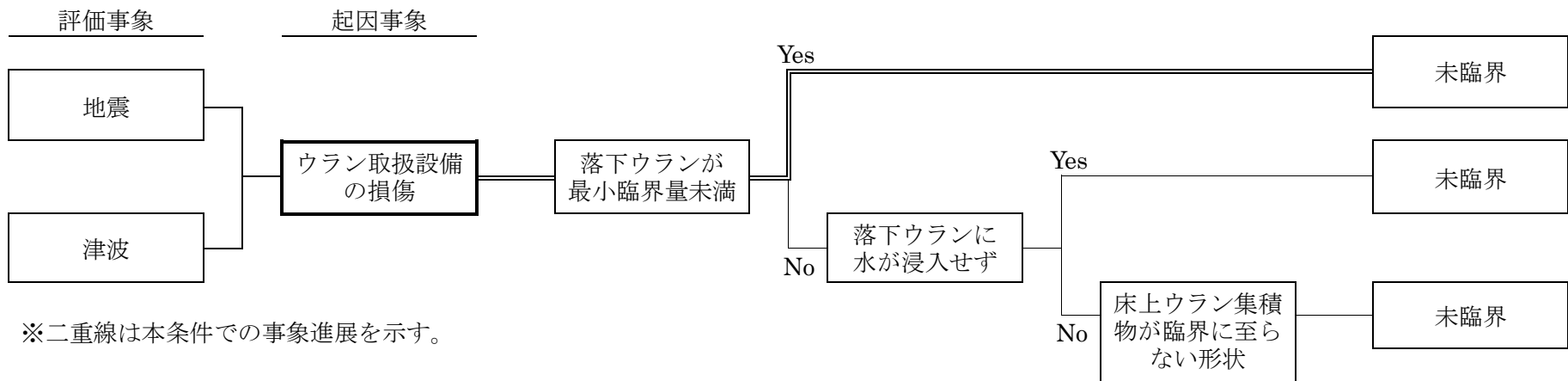
※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当設備

部屋名	最低床面高* (m)	損傷設備／耐震裕度	損傷形態	損傷後保持ウラン形状
D04 第2炉室	約 1.0	焼結炉ペレットボート／ 1.00 未満	ペレットボート滑動	焼結炉内にペレット散乱

* 敷地基準。表－1 参照

図－1 地震と津波重畳時の設備イベントツリー（地震力 1.6 倍／津波浸水＋1m, 臨界 ET-06）

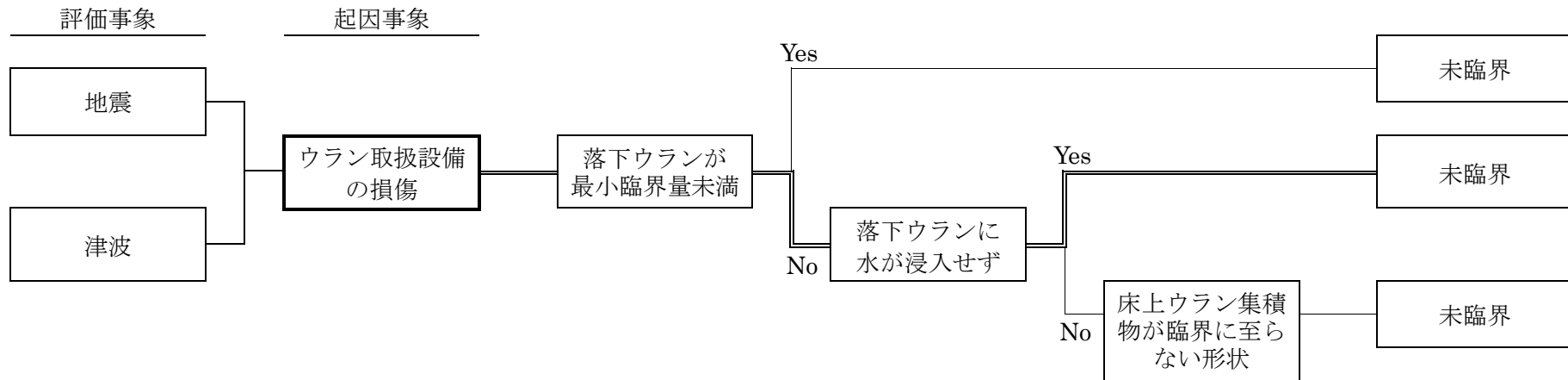


該当部屋

部屋名	最低床面高* (m)	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物
A01 第1酸化ウラン取扱室	約 6.7	トラバーサ／1.34	粉末缶 2 缶
A04 第1ガドリニア粉末取扱室	約 6.7	トラバーサ／1.40	粉末缶 1 缶
A05 第1－1階粉末取扱室	約 1.0	フード／1.00 未満	酸化ウラン粉末 (粉末缶 1 缶分)
A06 第1ガドリニア成型室	約 1.0	フード／1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 2 缶分)
A08 第1ガドリニア装填室	約 1.0	フード／1.00 未満	酸化ウラン／ガドリニア混合粉末 (粉末缶 1 缶分)
B03 第1燃料棒検査室	約 1.0	X線検査装置／1.00 燃料棒運搬車／1.51	燃料棒 (80 本)
D02 第2－2階酸化ウラン取扱室	約 7.5	トラバーサ／1.31	酸化ウラン粉末 (粉末缶 2 缶分)

* 敷地基準。表－1 参照

図－2 地震と津波重畳時の部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍／津波浸水＋1m，臨界 ET-07）



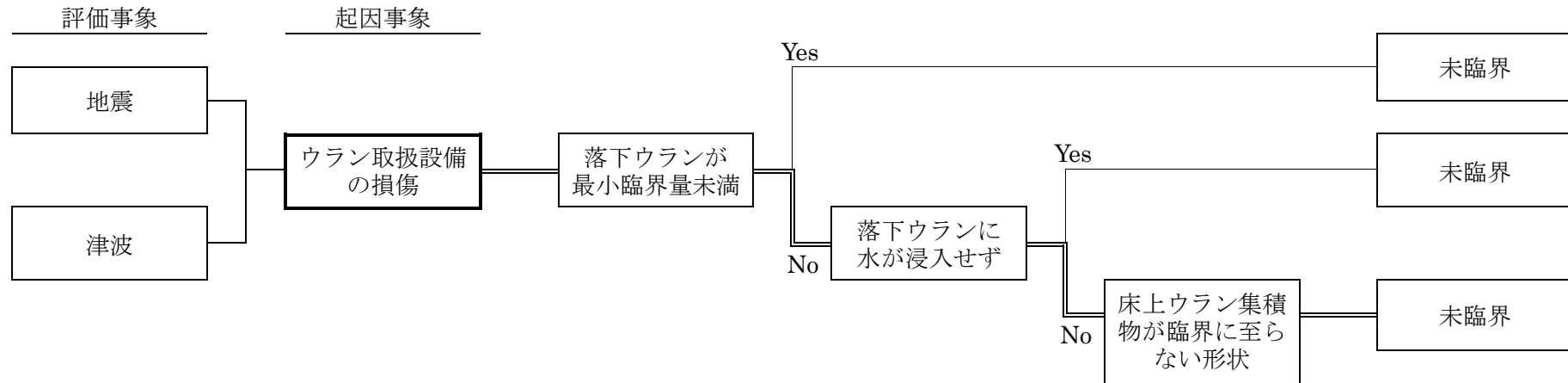
※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当部屋

部屋名	最低床面高* (m)	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物	水の浸入
D01 第2 - 3階酸化ウラン取扱室	約 13.8	トラバーサ／1.07	酸化ウラン粉末 (粉末缶 3 缶分)	なし
		台車／1.33	NPC 型輸送容器の 内容物 (2 個)	

* 敷地基準。表 - 1 参照

図 - 3 地震と津波重畳時の部屋イベントツリー (地震力 1.6 倍／津波浸水 + 1m, 臨界 ET-08)



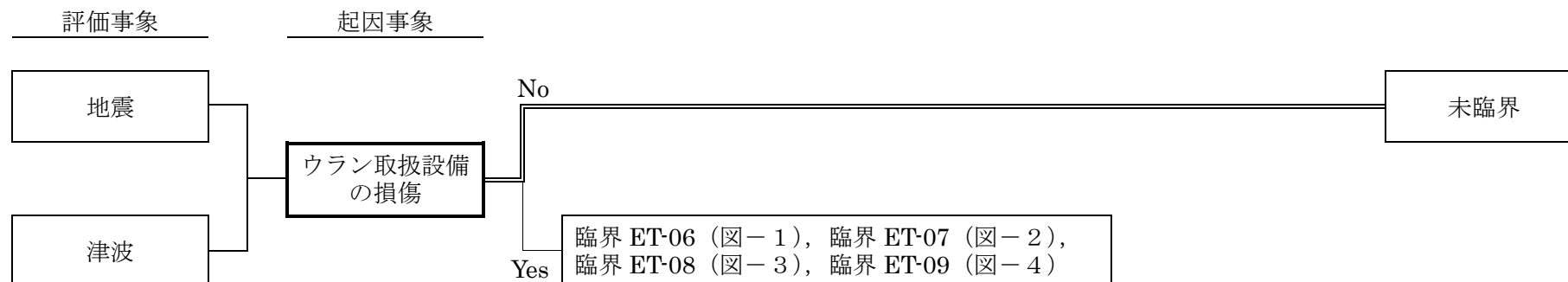
※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当部屋

部屋名	最低床面高* (m)	損傷設備／耐震裕度	想定床上落下物	水の浸入	ウラン集積形状
D04 第2炉室	約 1.0	焼結炉ペレットボート／1.00 未満	焼結ペレット (6 ボート分)	津波浸水	焼結ペレット平板状散乱

* 敷地基準。表－1 参照

図－4 地震と津波重畳時の部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍／津波浸水＋1m，臨界 ET-09）



※二重線は本条件での事象進展を示す。

該当設備・部屋： 損傷が生じないウラン取扱設備，およびウラン取扱設備の損傷が生じない全ての部屋

図-5 地震と津波重畳時の設備／部屋イベントツリー（地震力 1.6 倍／津波浸水+1m, 臨界 ET-10)

地震と津波の重畳時における放射性物質の漏えいの評価結果

1. 評価方法

地震と津波の重畳時における放射性物質を放出する漏えいの発生有無について、図-1～図-11に示すイベントツリーに基づいて評価した。地震力が大きくなった時のウラン取扱設備の損傷状況とイベントツリーの対応を表-1に示す。図-11に示すイベントツリーは、津波による浸水により、ウラン粉末を収納している容器からウランが屋外へ流出する可能性について評価したものである。

表-1 地震力が大きくなった時のウラン取扱設備の損傷状況とイベントツリーの一覧

建物	No.	部屋	地震力	設備・機器への影響の可能性	イベントツリー
第1加工棟	A01	第1酸化ウラン取扱室	>1.34	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大2缶）落下（開口しないのでウランの飛散はない）	図-1
	A04	第1ガドリニア粉末取扱室	>1.40	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶（最大1缶）落下（開口しないのでウランの飛散はない）	図-2
	A05	第1-1階粉末取扱室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末（最大1缶分）が床上に飛散	図-3
	A06	第1ガドリニア成型室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末または成型体（最大2缶分）が床上に飛散	図-4
	A08	第1ガドリニア装填室	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内で開口していた粉末缶が転倒→粉末またはペレット（最大1缶分）が床上に飛散	図-5
	A12	第1廃棄物処理室	>1.0	・配管類破損→排水が漏れる	評価不要 (ウラン取扱いなし)
	A17	第1化学分析室等	>1.0	・フードが滑動または転倒→フード内の粉末またはペレット（質量管理限度量未満）が床上に飛散	図-6
	B03	第1燃料棒検査室	>1.0	・クレーンが脱輪→保管廃棄物の上に落下→廃棄物ドラム缶が破損（廃棄物のためウランの漏えいは少量）	図-7
			>1.0	・X線検査装置が転倒→燃料棒（最大40本）が落下（ペレットは飛散しない）	評価不要 (燃料棒の落下でありペレット飛散なし)
			>1.51	・燃料棒運搬車が転倒→燃料棒（最大40本）が落下（ペレットは飛散しない）	評価不要 (燃料棒の落下でありペレット飛散なし)
第2加工棟	D01	第2-3階酸化ウラン取扱室	>1.07	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大3缶分）が床上に飛散	図-8
			>1.33	・台車が転倒→運搬中の粉末輸送容器の内容容器（最大2容器）が落下（容器は破損しないのでウランの飛散はない）	図-9
	D02	第2-2階酸化ウラン取扱室	>1.31	・トラバーサが転倒→運搬中の粉末缶落下→開口して粉末（最大2缶分）が床上に飛散	図-10
	D04	第2炉室	>1.0	・焼結炉出口側でコンベヤ上のボート落下→焼結ペレット（最大6ボート分）が床上に飛散	評価不要 (焼結ペレットは、津波の引き波により、屋外へ漏えいする可能性はない)

2. 評価結果

図-1～図-10に示すイベントツリーは、地震によりウラン取扱設備が損傷して床上に飛散したウランが、津波の浸水に伴う引き波により、屋外へ漏えいする可能性があるかを評価したものである。

ウラン粉末缶が開口しない場合には、津波による床上浸水があったとしても、ウラン粉末が漏えいすることはない（図-1，2，9参照）。

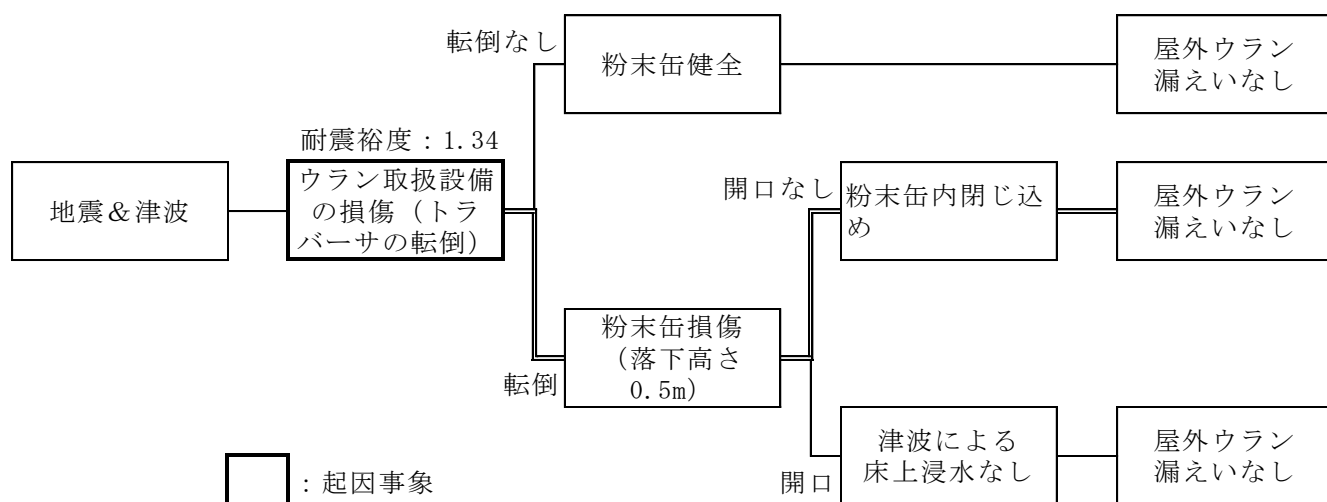
フードが滑動または転倒し取り扱っていたウランが飛散した場合には、津波による浸水の前に飛散したウランに固着剤を塗布するアクシデントマネジメントにより、屋外への流出を防止することができる（図-3～図-6参照）。具体的には、ウランが飛散する可能性がある設備の近くに固着剤を配備しておき、事象発生の時には、固着剤をウランに塗布する。固着剤は、ウランを取り込んだ状態で短時間に床に固着するため、時間的余裕のない状況でも有効である。

図-7では、ウラン取扱設備の損傷（クレーンの落下）により廃棄物ドラム缶が損傷するが、津波による床上浸水があったとしても、破損する廃棄物ドラム缶は上段に積載されているものであるため、廃棄物ドラム缶への浸水はない。このため、ウランが漏えいすることはない。なお、廃棄物ドラム缶には廃棄物が収納されているが、含まれているウランは少量である。

ウラン粉末缶が開口してウラン粉末が飛散したとしても、部屋が2階以上である場合には、床上浸水にはならないため、ウラン粉末が漏えいすることはない（図-8，10参照）。

図-11に示すイベントツリーは、津波による浸水により、ウラン粉末を収納している容器からウラン粉末が屋外へ流出する可能性について評価したものである。容器の上端が床上0.5m未満の場合には、床上0.5mの津波による浸水により、容器の中に海水が徐々に流入してくることになるが、容器は設備に固定されており、また、ウラン粉末は比重が大きいいため、引き波で海水が流出する際にウラン粉末が容器の外へ流出することはない。

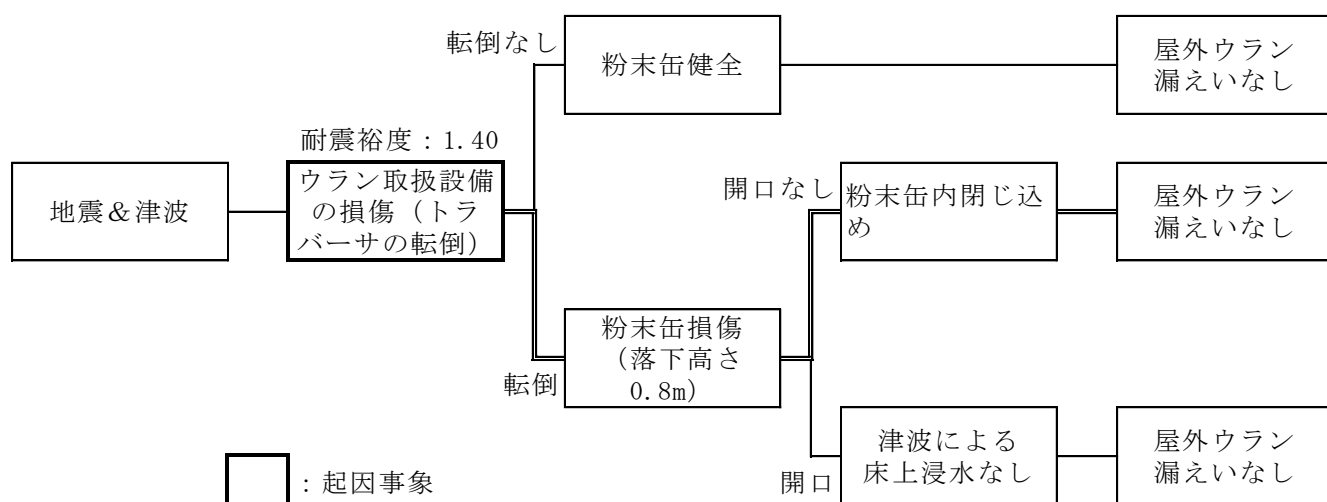
以上の評価結果から、地震と津波が重畳しても、放射性物質の漏えいが発生することはない。



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1酸化ウラン取扱室（A01，2階）

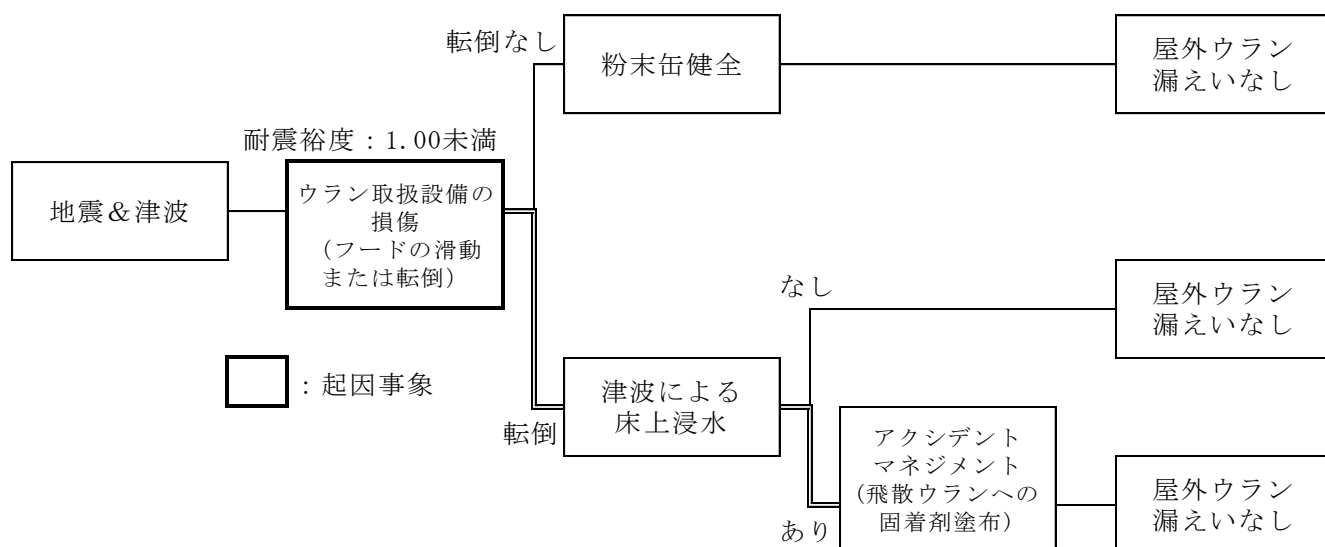
図－1 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1ガドリニア粉末取扱室（A04，2階）

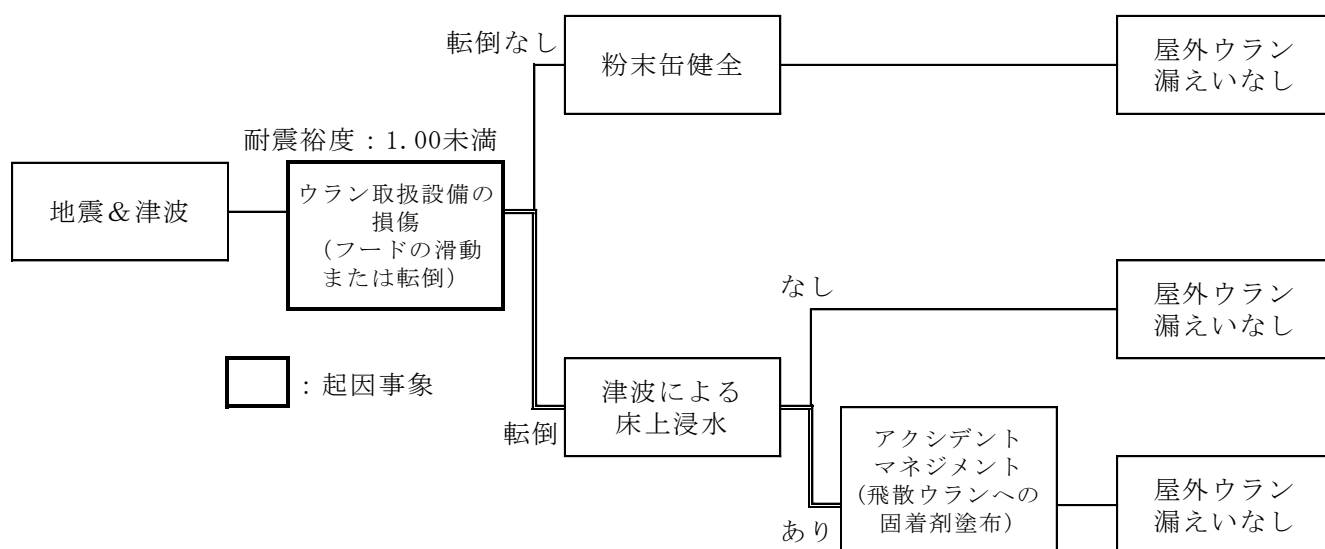
図－2 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1-1階粉末取扱室 (A05, 1階)

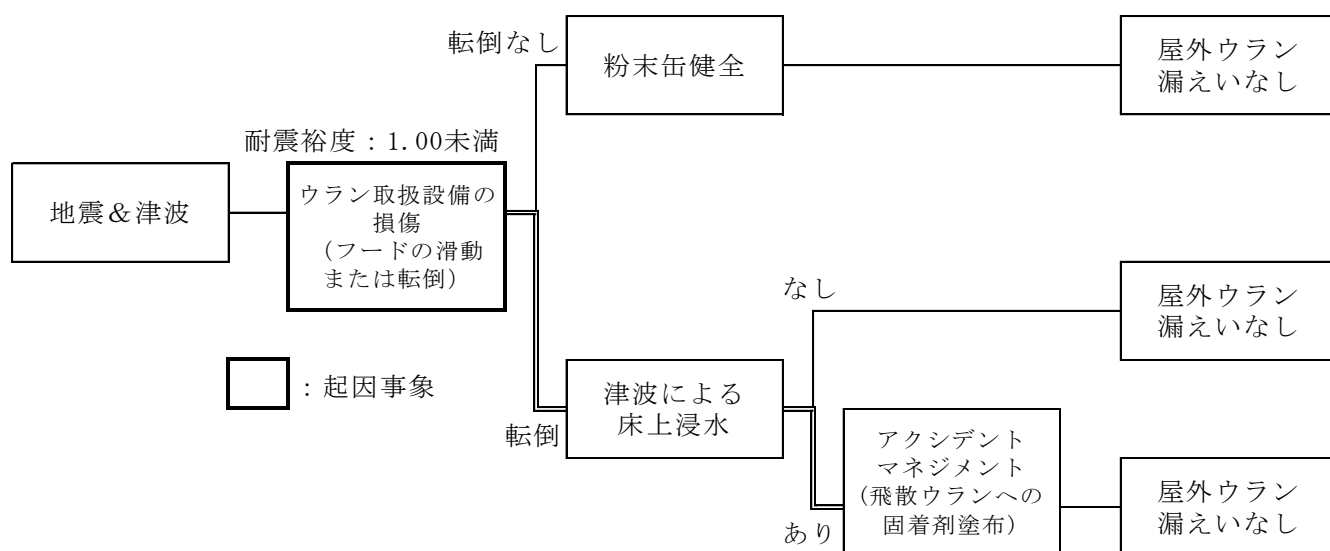
図-3 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1ガドリニア成型室 (A06, 1階)

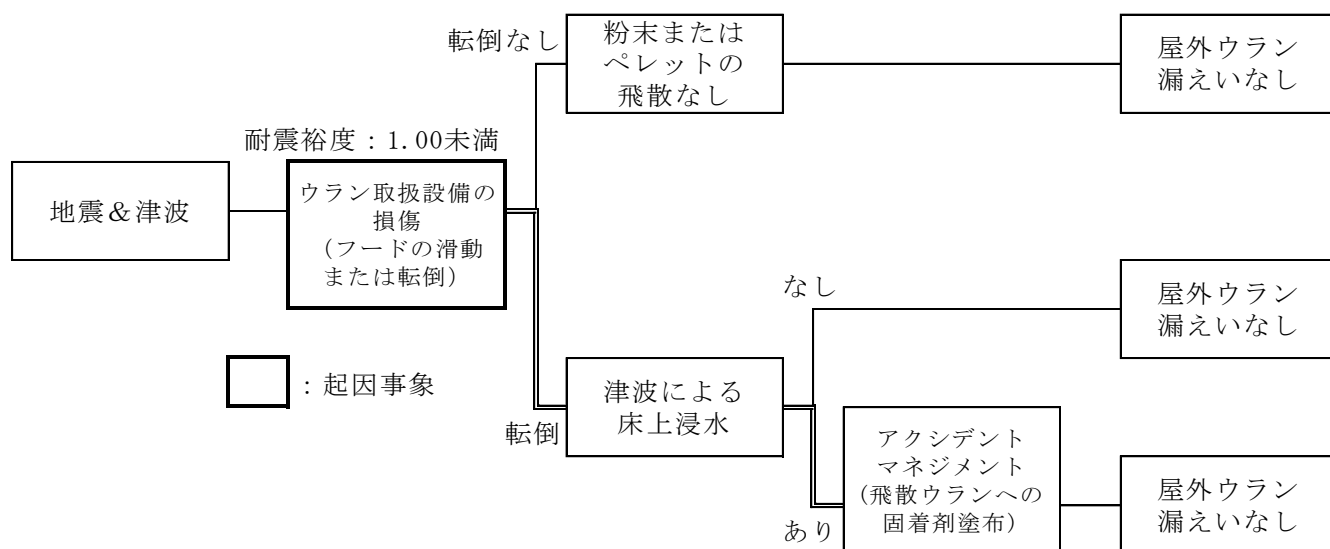
図-4 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1ガドリニア装填室 (A08, 1階)

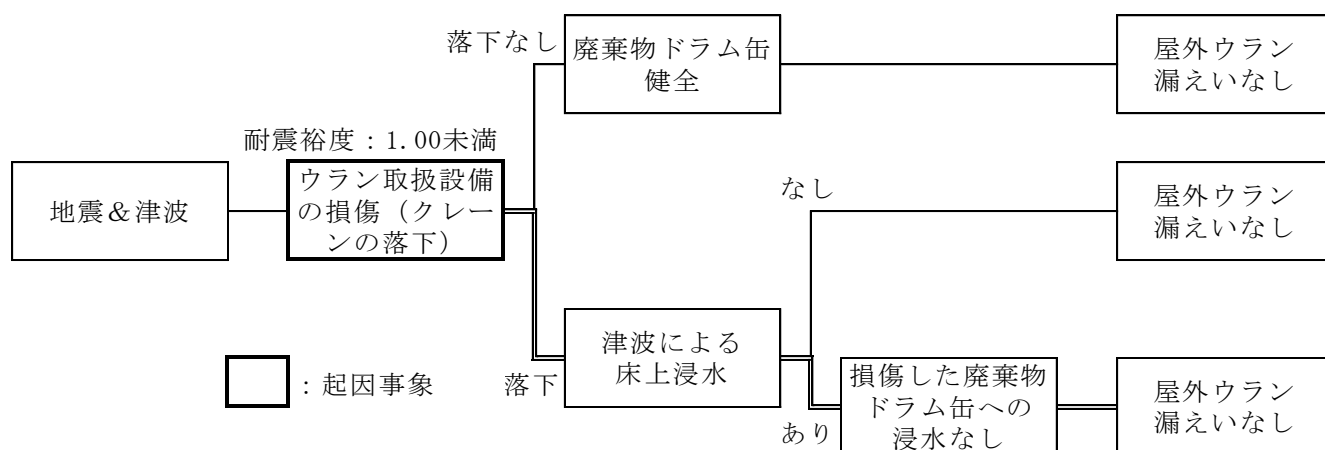
図-5 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1化学分析室等 (A17, 1階)

図-6 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー

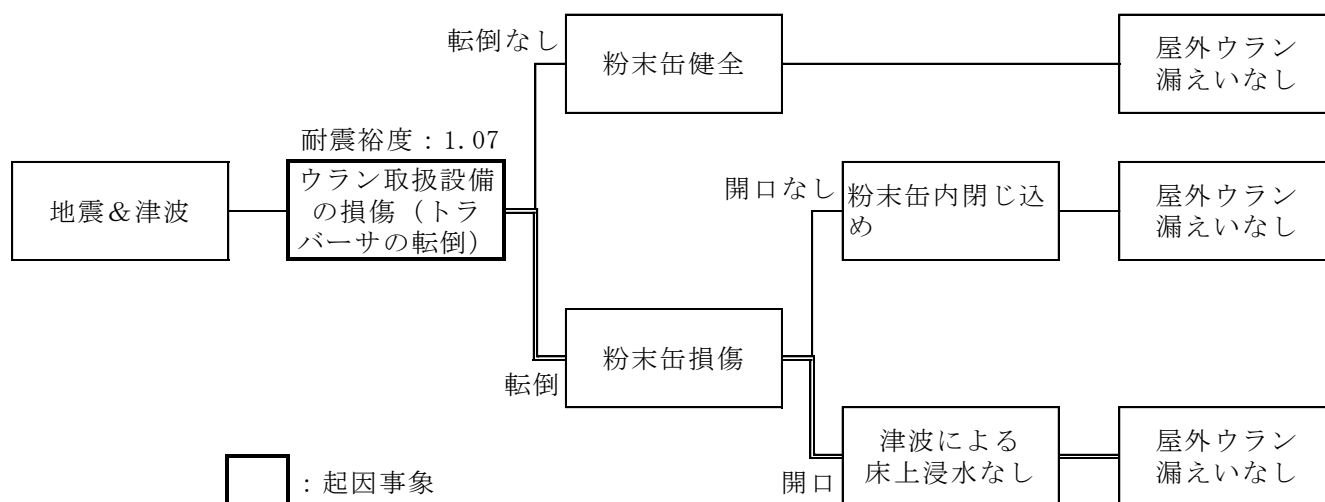


(注) 第1燃料棒検査室は廃棄物貯蔵場に隣接しており、第1燃料棒検査室に設置されているクレーンは、廃棄物貯蔵場の上を通過するため、廃棄物ドラム缶が影響を受ける。

※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第1燃料棒検査室 (B03, 1階)

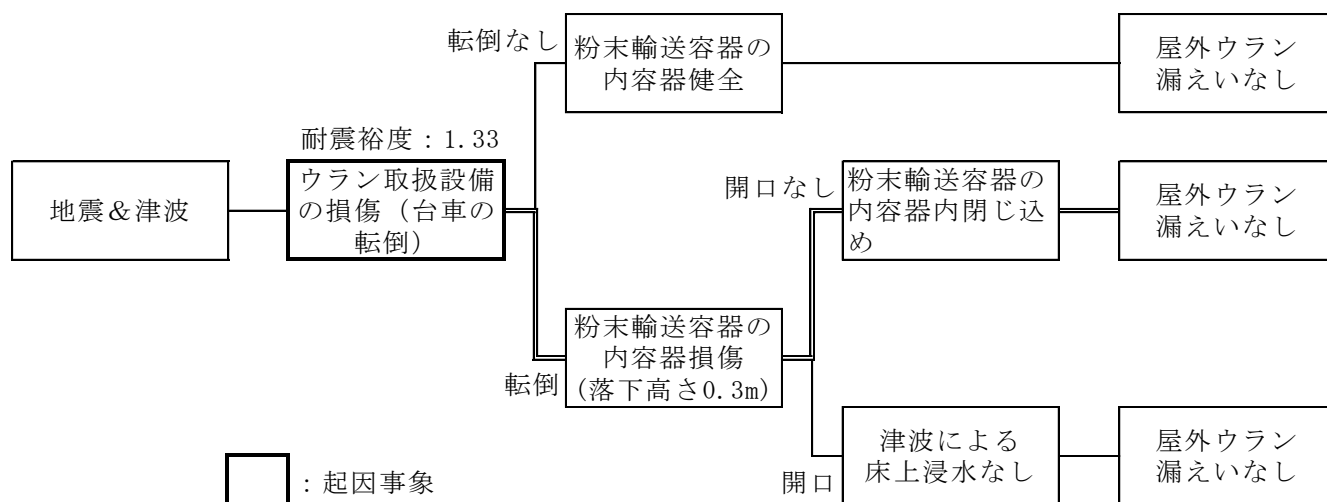
図-7 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2-3階酸化ウラン取扱室 (D01, 3階)

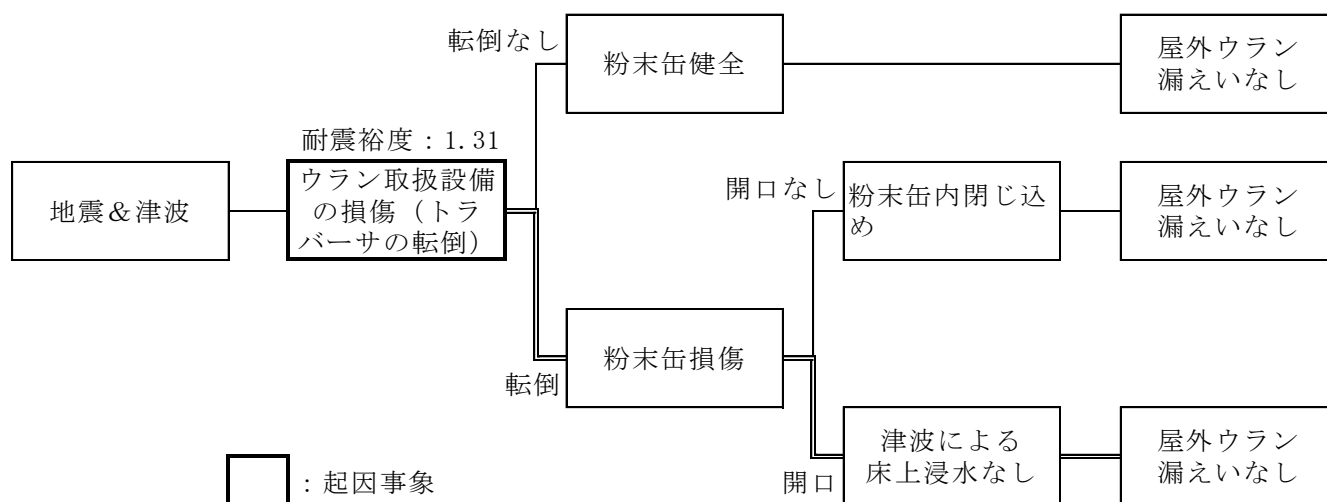
図-8 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2-3階酸化ウラン取扱室（D01, 3階）

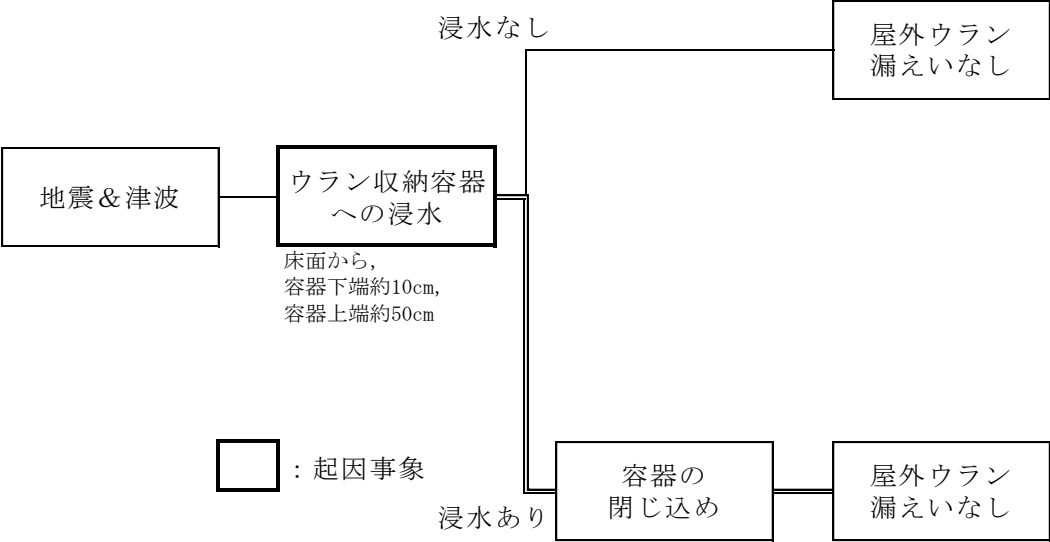
図-9 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



※二重線は本条件での事象進展を示す。

部屋：第2-2階酸化ウラン取扱室（D02, 2階）

図-10 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー



浸水の可能性のある容器

容器の設置部屋	容器の設置場所
第 1 ガドリニア成型室（A06）	粒度調整機
第 1 － 1 階粉末取扱室（A05）	C型酸化ウラン保管棚 の最下段
第 2 成型室（D03）	
第 2 装填室（D05）	
第 2 ウラン回収室第 1 区域（D06）	研削屑分離装置
第 2 装填室（D05）	
第 1 ガドリニア装填室（A08）	

※二重線は本条件での事象進展を示す。

図－ 1 1 地震と津波の重畳時の漏えいのイベントツリー

放射線源の流出に関する評価結果

1. 評価方法

当社加工施設で取り扱う放射線源が流出する可能性について評価した。当社で使用の許可を得て取り扱う放射線源としては、以下の非密封の放射線源と密封された放射線源がある。

2. 評価結果

当社加工施設で取り扱う非密封の放射線源は、表－1 のとおりである。

表－1 非密封の放射線源

No.	核種	貯蔵能力
①	^{99}Mo	12.8 GBq
②	$^{99\text{m}}\text{Tc}$	114 GBq

非密封の放射線源は、高い遮へい性能を有する鉛製またはステンレス鋼製などの堅牢な貯蔵容器に収納され、さらに保管容器は高い遮蔽性能を有する鉛製または鋼製などの堅牢な貯蔵箱に収納されている。これらの貯蔵容器および貯蔵箱が地震によって損傷することは考えられない。また、津波による浸水があったとしても、貯蔵箱に格納されており貯蔵されている部屋の外へ流出することはない。

当社加工施設で取り扱う密封された放射線源は、表－2 のとおりである。

表－2 密封された放射線源

No.	核種と貯蔵能力	個数
①	^{252}Cf (106.2 GBq) + ^{137}Cs (22.2 GBq)	1 個
②	^{252}Cf (42.0 GBq) + ^{137}Cs (22.2 GBq)	1 個
③	^{137}Cs (185.0 GBq)	1 個
④	^{241}Am + Li (37.0 GBq)	1 個

密封された放射線源の①～③は、耐震裕度 2.3～7.2 以上の耐震重要度分類第 1 類の非破壊検査装置本体に据付用のボルトで固定されており、④は、高い遮蔽性能を有する鋼製の堅牢な貯蔵箱に格納されている。これらは、地震によって損傷し密封境界が破壊されることはない。また、津波による浸水があったとしても、固定または貯蔵箱に格納されており、貯蔵されている部屋から外へ流出することはない。

以上より、地震、津波および地震と津波が重畳して発生しても、放射線源が流出することはない。

全交流電源喪失に関する評価結果

1. 全交流電源喪失による施設への影響

外部電源が全て喪失し、かつ非常用ガスタービン発電機の起動失敗または運転失敗により、施設内の全ての交流電源が喪失した場合における、想定事象の進展について評価した。

2. 各想定事象のイベントツリー

(1) 放射性物質を放出する火災の評価

火災が発生した際にこれを検知する自動火災報知設備は、全交流電源が喪失しても、当該設備が蓄電池を有しており、約 20 分間その機能を継続する。その間に火災が発生すれば、火災報知設備の吹鳴により初期消火活動が実施される。それ以降、外部電源または非常用ガスタービンが復旧されるまで、巡視・点検の強化により、火災の早期発見に努め、初期消火活動を実施する。したがって、初期消火活動は全交流電源喪失時においても有効に機能するため、放射性物質を放出する火災は発生しない。(図－1 の自動火災報知設備の起因事象)

(2) 水素爆発の評価

水素を使用する第 1 ガドリニア炉室および第 2 炉室の焼結炉は、炉体を冷却するため、冷却水を焼結炉の外側に循環させている。全交流電源喪失により、冷却水ポンプが停止した場合、作業により屋上のタンクに切り替えることで冷却が継続できるため、焼結炉の過加熱による火災または温度上昇に伴う水素爆発は発生しない。仮に作業による切替えが失敗しても、自然冷却により、継続的な使用に支障はあるものの、水素爆発が発生する状況には至らないことを確認している。(図－1 の焼結炉用冷却水ポンプの起因事象)

(3) 臨界の評価

交流電源を駆動源とした機器により、臨界を防止する 3 つの条件（質量、形状、水）を担保している設備・機器は存在していないため、全交流電源喪失により臨界に至ることはない。

(4) 放射性物質の漏えいの評価

全交流電源喪失により建物の室内を負圧にする排気用送風機が停止するが、室内が正圧になる可能性は考えられないため、建物外へのウラン漏えいは無視できる。(図－1 の排気用送風機の起因事象) また、ウランを収納した粉末缶等を搬送する設備は、電源を喪失した際に運搬物を安全に保持する機能を有している。これらのことから、全交流電源が喪失しても、放射性物質の有意な漏えいは発生しない。(図－1 の搬送設備の起因事象)。

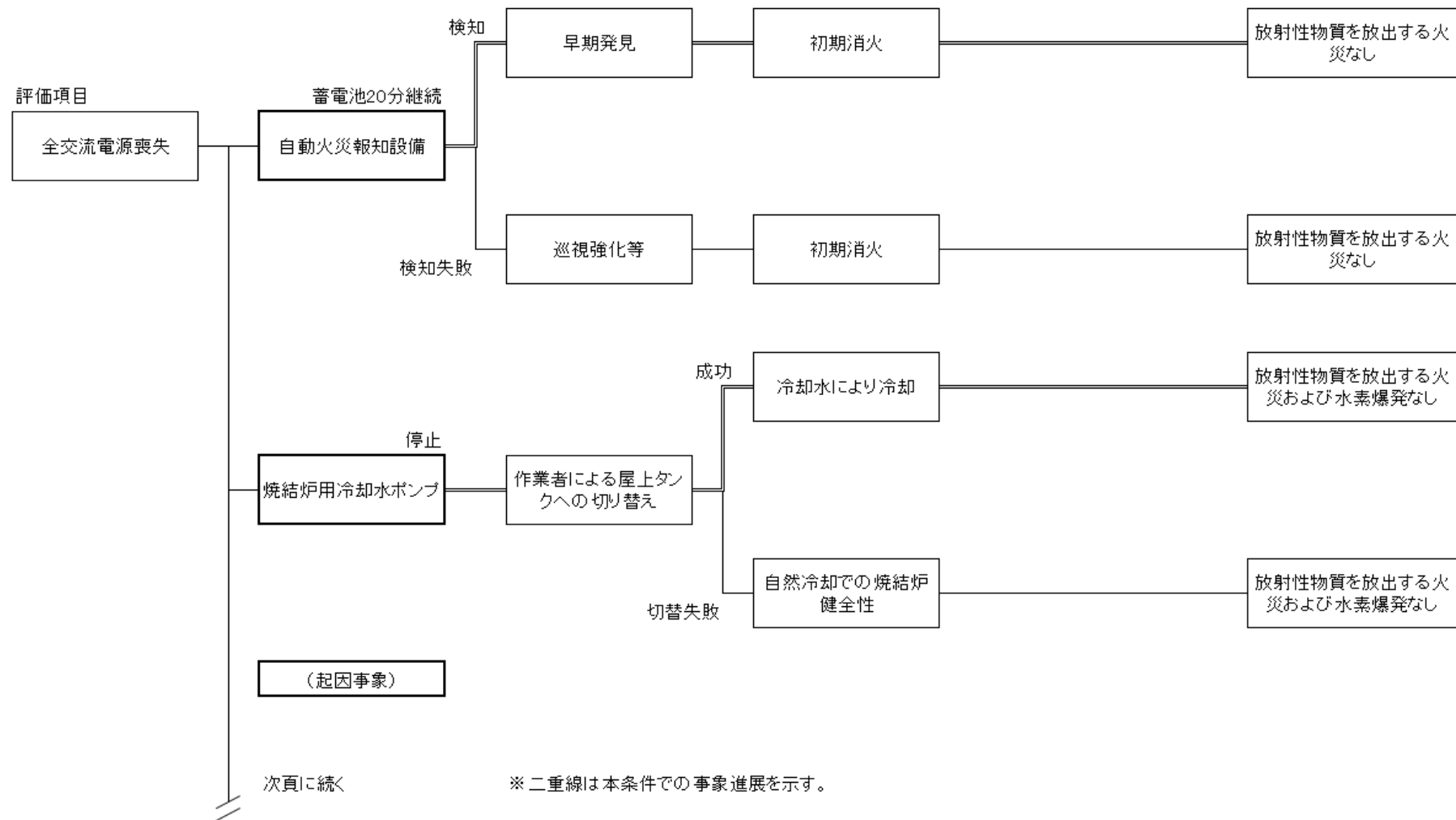


図-1 全交流電源喪失時のイベントツリー(1/2)

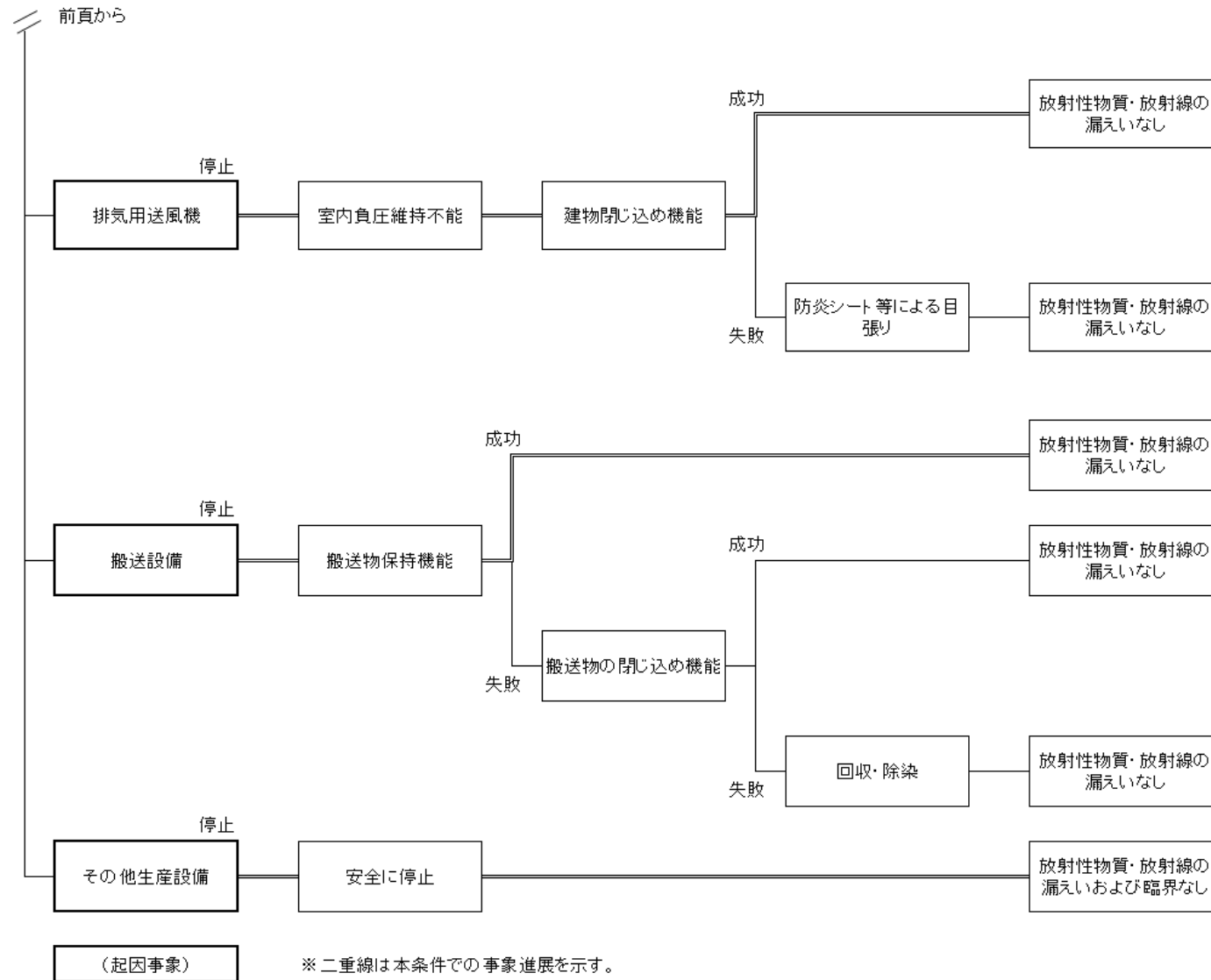


図-1 全交流電源喪失時のイベントツリー(2/2)

安全向上策

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・放射線の漏えいは発生しないとの評価結果となったが、さらなる安全性の向上を目的とし、表－１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することとした。

表－１ 安全向上策

分類	項目	関連事象	実施時期
実施済 安全向上策	① 大地震時の水供給の遮断	臨界	実施済
	② ウランの落下・飛散防止策	漏えい	実施済
継続的 安全向上策	③ 水素元バルブの自動閉止機能（２重化）	水素爆発	半年以内
	④ 大地震時の通常電源供給の遮断	火災	１年以内
	⑤ 設備損傷防止策	火災・漏えい	１年以内
	⑥ 第１加工棟第１期分の柱の補強	地震	１年以内
	⑦ 地震・津波時の対応手順と防災資機材の再整備	全般	半年以内

【 実施した安全向上策 】

① 大地震時の水供給の遮断

水配管破断や漏水による加工施設への浸水を抑制し、臨界のリスクポテンシャルを低減するため、地震計にて 250 ガル以上の揺れを検知した時には、加工施設に供給する水を自動遮断する装置を設置した。

なお、消火設備としてスプリンクラーが設置されていたが、上記と同様に臨界防止の観点でスプリンクラーの撤去を実施中である。第２加工棟のスプリンクラーは既に撤去を完了し、残りの施設についても、１年を目途に工事を終了する計画である。

② ウランの落下・飛散防止策

ウラン粉末やペレットを取り扱う設備をウォークダウン（現場踏査）等により調査し、地震の影響でウランを収納した容器が落下・飛散する可能性のある部位にストッパや覆いを設置する等により、ウランの落下・飛散を防止する対応を実施した。実施した設備は、第１ガドリニア炉室の焼結炉、第１ガドリニア粉末取扱室の搬送コンベヤ、第２－３階酸化ウラン取扱室の粉末供給用フードおよび第２炉室のボート移載装置・搬送コンベヤである。

また、ウランの貯蔵棚において、ウラン容器が津波等の浸水によって浮遊し引き波等により貯蔵棚から流出しないように、浮き上がり防止治具を設置した。設置した設備は、第１－１階粉末取扱室、第１ガドリニア成型室、第２成型室、第２装填室および第２ウラン回収室のＣ型酸化ウラン保管棚である。

【 継続的安全向上策 】

③ 水素元バルブの自動閉止機能（2 重化）

現行の感震器による元バルブの自動閉止機能が故障等により作動しない場合に備え、これを 2 重化し、地震時に水素ガスを確実に遮断するようにする。

なお、大地震が発生した場合には、外部電源が喪失する可能性があるが、水素元バルブの自動閉止機能は、外部電源が喪失した場合にバルブが自動閉止となる構造となっているため、外部電源喪失時でも有効である。

④ 大地震時の通常電源供給の遮断

電気ショートによる火災の発生を抑制するため、大地震が発生した時には、加工施設に供給する電源を作業員により遮断する手順とした。

今後、さらに確実なものとするため、自動遮断装置を設置する。

なお、加工施設の設備は、電源が遮断されても安全に停止するものであるため設備上の問題はない。また、排気用送風機が停止することにより室内の負圧は維持されないが、室内が正圧になることはないため、大きな影響はない。なお、漏えいしたウランの放射線モニタリングは、サーベイメータにより対応が可能である。

⑤ 設備損傷防止策

設置時期が古く、更新の必要がなかった設備については、現行の耐震基準に合致しないか、詳細な耐震評価が不可能なものがあつた。これらの設備が大地震時において損傷しても、その影響は小さいとの評価結果であつたが、さらに万全を期すため、次の対応を実施する。対象の設備と対応時期等を表－2 に示す。

[第 1 加工棟]

○第 1 酸化ウラン取扱室および第 1 ガドリニア粉末取扱室の搬送設備（トラバーサ）は、ウラン粉末を収納した粉末缶をコンベヤ間で受け渡しをするための設備であり、この内の 2 台は、耐震裕度が 1.6 未満であつたため、大地震時にも転倒しないような補強を実施する。なお、転倒するとの判断（本文の表 4. 1. 5 参照）であるが、耐震裕度が 1.3 を上回っていることから、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

○第 1－1 階粉末取扱室、第 1 ガドリニア成型室および第 1 ガドリニア装填室のフードは、ウラン粉末やペレットを粉末缶に収納したり移し替えを実施する設備であり、また、第 1 化学分析室等、第 1 物理試験室および第 1－1 金相検査室のフードは、ウラン粉末やペレットのサンプルを保管したり、サンプルを分析するために使用する設備である。これらのうち、第 1－1 階粉末取扱室、第 1 ガドリニア成型室および第 1 ガドリニア装填室のフード 4 台については、設置時期が古いいため、床への固定が不十分であることから、基礎ボルトの設置等の補強を実施する。また、第 1 化学分析室等、第 1 物理試験室および第 1－1 金相検査室のフード 4 台については、取扱量が少ないことから影響が小さいため、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

○第 1 廃棄物処理室のサンプやホールドアップタンクの配管については、設置当時の耐震性が不明であるため、損傷の可能性はあるが、第 1 廃棄物処理室に送水される廃液は床清掃に使用した水

のみであるため常時発生することはない。当該部屋の設備は、万が一の漏水に備えた設備であるため、配管類の補強は、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

○第1燃料棒検査室のクレーン（2台）およびフォークリフト（2台）は、それぞれ放射性固体廃棄物の200ℓドラム缶および燃料体輸送容器の運搬に使用する。両方ともに、ドラム缶1缶、輸送容器1箱を取り扱うが、損傷／転倒しても周辺公衆への影響は無視できるレベルと考えられるため、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

○第1燃料棒検査室における燃料棒運搬車やX線検査装置は、燃料棒をトレイに収納した状態で運搬または取扱いを実施する。取り扱う最大量は、それぞれ1トレイ（最小臨界本数の半分以下）であるため、損傷、転倒が発生しても周辺公衆への影響は無視できるレベルであるため、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

[第2加工棟]

○第2－3階酸化ウラン取扱室および第2－2階酸化ウラン取扱室の搬送設備（トラバーサ）は、ウラン粉末を収納した粉末缶をコンベヤ間で受け渡しをするための設備であり、この内の6台は、耐震裕度が1.6未満であったため、大地震時にも転倒しないような補強を実施する。なお、転倒するとの判断（本文の表4. 1. 5参照）ではあるが、耐震裕度が1.0を上回っていることから、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

○第2－3階酸化ウラン取扱室の台車は、粉末輸送容器の内容器を取り扱う設備である。当該設備における内容器を積載する高さは30cm程度であり、また、内容器が落下してもウランの漏えいはないと考えられることから、今後更新等を行う際に耐震裕度への対応を行う。

表－2 設備損傷防止策

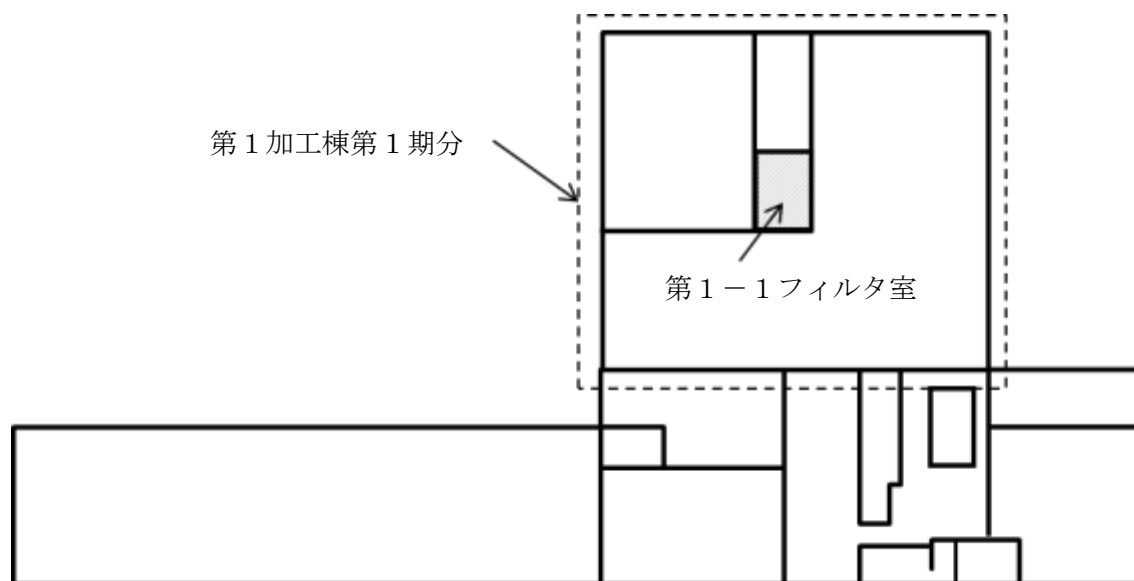
建物	部屋名称	設備名	耐震裕度	対応時期**
第1加工棟	第1酸化ウラン取扱室	トラバーサ(I)	1.34	中長期
	第1ガドリニア粉末取扱室	トラバーサ	1.40	中長期
	第1－1階粉末取扱室	フード	<1.0 *	短期
	第1ガドリニア成型室	フード(グローブ付)	<1.0 *	短期
	第1ガドリニア成型室	粉末取扱用フード	<1.0 *	短期
	第1ガドリニア装填室	(汎用)フード	<1.0 *	短期
	第1廃棄物処理室	配管類	<1.0 *	中長期
	第1－1金相検査室	フード	<1.0 *	中長期
	第1化学分析室等	フード、分析用フード	<1.0 *	中長期
	第1物理試験室	フード	<1.0 *	中長期
	第1燃料棒検査室	クレーン（2台）	<1.0 *	中長期
	第1燃料棒検査室	フォークリフト(2台)	<1.0 *	中長期
	第1燃料棒検査室	燃料棒運搬車	1.51	中長期
	第1燃料棒検査室	X線検査装置	1.00	中長期
第2加工棟	第2－3階酸化ウラン取扱室	トラバーサ（2台）	1.07	中長期
	第2－3階酸化ウラン取扱室	台車	1.33	中長期
	第2－2階酸化ウラン取扱室	トラバーサ（2台）	1.31	中長期

* <1.0：古い設備のため、工学的判断により1.0未満と評価したもの。

** 短期：半年～1年で対応するもの。中長期：設備更新等に合わせて対応するもの。

⑥ 第 1 加工棟第 1 期分の柱の補強

第 1 加工棟は建設年が古く、耐震性の劣る部分（図－ 1 参照）が確認された。当該部分は、主として事務所として利用している部分であるが、一部管理区域としても使用している。当該管理区域は、第 1 種管理区域の第 1－1 フィルタ室であり、第 1 加工棟第 1 期分の室内の排気を行うため、高性能エアフィルタおよび排気用送風機が設置されている。第 1－1 フィルタ室の損傷が発生しても、ウランが蓄積されている量は少なく、また、大地震時には第 1 種管理区域の部屋の排気を期待していないので影響はないが、柱の損壊を防止するため、早期に対応可能な補強工事を実施する。



図－ 1 第 1 加工棟第 1 期分の柱の補強箇所

⑦ 地震・津波時の対応手順と防災資機材の再整備

本報告書における評価結果を反映し、大地震（震度 6 強～7）時および津波が発生した場合における対応手順を充実させる。

特に、大地震により建物の損傷が発生し、第 1 種管理区域の閉じ込め機能が喪失した場合に、ウランの建物外への漏えい拡大を防止するため、下記の建物損傷時における核燃料物質の漏えい拡大防止策の内容についての手順書を整備する。

- ・損傷による亀裂が小さい場合は、建物外側から隙間にパテを詰めるか難燃性粘着テープを貼る。
- ・これより大きなものについては、防災シートで扉全体を覆い、周囲にアルミ板材を当てコンクリート釘で固定する。この際の補助機材として、脚立、高所作業車および投光器小型発電機を準備する。作業は、原則として 3 人 1 組で実施する。

また、これらの対応手順を確実に実施できるようにするため必要となる施設・設備および資機材（下記参照）を再確認し整備する。

- ・自然災害を考慮した防災本部の移動（第 1 防災本部→第 2 防災本部）
- ・通信事情が劣悪な状況下での通信手段の確保
- ・外部電源喪失のための小型発電機の配備
- ・夜間の防災活動のための投光器の配備

- ・ 浸水対応のための土嚢の配備
- ・ 核燃料物質の漏えい拡大防止のための防災シートおよび固着剤の配備
- ・ 核燃料物質の回収・除染活動のための放射線測定器，防護具，防護服および補助機材の配備

これらの対応を実施する人員の確保については，平成 24 年 4 月時点で，防災本部防災要員 46 名，防護隊（自衛消防組織）47 名が組織されている。平日昼間は，ほぼ当該人数で対応可能である。一方，平日夜間および休日には，初期消火活動要員として常駐者 2 名以上，その他要員 5 名を確保しており，また，防護隊員の緊急招集により，交通事情が良い場合は，1 時間以内に 7 割弱が参集可能である。