

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結果について
(報 告)

平成24年4月

原子燃料工業株式会社 熊取事業所

目 次

1. はじめに	1-1
2. 用語の定義	2-1
3. 加工施設の概要	3-1
3. 1 加工施設の立地及び配置	3-3
3. 2 加工工程の概要	3-5
3. 3 加工施設の安全設計及び防災対策	3-9
3. 4 防災に係る組織及び機材	3-22
4. 総合的評価の手法	4-1
4. 1 評価の進め方	4-1
4. 2 評価項目	4-4
4. 3 想定事象	4-23
4. 4 品質保証活動	4-27
5. 評価結果	5-1
5. 1 評価対象設備の選定	5-1
5. 2 各想定事象に対する評価	5-4
5. 3 安全裕度評価	5-29
5. 4 アクシデントマネジメントの検討及び評価	5-31
6. まとめ	6-1
添付資料	
添付 1 大阪府周辺の活断層予測震度図	
添付 2 加工施設（建物）の耐震裕度評価	
添付 3 加工施設（設備等）の耐震裕度評価	
添付 4 ウォークダウン（現場確認）の記録	

1. はじめに

平成23年11月25日、経済産業省原子力安全・保安院から当社に対し、「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年11月25日付け平成23・11・24原院第4号）（以下「指示文書」という。）が発出され、設計上の想定を超える事象等の発生時における核燃料サイクル施設の安全性に関して、総合的に評価を行い、その結果を報告するよう指示がなされた。

本報告書は、指示文書に基づき、原子燃料工業株式会社 熊取事業所（以下「当事業所」という。）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. 用語の定義

用 語	定 義
加工施設	ウランを原料として原子炉の燃料を製造するための設備・系統（以下「設備等」という。）及び、それらの設備等を収容する建物などの施設をいう。
管理区域	放射線被ばくのおそれのある区域、例えば外部放射線や空気中の放射能濃度が一定値を超えるおそれのある区域を他の一般区域から物理的に隔離して設定し、出入りを管理する区域。 ウラン加工施設の管理区域は、密封したウランを取扱い又は貯蔵し、汚染の発生するおそれのない区域（第2種管理区域）とそうでない区域（第1種管理区域）とに区分されている。
核燃料物質	原子炉内で燃料として核分裂を起こし、エネルギーを発生させる物質。当事業所では濃縮度5%以下のウランを取り扱っている。
核燃料物質等	核燃料物質、及び核燃料物質によって汚染されたもの
想定事象	本報告書において、当事業所における“設計上の想定を超える事象”を“想定事象”とする。
安全機能喪失	本報告書では、一般的な意味ではなく、指示文書で記載される以下の機能喪失を指すこととする。 全交流電源喪失 崩壊熱除去機能喪失 水素の滞留防止・供給停止機能喪失
アクシデントマネジメント	「設計上の想定を超える事象」の発生及び更なる進展を防止するための措置をアクシデントマネジメントとする。
イベントツリー	評価項目の発生に伴い誘発された起因事象を、ツリー形式にて表現したものを「イベントツリー」とする。イベントツリーにおいては、考慮すべき起因事象及び評価手順を明確に示すことを目的とするため、必ずしも、時系列にて左から右へ流れるといった事項とはならなくても良いものとする。また、「想定事象」の内容によっては、事象の発生の有無をスクリーニングするためのイベントツリーもこれに含まれる。

3. 加工施設の概要

当事業所は、昭和47年9月に研究炉用板状燃料に係る核燃料物質の加工の事業の許可を取得して操業を開始し、その後、昭和50年8月に軽水炉用燃料に係る核燃料物質の加工の事業の許可を取得し、成型加工工場として濃縮度5%以下の二酸化ウラン粉末を用いた軽水炉用燃料（燃料集合体）の製造を行っている。図3-1に核燃料サイクルにおける当事業所の位置づけ、図3-2に燃料集合体概略図を示す。

なお、研究炉用板状燃料に係る核燃料物質の加工の事業の許可については、平成13年2月に廃止し、現在は製造を行っていない。

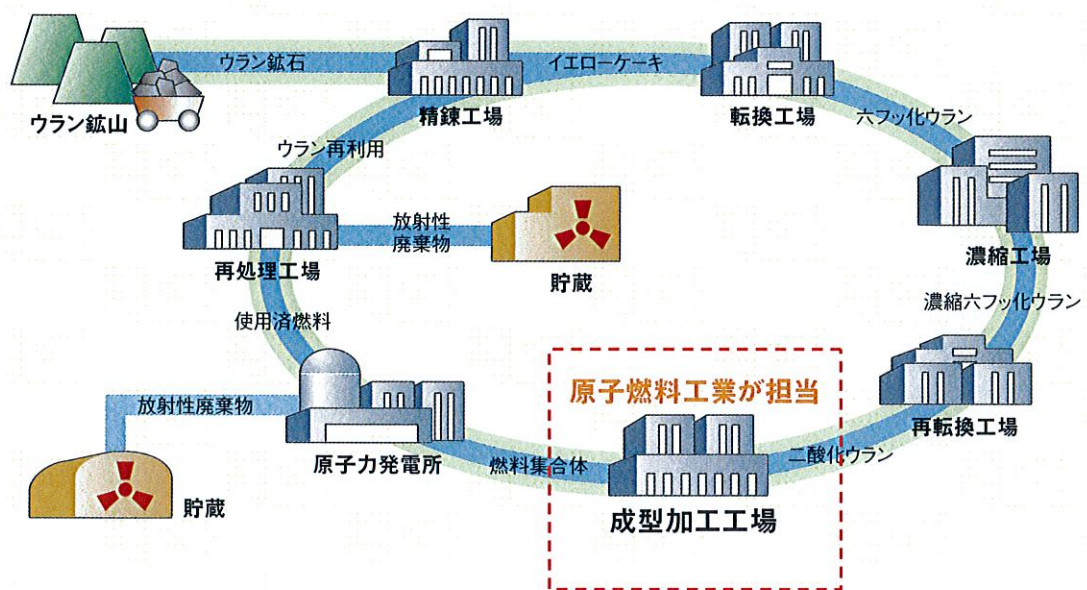


図3-1 核燃料サイクルにおける当事業所の位置づけ

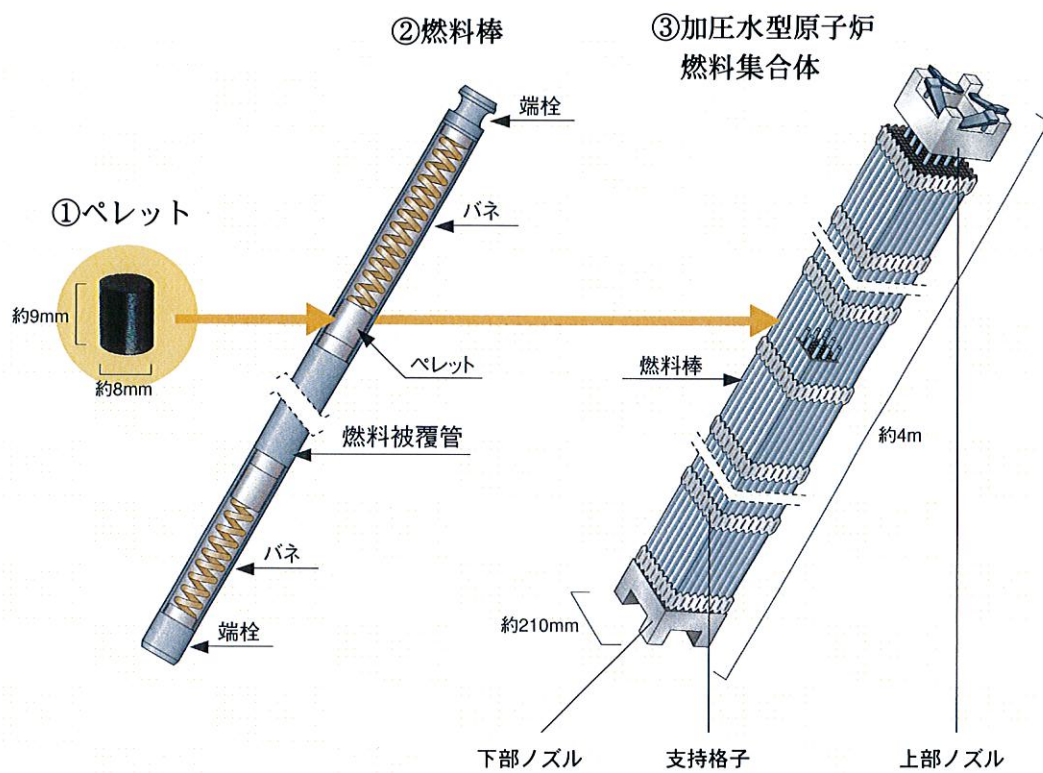


図 3 - 2 燃料集合体概略図

3. 1 加工施設の立地及び配置

当事業所は大阪府泉南郡熊取町にあり、敷地面積は約 27,900 m²、標高約 48 m の台地に位置する。図 3. 1-1 に当事業所の位置を示す。

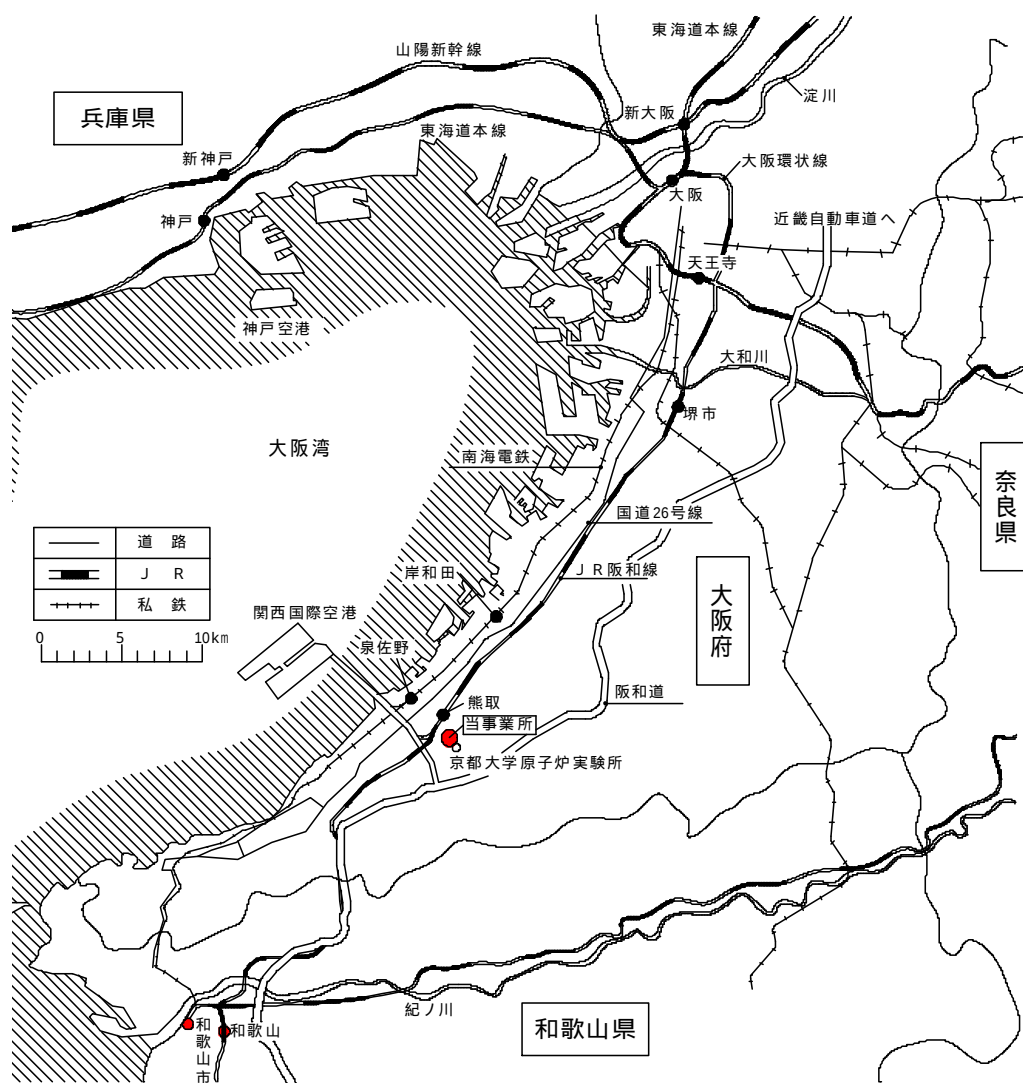


図 3. 1-1 当事業所の位置

図3. 1-2に当事業所の敷地形状及び主要な加工施設（建物）の配置を示す。敷地中央南側に主要設備（燃料製造のための成形、被覆、組立及び核燃料物質の貯蔵等の加工施設（設備等））を収容する第2加工棟、その周辺に附属施設として放射性廃棄物の廃棄施設及び核燃料物質の貯蔵施設等からなる第1加工棟、核燃料物質の貯蔵施設からなる第1-3貯蔵棟、放射性廃棄物の廃棄施設等からなる第1廃棄物貯蔵棟、第2廃棄物貯蔵棟及び第3廃棄物貯蔵棟、非常用発電機を設置した発電機・ポンプ棟が位置する。

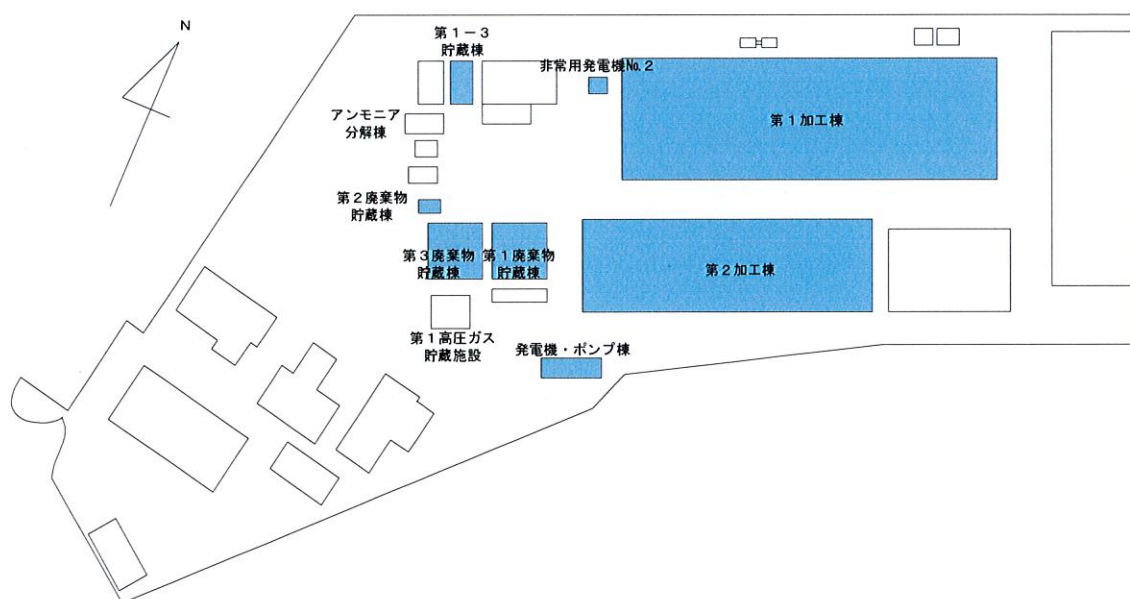


図3. 1-2 当事業所の敷地及び主要な加工施設（建物）の配置

3. 2 加工工程の概要

当事業所において製造している燃料集合体は、加圧水型原子炉（PWR）燃料集合体であり、その主な加工工程の概要を以下に示すとともに、主な加工工程の流れを図3. 2-1に示す。

また当事業所の主要な加工施設（設備等）を表3. 2-1に示す。

（1）成形工程

原料となる二酸化ウラン粉末を焼き固め、ペレットを製造する工程。なお、一部の焼結ペレットについては、外部より受け入れる。

- ① 粉末調整として、原料である入荷した二酸化ウラン粉末に潤滑材等を添加し均一混合する。
- ② 粉末調整後の二酸化ウラン粉末をプレス機で圧縮成形し、圧粉ペレットとする。
- ③ 圧粉ペレットを還元雰囲気内で焼結し、セラミック状に焼き固め焼結ペレットとする。
- ④ 焼結ペレットの外周を研磨し、寸法調整を行う。
- ⑤ ペレットの高さ、直径、重量、外観等の検査を行う。

（2）被覆工程

焼結ペレットをジルコニウム合金製の燃料被覆管に挿入し、溶接にて密封した燃料棒を製造する工程。

- ⑥ 焼結ペレットを、あらかじめ一端に端栓を溶接した燃料被覆管に挿入する。
- ⑦ 燃料被覆管の他端に端栓を溶接して密封し燃料棒とする。
- ⑧ 燃料棒の寸法、外観等の検査を行う。

（3）組立工程

燃料棒を束ね、支持格子等で固定した燃料集合体を組立てる工程。

- ⑨ 燃料棒と支持格子等の集合体部品を用いて燃料集合体を組立てる。
- ⑩ 燃料集合体の寸法、外観等の検査を行う。
- ⑪ 燃料集合体を輸送容器に梱包して出荷する。

表3. 2-1 当事業所の主要な加工施設（設備等）（1/2）

建物	工程	設置場所		主要な設備・機器
第2加工棟 （1階）	成形	第1ライン	第2-1混合室	粉末調整設備
				焙焼設備
				搬送設備（粉末）
			第2-1ペレット室	圧縮成形設備
				焼結設備
				研磨設備
				搬送設備（ペレット）
		第2ライン	第2-2混合室	粉末調整設備
				圧縮成形設備
				焙焼設備
				搬送設備（粉末）
			第2-2ペレット室	焼結設備
				研磨設備
				搬送設備（ペレット）
第2加工棟 （2階）	被覆	第2-1燃料棒加工室	第2-1燃料棒加工室	ペレット編成挿入機
				脱ガス設備
				端栓溶接設備
				搬送設備（燃料棒）
		第2-1燃料棒検査室	第2-1燃料棒検査室	X線透過試験機
				ヘリウムリーク試験機
				燃料棒洗浄機
				燃料棒検査台
				搬送設備（燃料棒）
		第2-2燃料棒加工室	第2-2燃料棒加工室	ペレット編成挿入機
				搬送設備（燃料棒）
	組立	第2-1組立室	第2-1組立室	組立設備
				検査設備

表 3. 2 - 1 当事業所の主要な加工施設（設備等）（2 / 2）

建物	工程	設置場所	主要な設備・機器
第 2 加工棟 (1 階)	貯蔵	第 2 - 1 貯蔵室	原料貯蔵設備
			搬送設備（粉末）
		第 2 - 2 貯蔵室	原料貯蔵設備
			搬送設備（粉末）
第 2 ペレット保管室		ペレット貯蔵設備	
		搬送設備（ペレット）	
第 2 - 2 燃料棒加工室		ペレット貯蔵設備	
		第 2 燃料棒保管室	燃料棒貯蔵設備
搬送設備（燃料棒）			
第 2 梱包室 第 2 輸送容器保管室		燃料集合体（輸送物）保管設備	
		第 2 集合体保管室	燃料集合体貯蔵設備
第 1 - 1 貯蔵容器 ・ 集合体保管室		貯蔵容器保管設備	
		燃料集合体（輸送物）保管設備	
第 1 - 3 貯蔵容器保管室		貯蔵容器保管設備	
第 1 加工棟	廃棄	第 4 - 1 ～ 9 廃棄物貯蔵室	保管廃棄設備（固体）
第 2 加工棟 (1 階)		第 2 廃棄物処理室	廃液処理設備
第 2 加工棟 (4 階)		第 2 排風機室	気体廃棄設備
第 1 廃棄物貯蔵棟 (中 2 階／2 階)		W 1 - 1 排風機室 W 1 - 2 排風機室	気体廃棄設備
		W 1 廃棄物処理室	廃液処理設備
焼却設備			
第 1 廃棄物貯蔵棟 (1 階)		第 1 廃棄物貯蔵室	保管廃棄設備（固体）
第 1 廃棄物貯蔵棟 (2 階／3 階)		第 2 廃棄物貯蔵室	保管廃棄設備（液体）
第 2 廃棄物貯蔵棟		第 3 廃棄物貯蔵室	保管廃棄設備（固体）
第 3 廃棄物貯蔵棟 (1 階／2 階／3 階)			
第 1 高圧ガス貯蔵施設	その他	—	液化アンモニア貯蔵タンク
アンモニア分解棟		—	アンモニア分解炉

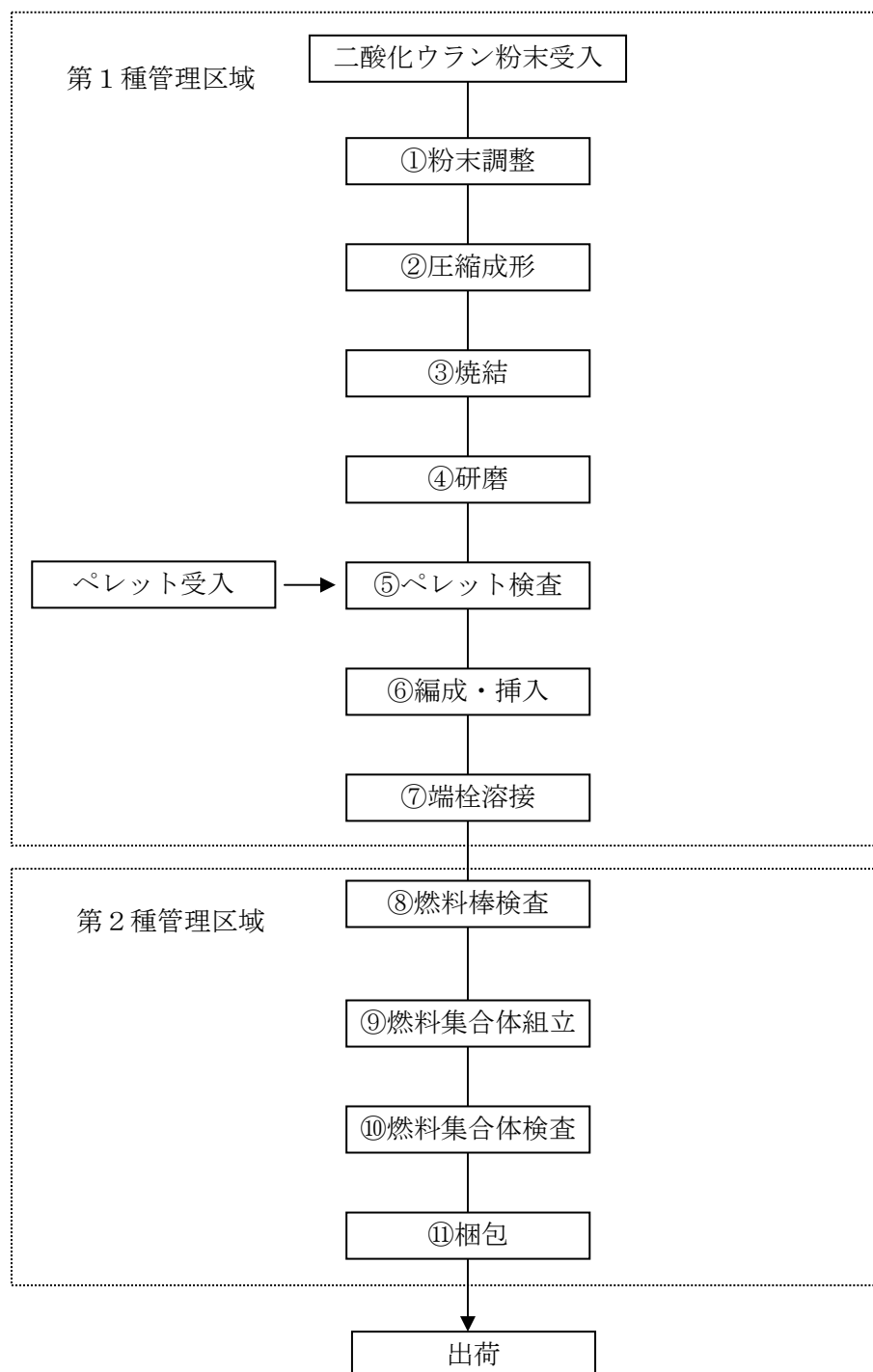


図3. 2-1 主な加工工程の流れ

3. 3 加工施設の安全設計及び防災対策

3. 3. 1 加工施設内の放射性物質

- (1) 当事業所では濃縮度 5 % 以下のウランを取り扱っている。ウランは主にアルファ線とガンマ線を放出するが、ガンマ線の放出量及び放出エネルギーはさほど大きくなく、アルファ線は数センチメートルの空気の層や紙一枚で容易に遮へいすることができるため、取り扱いが容易である。
- (2) 当事業所に内蔵するウランの放射エネルギーは発電用原子炉（炉心）と比較して著しく少なく、また核分裂によって生じる核分裂生成物（ヨウ素、セシウム等）の発生はない。未使用の燃料集合体 1 体の放射能（主にアルファ線放出であり比放射能約 10^5 Bq/g）は、使用済燃料集合体（アルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子線放出であり比放射能約 10^{11} Bq/g）と比較すると約百万分の 1 程度である。
- (3) 取り扱うウラン自体の発熱はなく、如何なる状態においても炉心や使用済燃料プールのように冷却を要する設備はない。

3. 3. 2 加工施設の基本的な安全設計

濃縮度 5 % 以下のウランを取り扱う当事業所の加工施設は、以下の基本的方針の下に安全設計を行い、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下「原子炉等規制法」という。）等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」（以下「ウラン加工指針」という。）等に適合する設計としている。

- (1) 平常時に、当事業所周辺の一般公衆、放射線業務従事者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) 当事業所は、設計、製作、建設、試験、検査を通じて信頼性を有するものとする。また、誤操作及び設備等の故障によっても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よう設計する。
- (3) 当事業所は、地震、台風、積雪、高潮、津波等の自然現象によっても安全性が損なわれることのない構造及び配置とする。

3. 3. 3 地震に対する安全設計

当事業所の加工施設は、ウラン加工指針を満足するように耐震設計されている。ウラン加工指針において、加工施設（建物）、加工施設（設備等）の耐震設計は、原則として静的設計法を用いることとされている。

静的設計法とは、実際の地震動のように「刻一刻と向きや大きさが変化する動的地震力」について加工施設の耐震設計を行うのではなく、動的地震力と同等とみなせる静的地震力（時間的に変化しない一定の地震力）で耐震設計を行う方法である。

ウラン加工指針において、加工施設（建物）については建築基準法に割り増し係数を考慮することが規定されており、建築基準法においては一次設計、二次設計が規定されている。一次設計では稀に発生する中地震に対していわゆる許容応力度設計を実施し、稀に発生する中地震に対して建物が損傷を受けないことを確認している。二次設計では層間変形角、剛性率、偏心率の確認と、必要に応じて極めて稀に発生する大地震に対し倒壊を防止するための保有耐力計算を行っている。

ウラン加工指針において、加工施設（設備等）については全ての加工施設（設備等）について建築基準法の最小地震力に重要度に応じた割り増し係数を用いて一次設計を行い、特に重要度が高い第1類の設備等に関しては更に二次設計が求められている。一次設計は稀に発生する中地震に対して設備等が損傷しないこと、二次設計は極めて希に発生する大地震に対し、降伏（塑性変形）は許容するものの、過大な変形、亀裂、破損等が生じ、安全機能に重大な影響を及ぼすことがない設計を行っている。

このように、静的設計法による耐震設計では、様々な動的地震力を包括するような静的地震力により、地震の規模を2段階で考慮して一次設計、二次設計を行っている。

ウラン加工指針に定める加工施設（建物）、加工施設（設備等）の耐震設計を表3. 3-1にまとめる。（建物、設備等の重要度分類の定義については、ウラン加工指針参照。）

表3. 3-1 ウラン加工施設安全審査指針（指針13. 地震に対する考慮の要約）

対 象	設計手法	内 容
加工施設 (建物)	原則として ・ 静的設計法とする ・ 建築基準法による	建築基準法施行令第88条から定まる最小地震力に重要度分類に応じた下記割り増し係数を乗じたものを用いること。 <u>建築基準法施行令第82条の3第1号による場合には下記割り増し係数を乗じ、建築基準法施行令第82条の3第2号による場合には下記割り増し係数で除したものを用いること。</u>^{注1} 第1類 1.3 以上 第2類 1.1 以上
加工施設 (設備等)	原則として ・ 静的設計法とする	<一次設計> 建築基準法施行令第88条から定まる最小地震力に重要度分類に応じた下記割り増し係数を乗じたものを用いて許容応力度設計を行うこと。 <二次設計> 第1類の設備等については、一次設計用地震力に、更に下記第1類の割り増し係数を乗じた二次地震力を用いて設計を行うこと。（施設の安全機能に重大な影響を及ぼすことがない範囲で塑性変形を許容） 第1類 1.5 以上 第2類 1.4 以上 第3類 1.2 以上

注1：建築基準法施行令に定める「剛性率、偏心率」の規定であるが、「建築物の安全性の確保を図るための建築基準法等の一部を改正する法律の施行に伴う関係政令の整備に関する政令（平成19年政令第49号）」において、建築基準法施行令第82条の6第1項第2号イ及びロに移項。

3. 3. 4 地震以外の自然現象に対する安全設計

(1) 津波、洪水

当事業所は、海岸から直線距離で約 4 km 離れ、海拔約 48 m の高台上にあり、さらに入り江のような地形に立地していないため、津波による被害はない。

また、最寄りの河川である雨山川は、最近接地点で約 0.3 km 離れており、かつ標高差約 10 m で当事業所の方が高いため、雨山川の氾濫による水害の可能性もない。

(2) 台風

当事業所内の加工施設（建物）は、建築基準法施行令で定める風圧力に十分耐えられるように設計している。

(3) 地すべり・陥没

当事業所の敷地及びその周辺には、地すべりが発生し加工施設に影響を与えるような急斜面はない。また、当事業所敷地の地質調査の結果、地中には大きな空隙などは観測されず陥没のおそれはない。

3. 3. 5 火災・爆発に対する安全設計

(1) 火災の発生・拡大防止対策

加工施設（建物）は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料で造られており、加工施設（設備等）については実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用して設計している。

加工施設（建物）内は防火壁、防火扉等により防火区画を形成するとともに、消防法に基づく自動火災報知設備、消火器及び消火栓を設置し、定期的な保守・点検、施設定期検査等により健全性を維持している。

万一の火災発生に対しても、平日操業時においては各職域の防災組織における初期消火班による、また夜間・休日等においては常駐者に加え近隣に住居する緊急時消火班の参集による初期消火活動により火災の消火、拡大防止を行う。

(2) 可燃性ガスを使用する設備に対する安全対策

当事業所で使用している可燃性ガスは以下のとおりであり、取り扱い設備と可燃性ガスの関係を表3. 3-2にまとめる。

- ・ アンモニアガス（第1 高压ガス貯蔵施設）
- ・ アンモニアガスをアンモニア分解棟のアンモニア分解炉で熱分解
 $(2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{N}_2)$ して生成したアンモニア分解ガス
- ・ 水素ガス
- ・ プロパンガス
- ・ 都市ガス

表3. 3-2 当事業所で使用する可燃性ガスと取り扱い設備

可燃性ガスを 取り扱う設備	使用する可燃性ガス	供給方法	使用目的
焼結設備	アンモニア分解ガス	アンモニアガスを熱分解	焼結設備内部の還元雰囲気用
	プロパンガス	容器（ボンベ）	焼結設備の開口部においてアンモニア分解ガス（水素）を燃焼させるためのパイロットバーナ用
焼却設備	都市ガス	敷地外の都市ガス本管より分岐引込	焼却設備の燃焼用
分析・実験設備	アンモニア分解ガス	アンモニアガスを熱分解	実験設備の還元雰囲気用
	水素ガス	容器（ボンベ）	実験設備の還元雰囲気用 分析装置の校正用
	プロパンガス	容器（ボンベ）	実験設備の開口部においてアンモニア分解ガス（水素）を燃焼させるためのパイロットバーナ用

以下にそれぞれの可燃性ガスに関する安全設計を示す。

① 共通事項

- a. 水素ガス（容器）、プロパンガス（容器）はコンクリートブロック造の容器置場（以下「ボンベ庫」という。）に設置し、万一の漏えいに備えてボンベ庫内にガス漏えい検知器を設置。
- b. 可燃性ガス（都市ガスを除く）には、地震（震度 5 弱、約 100～170 ガル）発生時に感震計からの信号を受けて自動遮断を行う緊急遮断弁を設置。
- c. 使用する可燃性ガスは加工施設（建物）外で生成又は貯蔵し、配管を通じて供給しているため、建物外バルブ等を閉止することで、可燃性ガスの加工施設（建物）への供給を容易に停止可能。

② アンモニアガス

液化アンモニアは、高圧ガス保安法及び関係法令に基づく防消火設備を設置した第 1 高圧ガス貯蔵施設で管理している。

③ アンモニア分解ガス

アンモニア分解ガスは使用する設備毎に、以下の安全対策のもとで取り扱っている。

a. 焼結設備

- ・焼結設備から工程室内にアンモニア分解ガスが漏えい、滞留しないようにするため、設備の開口部にはパイロットバーナが設置してあり、アンモニア分解ガスを燃焼させてから排出。
- ・焼結設備内への空気の混入によるアンモニア分解ガスの爆発を防止するため、アンモニア分解ガスの供給圧力が低下すると自動的に警報を発し、窒素ガスを緊急導入することで空気の混入を防止する安全装置を設置。
- ・焼結設備を冷却保護するための冷却水の圧力が低下した場合に、自動的に警報を発し、ヒータ電源を遮断する冷却水圧力低下安全機構を設置。
- ・焼結設備内温度が設定値以上に上昇すると、自動的に警報を発し、ヒータ電源を遮断する過加熱防止機構を設置。
- ・アンモニア分解ガスの工程室内への漏えいに備え、自動的に警報を発する水素ガス漏えい検知器を設置。

b. 分析・実験設備

- ・分析・実験設備から工程室内にアンモニア分解ガスが漏えい、滞留しないようにするため、設備の開口部にはパイロットバーナもしくは電気ヒータが設置してあり、アンモニア分解ガスを燃焼させてから排出。
- ・アンモニア分解ガスの工程室内への漏えいに備え、自動的に警報を発する水素ガス漏えい検知器を設置。

④ 水素ガス

水素ガスは使用する設備ごとに、以下の安全対策のもとで取り扱っている。
(分析機器の校正のために、水素ガスを極微量使用する場合は除く)

a. 分析・実験設備

- ・分析・実験設備から工程室内に水素ガスが漏えい、滞留しないようにするため、設備の開口部にはパイロットバーナもしくは電気ヒータが設置してあり、水素ガスを燃焼させてから排出。
- ・工程室内への水素ガスの漏えいに備え、自動的に警報を発する水素ガス漏えい検知器を設置。また、ボンベ庫内の緊急遮断弁を遠隔で作動させることができる非常停止ボタンを工程室入口近傍に設置。
- ・容器（ボンベ）は使用するときのみ弁を開き、夜間、休日等は閉の状態となるよう管理。

⑤ プロパンガス

プロパンガスは使用する設備毎に、以下の安全対策のもとで取り扱っている。

a. 焼結設備

- ・アンモニア分解ガス燃焼用のプロパンガスによるパイロットバーナを失火センサにて監視し、万一失火を検出した場合は自動的にプロパンガスを閉止する弁をパイロットバーナ近傍に設置。
- ・工程室内へのプロパンガスの漏えいに備え、自動的に警報を発するプロパンガス漏えい検知器を設置。また、ボンベ庫内の緊急遮断弁を遠隔で作動させることができる非常停止ボタンを工程室内に設置。

b. 分析・実験設備

- ・アンモニア分解ガス及び水素ガス燃焼用のプロパンガスによるパイロットバーナを失火センサにて監視し、万一失火を検出した場合は自動的にプロパンガスを閉止する弁をパイロットバーナ近傍に設置。
- ・工程室内へのプロパンガスの漏えいに備え、自動的に警報を発するプロパンガス漏えい検知器を設置。また、ボンベ庫内の緊急遮断弁を遠隔で作動させることができる非常停止ボタンを工程室入口近傍に設置。

⑥ 都市ガス

都市ガスは、以下の安全対策のもとで取り扱っている。

a. 焼却設備

- ・地震（震度5強、約200ガル）発生時には、敷地への引き込み部に設置された供給元のガス会社のマイコンメータにより、都市ガスの供給を遮断。
- ・焼却設備内の温度を監視し、設定温度以上になると自動的に都市ガスのバーナへの供給を遮断し、警報を発する過加熱防止機構を設置。
- ・都市ガスが室内に漏えいした場合に備え、自動的に警報を発するガス漏えい検知器を設置するとともに、焼却を自動停止する都市ガス漏えい検知機能を設置。
- ・外部電源を喪失すると自動的にバーナへの都市ガスを遮断する機能を設置。
- ・燃焼用バーナへの着火ミスもしくは燃焼用バーナの失火で都市ガスを遮断するバーナ監視機能を設置。

（3）機械油等の危険物に対する安全対策

当事業所内の危険物は少量危険物貯蔵所にて保管し、必要量のみを取り出して加工施設（建物）に持ち込む管理を行っている。加工施設（建物）に持ち込んだ少量の危険物は、耐震固定された危険物少量保管庫にて管理している。

また、地震時に危険物少量保管庫内でアルコール類等の瓶が転倒・破損し、保管庫外へ流出することで火災へと発展しないような対策を講じている。

3. 3. 6 未臨界安全設計

形状寸法、質量、容積の制限及び中性子吸収材の使用等並びにこれらの組合せによって核的に制限することにより臨界を防止する対策を講じている。

3. 3. 7 放射線安全設計

万一の事故でウラン粉末が漏えいすることを防止するため、ウランを非密封で取り扱う第1種管理区域に関して、図3. 3-1に示す気体廃棄設備を用い、以下のとおり加工施設内の空気の汚染防止及び加工施設外への汚染された空気の漏えい防止の管理を行っている。

(1) 閉じ込めの機能

設備内で取扱うウラン粉末の飛散による第1種管理区域内の空気の汚染を防止するため、設備には必要に応じて囲い式フード等を設け、気体廃棄設備（局所排気系統）により局所排気を行うことでフード内部を負圧とし、室内への漏えいを防止している。

(2) 周辺環境の汚染防止に対する考慮

気体廃棄設備（部屋排気系統）により、第1種管理区域内の室内圧を外気圧に対して負圧に維持し、万一第1種管理区域内の空気が汚染されてもウラン粉末の外部への漏えいを防止している。第1種管理区域からの排気は、フィルタでろ過後、ダストモニタにより連続的に監視し、排気口より大気中へ放出している。

(3) 周辺環境における一般公衆の外部被ばく管理

当事業所のウランの貯蔵及び放射性廃棄物の保管廃棄に起因する線量を、当事業所の敷地境界外の人々の居住する可能性のある地点において、合理的に達成可能な限り低くするために、必要に応じて建物等に放射線遮へいを講じている。

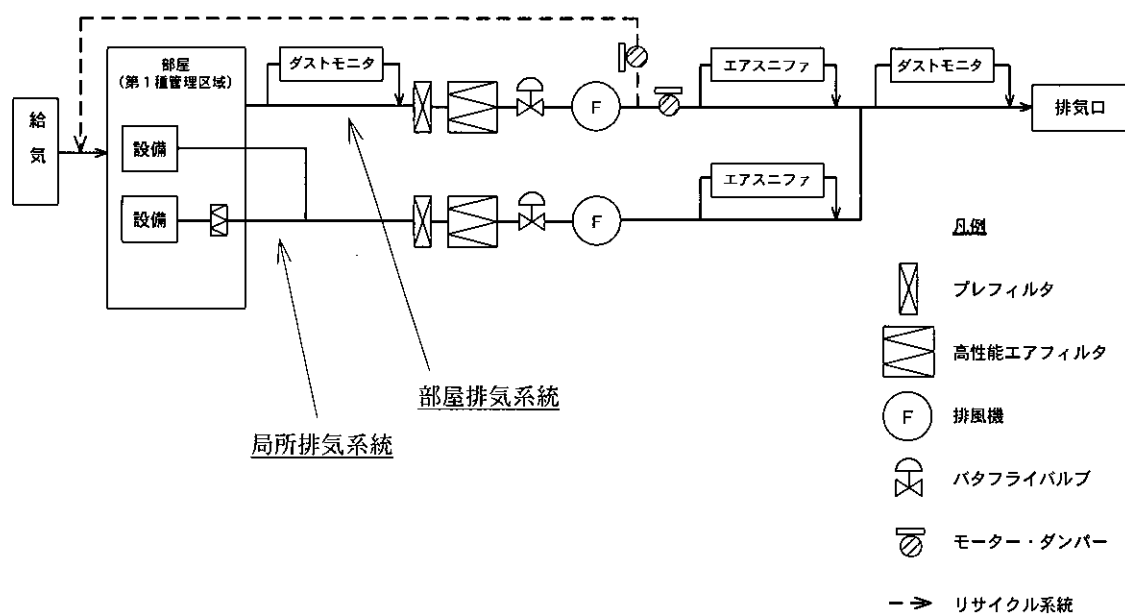


図 3. 3 - 1 気体廃棄設備の概略図

3. 3. 8 停電等の外部電源喪失に対する考慮

外部電源及び非常用電源負荷系統図を図3. 3-2に示す。

当事業所においては、外部電源喪失時に、安全上必要な機能を維持するため、第1種管理区域の気体廃棄設備（局所排気系統）、焼結設備に付属の冷却設備、放射線監視設備（ダストモニタ、ガンマ線エリアモニタ等）、放送設備等を稼働させるのに十分な容量の非常用発電機（ディーゼル式発電機）を設置し、また安全性向上を目的として、さらに同容量の非常用発電機を1台設置している

これら2台の非常用発電機は、通常、どちらか1台が外部電源喪失時に自動起動するように設定されており、万一、自動起動しない場合においても、手動によりいずれかを起動させることができる。

また、非常用発電機を約5～7日間運転するのに十分な量の燃料を備蓄している。

これらの非常用発電機については、加工施設（設備等）に対する国の基準を満足するように安全設計、耐震設計を実施しており、外部電源の機能喪失を模擬した設備への通電を伴う起動テストを1回／年、送電を行わない起動テストを1回／月実施し健全性を確認している。

なお、加工施設内の誘導灯、非常用照明、及び自動火災報知設備等の監視設備については、バッテリー電源等も備えている。

外部電源喪失時に非常用発電機からの受電またはバッテリーにて稼働可能な主な設備を表3. 3-3に示す。

表3. 3-3 外部電源喪失時に非常用発電機又はバッテリー等にて稼働する主な設備

加工施設 (建物)	設備名	機器名	非常用発電機 からの受電の 有無	バッテリー、UPSの有無(注1)			
				バッテリー		UPS	
第1加工棟	放射線監視設備	ガンマ線エリアモニタ	○	—		○	約10分
	放送設備等	一般放送設備	○	○	約6時間	—	
		非常放送設備	○	○	約6時間	—	
		警報集中表示盤	○	—		—	
		自動火災報知設備	○	○	約6時間	—	
	その他	非常用照明	—	○	約1時間	—	
		誘導灯	—	○	約1時間	—	
第2加工棟	放射線監視設備	ガンマ線エリアモニタ	○	—		○	約10分
		排気用モニタ	○	—		○	約7分
		換気用モニタ	○	—		○	約7分
		ダストサンプラ	○	—		—	
		自動交換ろ紙式排気用 エアースニッファ	○	—		○	約8分
		エアースニッファポンプ	○	—		—	
		ハンドフットクロスモニタ	○	—		○	約8分
	放送設備等	一般放送設備	○	○	約6時間	—	
		非常放送設備	○	○	約6時間	—	
		警報集中表示盤	○	—		○	約10分
		自動火災報知設備	○	○	約6時間	—	
	その他	可燃性ガス漏えい検知器	—	○	約80分	—	
		非常用照明	—	○	約1時間	—	
		誘導灯	—	○	約1時間	—	
		非常用発電機による照明 (23灯)	○	—		—	
第1廃棄物 貯蔵棟	放射線監視設備	排気用モニタ	○	—		○	約7分
		ダストサンプラ	○	—		—	
		エアースニッファポンプ	○	—		—	
	放送設備等	放送設備	○	○	約6時間	—	
		警報集中表示盤	○	—		—	
		自動火災報知設備	○	○	約6時間	—	
	その他	可燃性ガス漏えい検知器	○	—		○	約10分
		非常用照明	—	○	約1時間	—	
誘導灯		—	○	約1時間	—		
第1 高圧ガス貯蔵施設		可燃性ガス漏えい検知器	○	—		○	約10分
周辺	放射線監視設備	モニタリングポスト	○	—		○	約10分
	その他	消火栓ポンプ	○	—		—	
		投光機	○(注2)	—		—	
		可搬消防ポンプ	○(注2)	—		—	

注1：停電後、非常用発電機の有無と関係なく法的必要性などで非常用電源としてつけているものをバッテリー、非常用発電機起動までの間を支えるための電源としてつけているものをUPSと呼称する。

注2：投光機は約8時間、可搬消防ポンプは約2時間稼働。(可搬式発電機分と合わせて備蓄燃料は40L。それぞれ給油約1回分相当)。

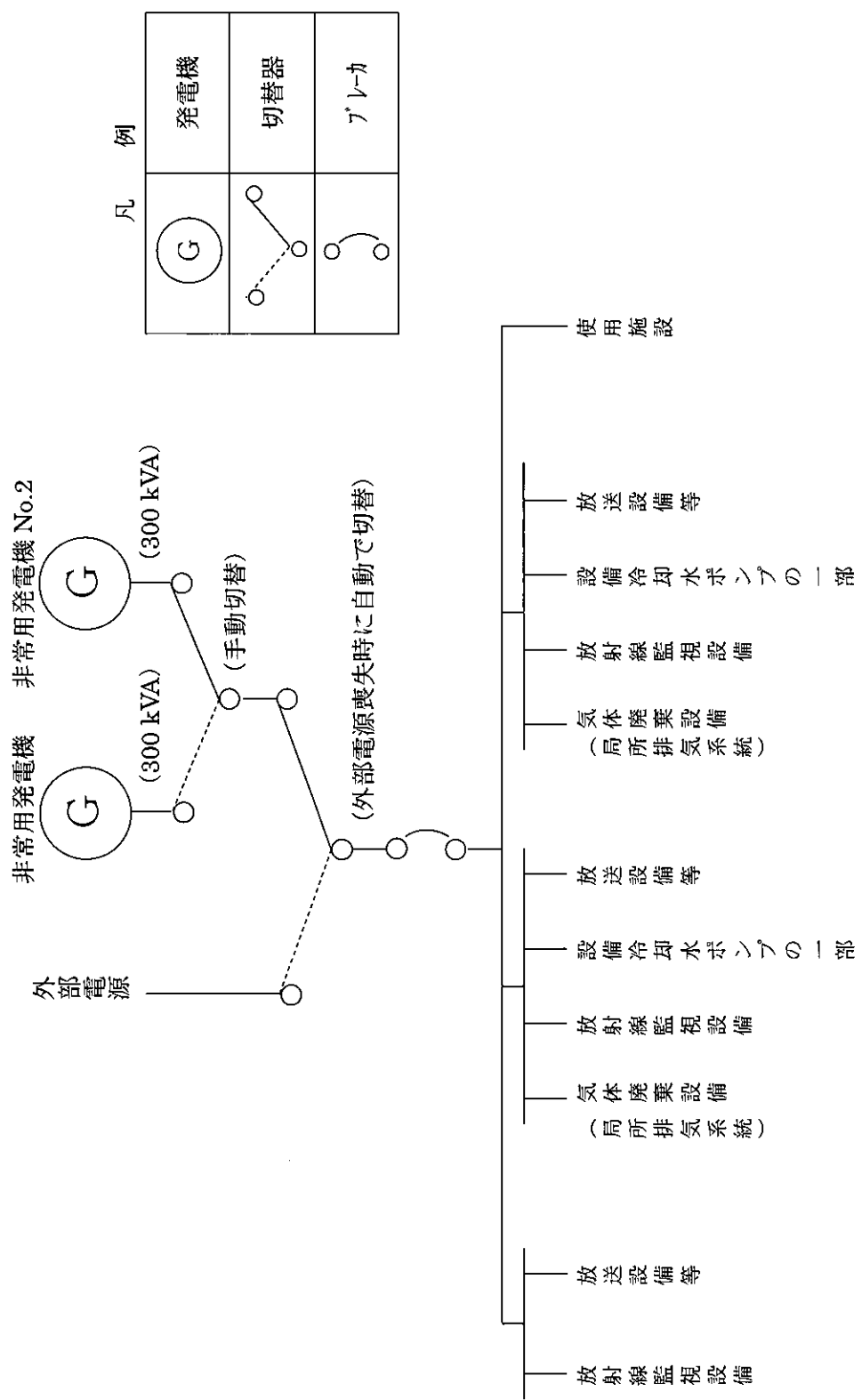


図 3. 3-2 外部電源及び非常用電源負荷系統図

3. 3. 9 設計上の最大想定事故

焼結設備炉内の雰囲気ガスとして使用しているアンモニア分解ガスに含まれる水素は、万一空気と混合した後に着火すると爆発事故に至る可能性がある。

この事故の誘因としては、焼結設備炉内の水素ガスが室内へ漏えいして空気と混合した場合、炉内へ空気が混入した場合、及びその他異常事態での焼結設備の破損等により水素が漏えいした場合が考えられるが、前述3. 3. 5項に示す安全対策を講じていることから、焼結設備が爆発するおそれはない。

しかしながら、万一、焼結設備炉内において爆発が発生したと想定して評価した結果でも、設計上の最大想定事故時の排気中に含まれて放出される放射性物質を吸入することに起因する一般公衆の実効線量は、第2加工棟の排気口から南東方向の周辺監視区域境界の評価地点において最大となるが極めて低い値である。

3. 4 防災に係る組織及び機材

当事業所において、地震、火災その他の災害が発生した場合に、原子力災害の発生及び拡大を防止し、並びに原子力災害の復旧を行うため、熊取事業所原子力防災組織が設置される。熊取事業所原子力防災組織の体制を図3. 4-1に示す。

また、その活動において使用する原子力防災資機材を含む当事業所の災害時に供する主な防災用資機材を表3. 4-1、主な防災用資機材及び非常用発電機の概観図を図3. 4-2に示す。

上記組織及び各防護隊については、年度単位で定められた教育訓練計画に従って、教育・訓練を実施している。

なお、当事業所においては、気象庁による緊急地震速報システムにより、事業所内に地震速報が発報されるため、地震到達以前に安全措置実施に備える体制をとっている。

表3. 4-1 災害時に供する主な防災用資機材（1/2）

防災用資機材				数量 ^(注1)
消火設備	屋内屋外消火栓			24 台
	可搬消防ポンプ			2 式
	泡消火剤			400 L
	泡消火器材			3 式
	防火水槽			552.6 m ³ (5ヶ所合計)
	小型粉末消火器			356 個
	大型粉末消火器 (50 型)			49 個
	可搬投光機 (発電機付属)			2 台
	防火服			10 着
	ライフゼム (ポンベ予備含む)			13 着
発電機材	可搬型発電機			4 台
	電気ケーブル			電源用 300 m 信号用 2 km
放射線障害 防護用器具	汚染防護服 (タイベックスーツ)			約 600 着 ^(注2) [14 着]
	呼吸用ボンベマスク (空気呼吸器)			2 式 [2 式]
	フィルタ付防護マスク	①	半面マスク	約 260 式 ^(注2) [14 式]
		②	全面マスク	約 70 式 ^(注2) [14 式]
非常用通信機器	専用電話回線			2 回線 [1 回線]
	専用ファクシミリ装置			3 台 [1 台]
	衛星電話			4 台
	携帯型無線 (公設消防用)			1 台
	緊急呼出装置			1 台
	トランシーバ			27 台 ^(注3)
	緊急地震速報システム			1 台

表 3. 4-1 災害時に供する主な防災用資機材（2/2）

防災用資機材		数量 ^(注1)
計測器等	排気筒モニタ（アルファ線排気モニタ）	2 台 [2 台]
	電離箱サーベイメータ	8 台 ^(注3) [2 台]
	NaI シンチレーションサーベイメータ	8 台 ^(注3) [2 台]
	中性子線サーベイメータ（レムカウンタ）	2 台 [2 台]
	熱ルミネセンス線量計	約 100 個 ^(注3) [4 個]
	熱ルミネセンス線量計リーダ	2 台 [1 台]
	汚染密度測定用（アルファ線）サーベイメータ	17 台 ^(注3) [1 台]
	汚染密度測定用（ベータ（ガンマ）線）サーベイメータ	6 台 ^(注3) [1 台]
	可搬式ダストサンプラ	17 台 ^(注3) [4 台]
	可搬式ダストサンプラ測定器（アルファ線用、ベータ（ガンマ）線用） （汚染密度測定用サーベイメータ）	1 台 [1 台（アルファ）] 1 台 [1 台（ベータ）]
	可搬式ヨウ素サンプラ （可搬式ダストサンプラ兼用）	2 台 [2 台]
	可搬式ヨウ素サンプラ測定器 （汚染密度測定用（ベータ（ガンマ）線）サーベイメータ）	1 台 [1 台]
	ポケット線量計	70 個 ^(注3) [20 個]
その他資機材	ヨウ化カリウム製剤	1000 錠 [1000 錠]
	担架	6 台 [1 台]
	除染用具	1 式 [1 式]
	被ばく者輸送のための使用可能な車両	1 台 [1 台]
	汚染防止用シート	50 m×10 本 ^(注2)
	養生シート	3 枚

注 1：[] 内は、原子力防災資機材として最低限必要とする数量。

注 2：消耗品のため、通常の使用の範囲で数量の変動あり。

注 3：放射線測定器等は、点検、故障により数量の変動あり。

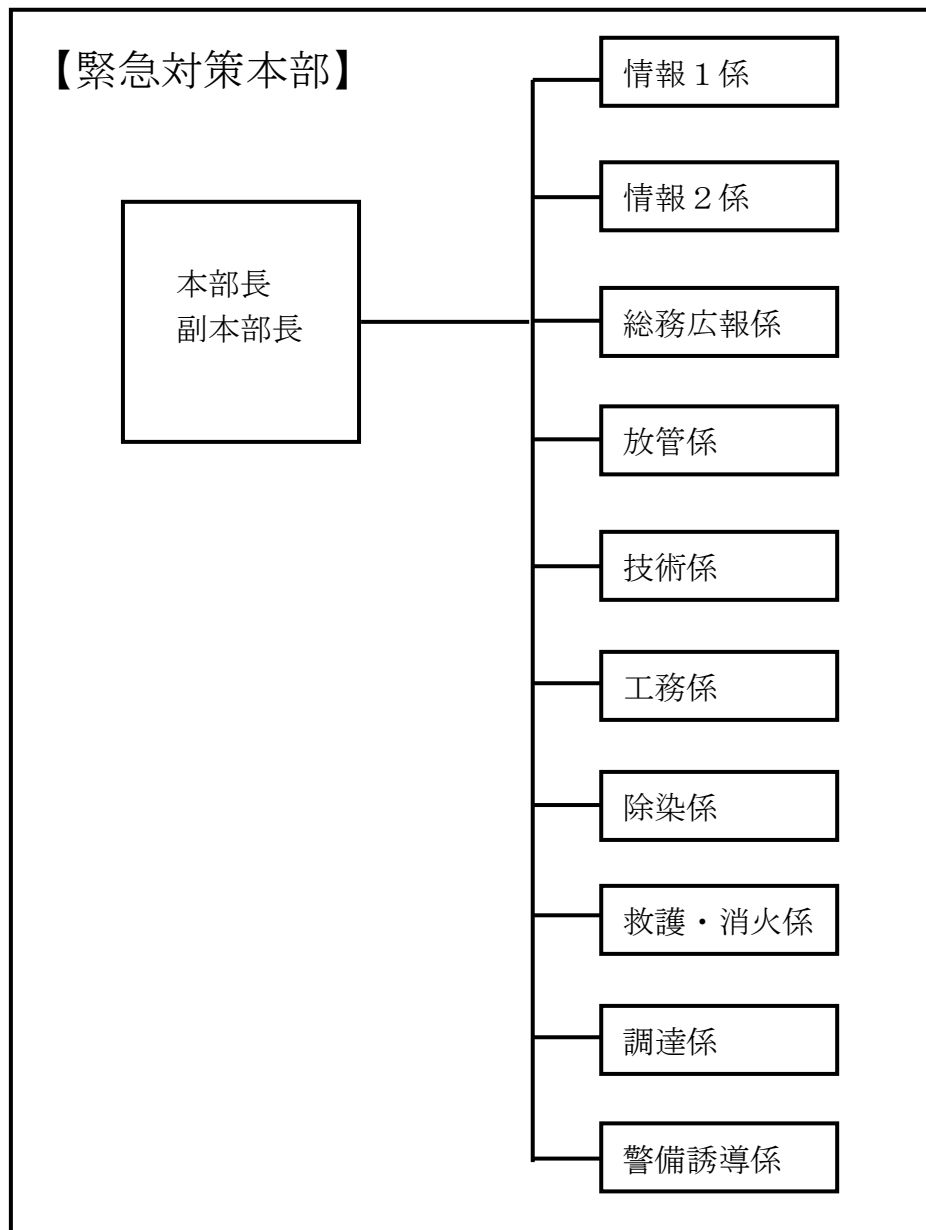


図 3. 4 - 1 熊取事業所原子力防災組織



可搬消防ポンプ



可搬投光機（発電機付属）

図 3. 4－2 主な防災用資機材及び非常用発電機の概観図（1／2）



非常用発電機



非常用発電機 No.2



電気ケーブル（仮設用）

図 3. 4 - 2 主な防災用資機材及び非常用発電機の概観図（2 / 2）

4. 総合的評価の手法

4. 1 評価の進め方

本評価にあたっては、平成24年4月末現在における加工施設を対象とし、平成24年4月末現在に適用されている法令及び原子力安全委員会指針等を基本とする。図4. 1-1に総合的評価の全体フローを示す。

地震、津波、その他の自然現象及びそれらの重畳、並びにこれらの自然現象及び自然現象によらない（内的事象起因）何らかの原因により、以下の安全機能の喪失を仮定した事象を評価項目とする。

- ・ 全交流電源喪失
- ・ 崩壊熱除去機能喪失
- ・ 水素の滞留防止・供給停止機能喪失
- ・ これらの重畳

この評価項目を起因事象として、当事業所の特徴に応じた事象が進展することにより、以下の設計上の想定を超える事象（以下「想定事象」という。）に至ると仮定する。

- ・ 放射性物質を含む溶液の沸騰
- ・ 水素、TBPの錯体等による爆発
- ・ 放射性物質を放出する火災
- ・ 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

また、評価を実施する際の前提条件は以下のとおりとする。

- ・ 決定論的な手法を用い、過度の保守性を考慮することなく現実的な評価を行う。
- ・ 実態に即したウラン最大取扱量での操業状態で起因事象が生じるとする。
- ・ 安全裕度など、合理的な推定によって機能維持が期待できるものについてはその機能を考慮する。
- ・ 建物、設備等の耐震裕度評価では、経年変化を考慮し、強度・剛性について過度の保守性を考慮することなく現実的な評価を行う。
- ・ 防護措置の評価にあたっては、合理的な想定により機能回復を期待できる場合を除き、一度失った機能は回復しないものとする。

- ・事象の進展において、警察、消防、自衛隊等の外部機関からの支援は受けられないと仮定する。ただし、当事業所近隣に居住する当社社員は緊急招集が可能とする。

これらの前提条件の下、対象となる設備及び建物を選定して、起因事象から想定事象に至る事象の進展を表したイベントツリーに基づいて評価を行う。

評価においては、各設備・機器の評価項目に対し複数の設備をまとめて評価が可能な場合は共通的に評価を行い、事象の進展をイベントツリーで表現し、このイベントツリーをもとに、設計の想定を超える事象に至るシナリオを策定する。

また、系統の数や設備・機器、配管等の個々の機能がシナリオに影響を及ぼす場合、必要に応じて個別的に評価を行う。当該シナリオに対し、配管系統図等を用いたより詳細なイベントツリーによる分析を行い、設計の想定を超える事象に至るかどうかを検討する。

評価した結果、設計の想定を超える事象に至るおそれがある場合、その事象に至らないようなシナリオが成立しなくなる地震レベル等（安全裕度）を特定する。さらに、その設計の想定を超える事象の発生及び更なる進展を防止するために、アクシデントマネジメントを検討し、その効果を確認する。

なお、本評価における想定事象の選定、評価、及びアクシデントマネジメントの検討等に当たっては、ワークダウンを実施し、当事業所の加工施設の特性を考慮する。

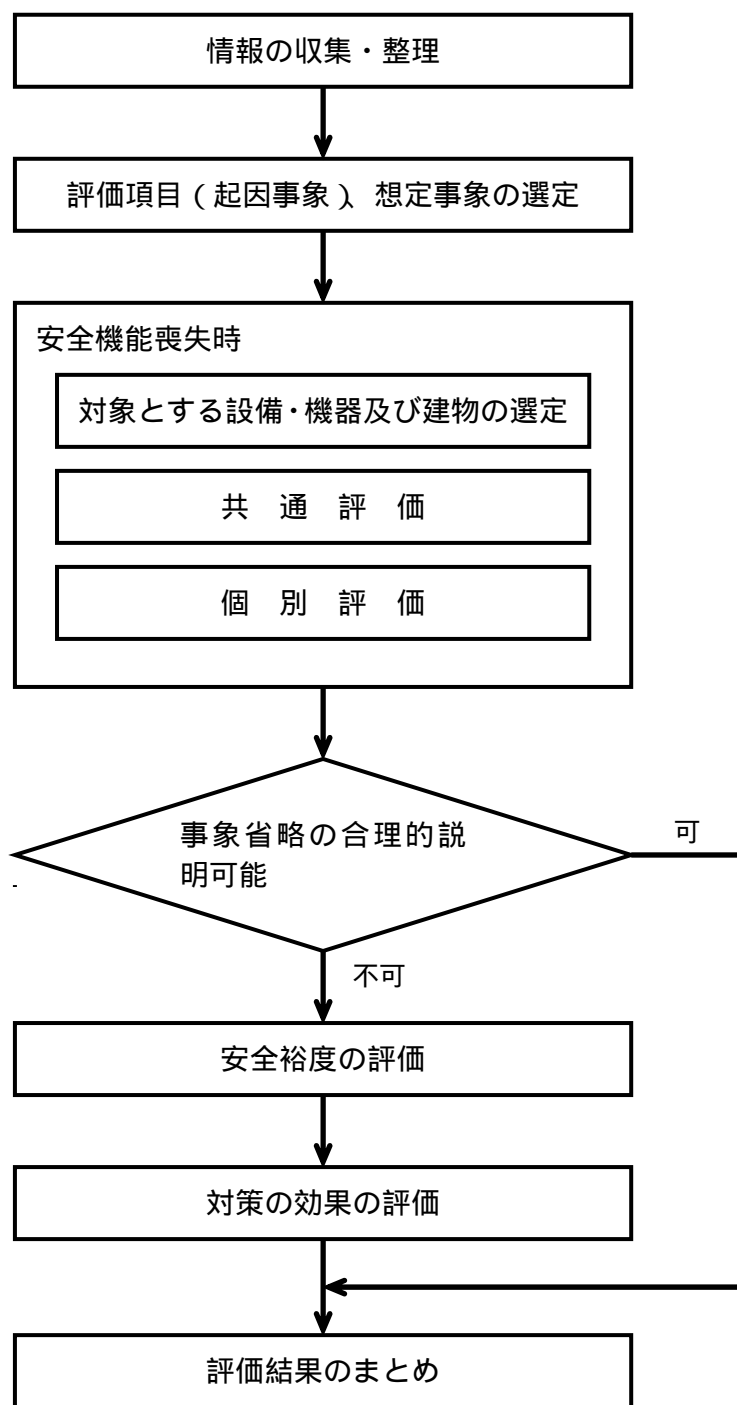


図 4 . 1 - 1 総合的評価の全体フロー

4. 2 評価項目

4. 2. 1 地震

地震を震源によって大きく分類すると、内陸部の活断層による地震（以下「活断層型地震」という。）と、プレート境界で発生する地震（以下「海溝型地震」という。）に分けられる。

以下に当事業所に影響を及ぼすと考えられる活断層型地震、海溝型地震の国による評価を示す。

（1）国による大阪府周辺の活断層型地震の評価

当事業所に影響を及ぼす可能性がある大阪府周辺の「活断層の分布」について J-SHIS¹を調査した。その結果を図 4. 2-1 に示す。

図 4. 2-1 に示すとおり、当事業所に影響を及ぼす可能性のある活断層として、①中央構造線活断層帯（和泉山脈南縁）、②上町断層帯、③生駒断層帯、④大阪湾断層帯、⑤六甲・淡路島断層帯、⑥有馬－高槻断層帯、⑦奈良盆地東縁断層帯が存在する。

上記の 7 活断層の J-SHIS における評価パラメータ、当事業所の最大予測震度を表 4. 2-1 にまとめる。

J-SHIS の評価では、これら 7 活断層のうち当事業所に最も大きな影響を与える活断層は、予測震度が震度 6 強となる①中央構造線活断層帯（和泉山脈南縁）と、予測震度は震度 6 弱ではあるものの、発生確率が 30 年 2.89%、50 年 4.78%と高い②上町断層帯である。

これら 2 活断層の J-SHIS における予測震度を図 4. 2-2 及び図 4. 2-3 に示す。（7 活断層の予測震度は添付 1 参照）

¹ J-SHIS (Japan Seismic Hazard Information Station)

文部科学省 地震調査研究推進本部、独立行政法人 防災科学技術研究所が運営する、地震ハザード評価に関する情報公開システム。[\(http://www.j-shis.bosai.go.jp/\)](http://www.j-shis.bosai.go.jp/)

表 4 . 2 - 1 J-SHIS (平成 22 年 (2010 年版)) における予測パラメータ

No.	活断層名	震源のモーメント マグニチュード	発生確率 (%) 注1		当事業所の 最大予測震度階
			30 年	50 年	
	中央構造線活断層帯 (和泉山脈南縁)	7.1 (Mw)	0	0	震度 6 強
	上町断層帯	7.0 (Mw)	2.89	4.78	震度 6 弱
	生駒断層帯	6.9 (Mw)	0	0	震度 4
	大阪湾断層帯	6.9 (Mw)	0	0	震度 5 強
	六甲・淡路島断層帯	7.3 (Mw)	0	0	震度 5 強
	有馬 - 高槻断層帯	7.1 (Mw)	0	0	震度 5 弱
	奈良盆地東縁断層帯	6.9 (Mw)	3.05	5.04	震度 4

注 1 : 発生確率 0% は、0.01% 未満の確率を示す。

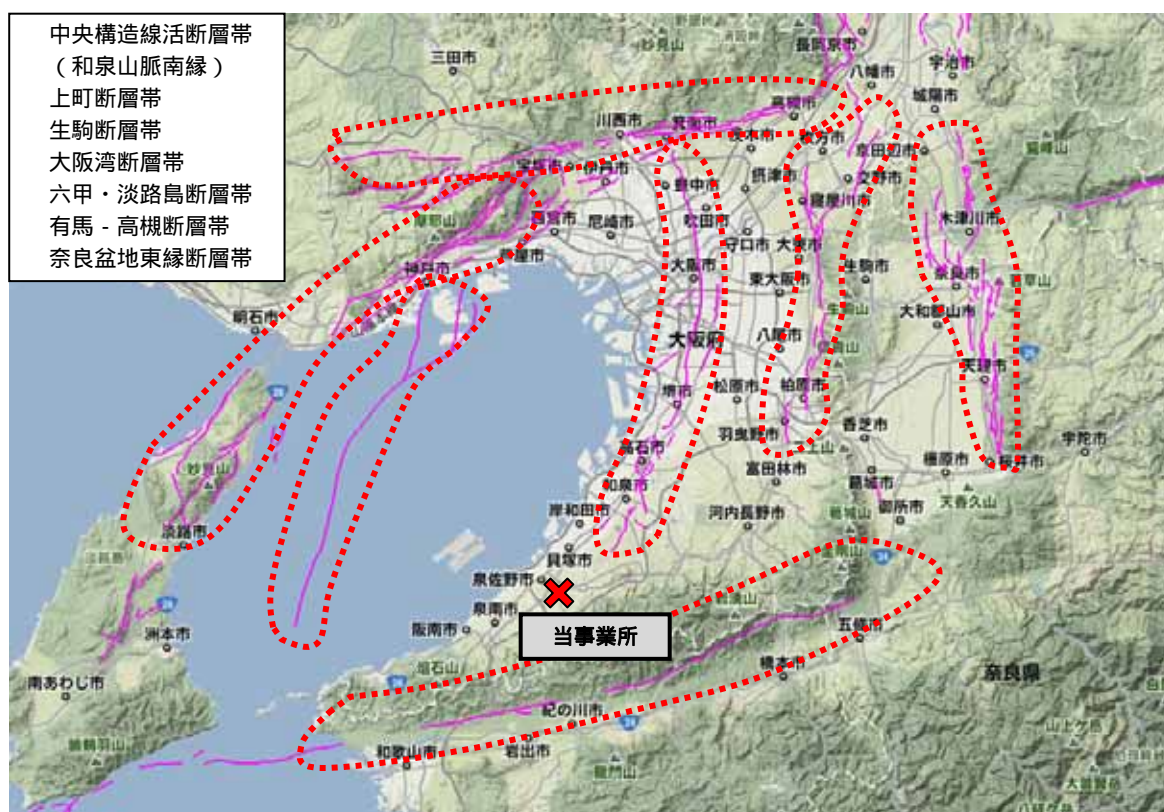


図 4 . 2 - 1 大阪府周辺の活断層分布
(J-SHIS より引用・一部加筆)

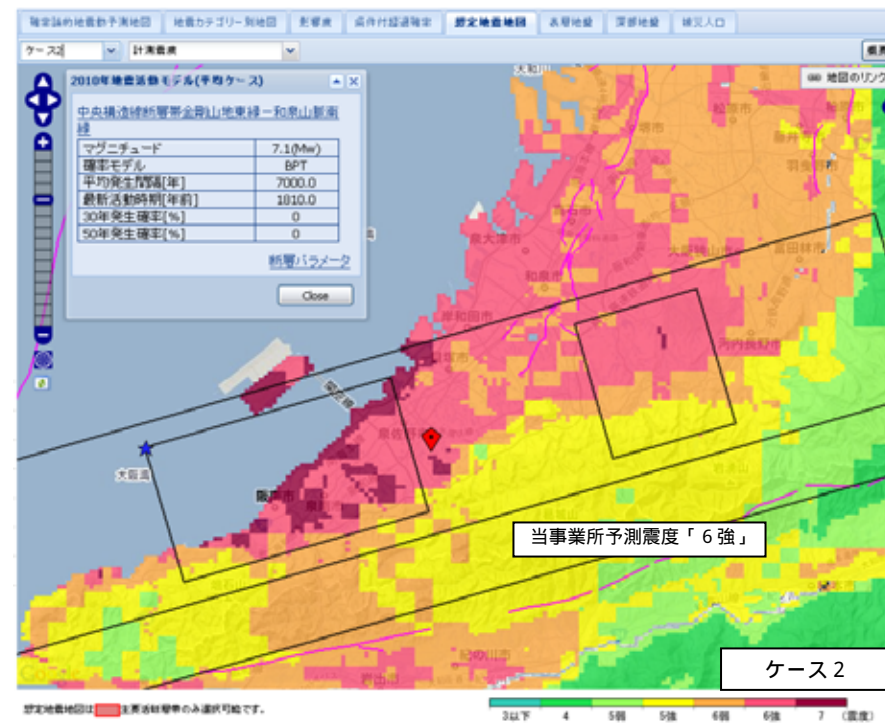
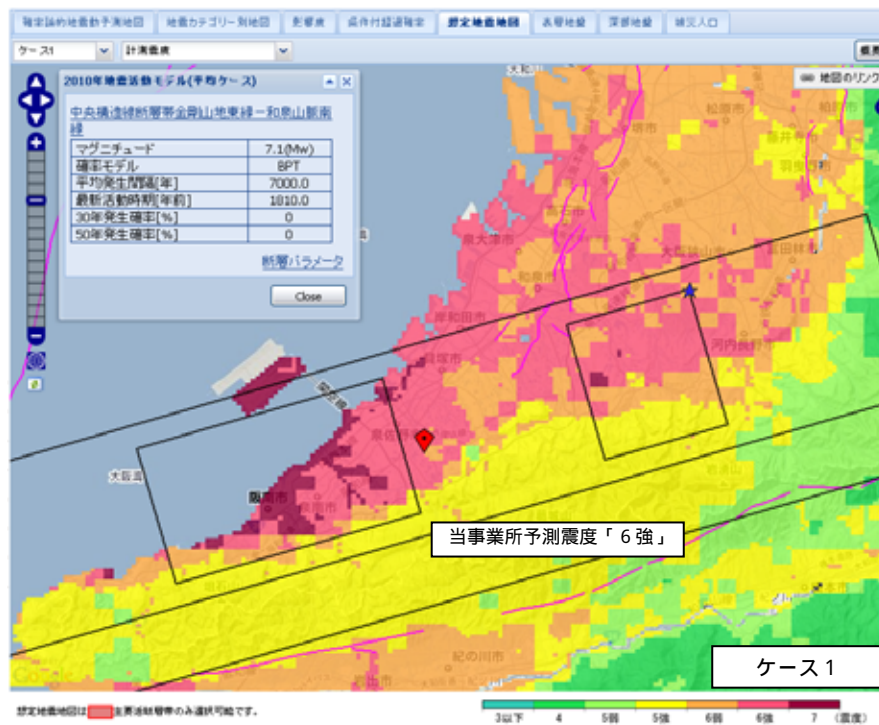


図4.2-2 中央構造線活断層帯 予測震度(J-SHISより引用・一部加筆)

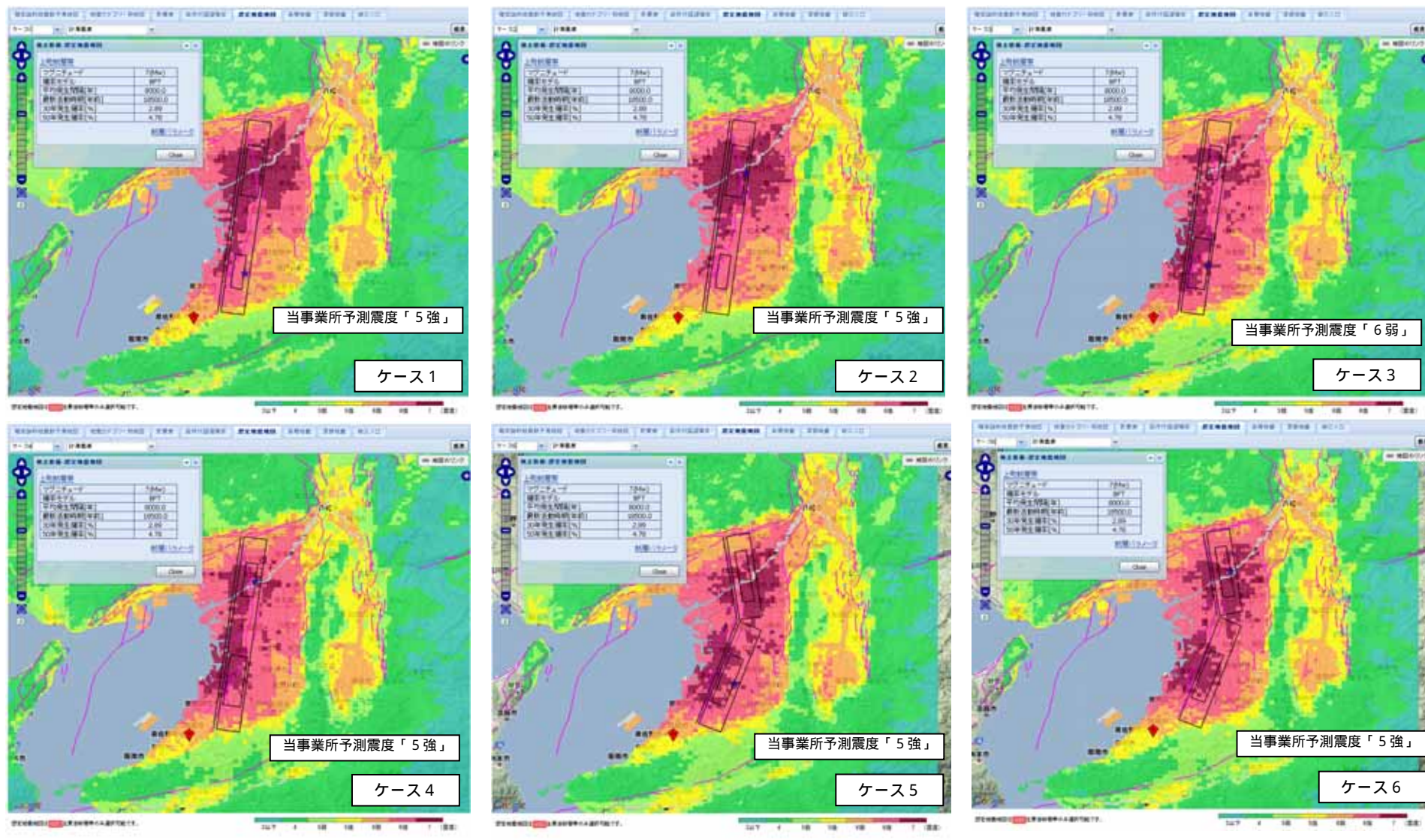
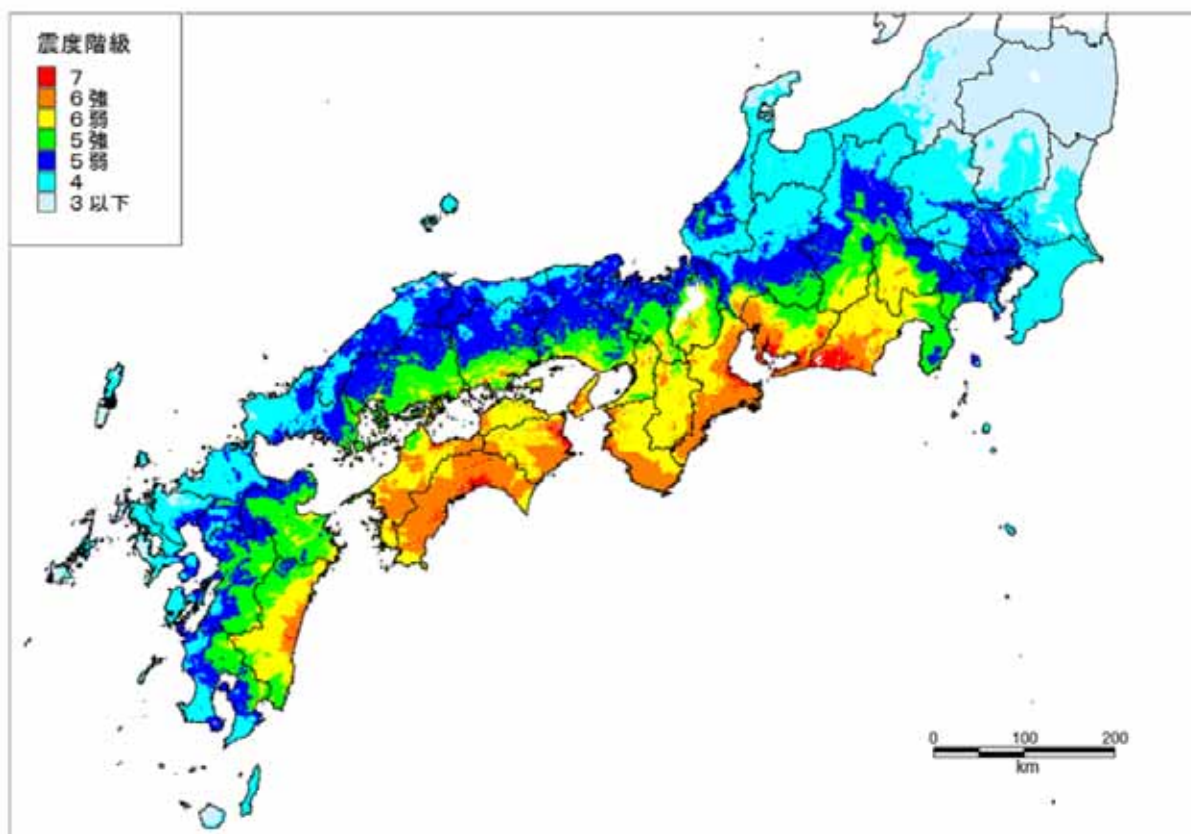


図4.2-3 上町断層帯 予測震度(J-SHIS より引用・一部加筆)

(2) 国による海溝型地震の評価

当事業所に影響がある海溝型地震としては、南海トラフにおける東海・東南海・南海3連動地震が考えられる。東海・東南海・南海3連動地震については平成24年3月31日に内閣府・南海トラフの巨大地震モデル検討会から第一次報告が公開されており、図4.2-4に示すとおり熊取町の最大予測震度は「震度6弱」とされている。



市町村別の最大となる震度

都道府県名	市区町村名	基本ケース	陸側ケース	東側ケース	西側ケース	経験的手法	最大クラス (最大値)	中央防災会議 (2003)
大阪府	島本町	6弱	6強	5強	5強	6弱	6強	5強
大阪府	豊能町	5強	6弱	5強	5強	5強	6弱	5強
大阪府	能勢町	5強	5強	5弱	5弱	5強	5強	5弱
大阪府	中園町	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱
大阪府	熊取町	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱	6弱
大阪府	田尻町	6弱	6強	6弱	6弱	6弱	6強	6弱
大阪府	岬町	6強	6強	6強	6弱	6弱	6強	6弱

図4.2-4 東海・東南海・南海地震 予測震度
(南海トラフの巨大地震モデル検討会 第一次報告より抜粋・加工)

(3) 耐震裕度の評価方法と「設計上想定する静的な地震力」

耐震裕度は、「設計上想定する静的な地震力」に対し、当該加工施設がどの程度の余裕を有しているかを表すこととする。

加工施設（建物）及び加工施設（設備等）に対する「設計上想定する静的な地震力」はそれぞれ以下のとおりとする。

①加工施設（建物）に対する「設計上想定する静的な地震力」

一般的に「新耐震設計」と呼ばれる昭和56年以降の建築基準法の耐震設計手法は、震度5程度の中地震に対してのみ安全性を確認していた「旧耐震設計」に比べ、極めて稀に発生する大地震時における倒壊・崩壊などの被害を防止するための様々な規定が追加されており、その中でも保有水平耐力計算を取り入れたことが最も大きな改正内容となっている。この新耐震設計で設計された建物は平成7年兵庫県南部地震、平成23年東北地方太平洋沖地震において震度6強以上を観測した地域でも、概ね「大破、倒壊」といった大きな被害を受けていない（文献（1）、文献（2））。

新耐震設計の建物であれば震度6強でも大きな被害を受けていないことから、建築基準法の保有水平耐力計算で用いる静的な地震力が、当事業所の最大予測震度である震度6強における地震力であるとし、加工施設（建物）に対する「設計上想定する静的な地震力」とする。

②加工施設（設備等）に対する「設計上想定する静的な地震力」

加工施設（設備等）に対する「設計上想定する静的な地震力」は、官庁施設の設備等に関する耐震要求性能（局部震度法）（文献（3）、文献（4））も考慮して、ウラン加工指針の第1類の設備に対する二次設計時の静的地震力を震度6強における「設計上想定する静的な地震力」とする。

以上の「震度6強を前提とした設計上想定する静的な地震力」に対し、加工施設（建物）の耐震裕度は、建築基準法の規定に基づき算出した、【保有水平耐力（ Q_u ）／必要保有水平耐力（ Q_{un} ）】、加工施設（設備等）の耐震裕度については塑性変形を許容しないことを前提とし、【当該設備の許容応力度限界となる水平震度／ウラン加工指針の第1類の設備に対する二次設計用水平震度】として耐震裕度を評価する。

以上の評価方法を表4. 2-2にまとめる。

表 4. 2-2 耐震裕度の評価方法

対象	設計上想定する 静的な地震力 ^{注1}	耐震裕度の評価方法
加工施設 (建物)	標準せん断力係数 ^{注2} を 1.00 として建築基準法施行 令第 88 条の規定により計 算した地震力	建築基準法による必要保有水平耐力 (Q_{un})を基準とし、保有水平耐力(Q_u) が必要保有水平耐力に対して、どの程度 の裕度を有するかを評価する。
加工施設(設備 等)及び加工施設 以外の設備等	標準せん断力係数 ^{注2} を 0.45 として建築基準法施行 令第 88 条の規定により計 算した地震力	ウラン加工指針における、重要度第 1 類 の設備の二次設計時の地震力を基準と し、当該設備等が許容応力度限界に達す る際の地震力が、基準地震力に対してど の程度の裕度を有しているかを評価す る。

注 1:「静的な地震力」はニュートンの運動方程式により、外力＝質量×加速度で規定されるが、
質量は当該建物、設備により異なるため、加速度で統一して表記する。

加速度については、ウラン加工指針、建築基準法に準じて水平震度で表す。

例：水平震度 0.45 とは、水平方向に重力加速度の 0.45 倍の加速度が生じている状態であ
り、 $980 \text{ cm/s}^2 \times 0.45 = \text{約 } 440 \text{ cm/s}^2$ (ガル) となる。

注 2：標準せん断力係数とは、建築基準法施行令第 88 条に規定される、評価の基準となる水平
震度。

参考文献等

- (1): 2007 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (全国官報販売協同組合)
監修：国土交通省住宅局建築指導課、国土交通省国土技術政策総合研究所、独立行政法人建築
研究所、日本建築行政会議
編集：建築物の構造関係技術基準解説書編集委員会
編集協力：財団法人日本建築防災協会、財団法人日本建築センター
- (2): 2011 年東北地方太平洋沖地震 災害調査速報
社団法人日本建築学会
- (3): 官庁施設の総合耐震計画基準及び同解説 (社団法人公共建築協会)
監修：建設大臣官房官庁営繕部
- (4): 官庁施設の総合耐震診断・改修基準及び同解説 (社団法人公共建築協会)
監修：建設大臣官房官庁営繕部

4. 2. 2 津波

津波は、海底地震や海溝型地震により、海底が隆起もしくは沈降することで海面が変動し、大きな波が発生したものである。

以下に当事業所に対して津波による影響を及ぼすと考えられる海底の活断層型地震である大阪湾断層帯及び海溝型地震の東海・東南海・南海3連動地震の国及び大阪府による評価を示す。

(1) 国による大阪湾断層帯の津波の評価

大阪湾断層帯による津波の評価は、内閣府の「東南海・南海地震に関する専門調査会」が平成20年12月に「中部圏・近畿圏の内陸地震に関する報告」の中で評価を実施している。当該報告書によると、図4. 2-5に示すとおり大阪湾断層帯による津波の高さは、南大阪沿岸で高くても3~5mとされている。

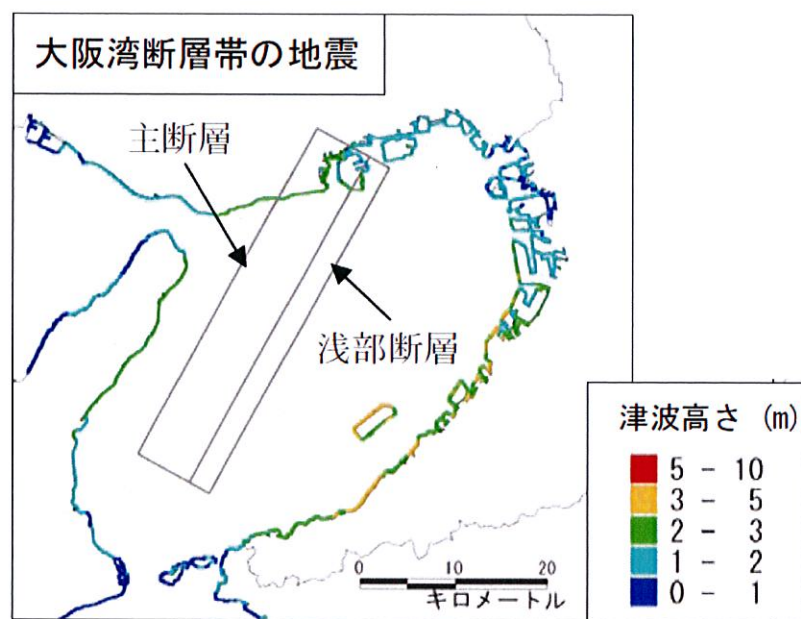
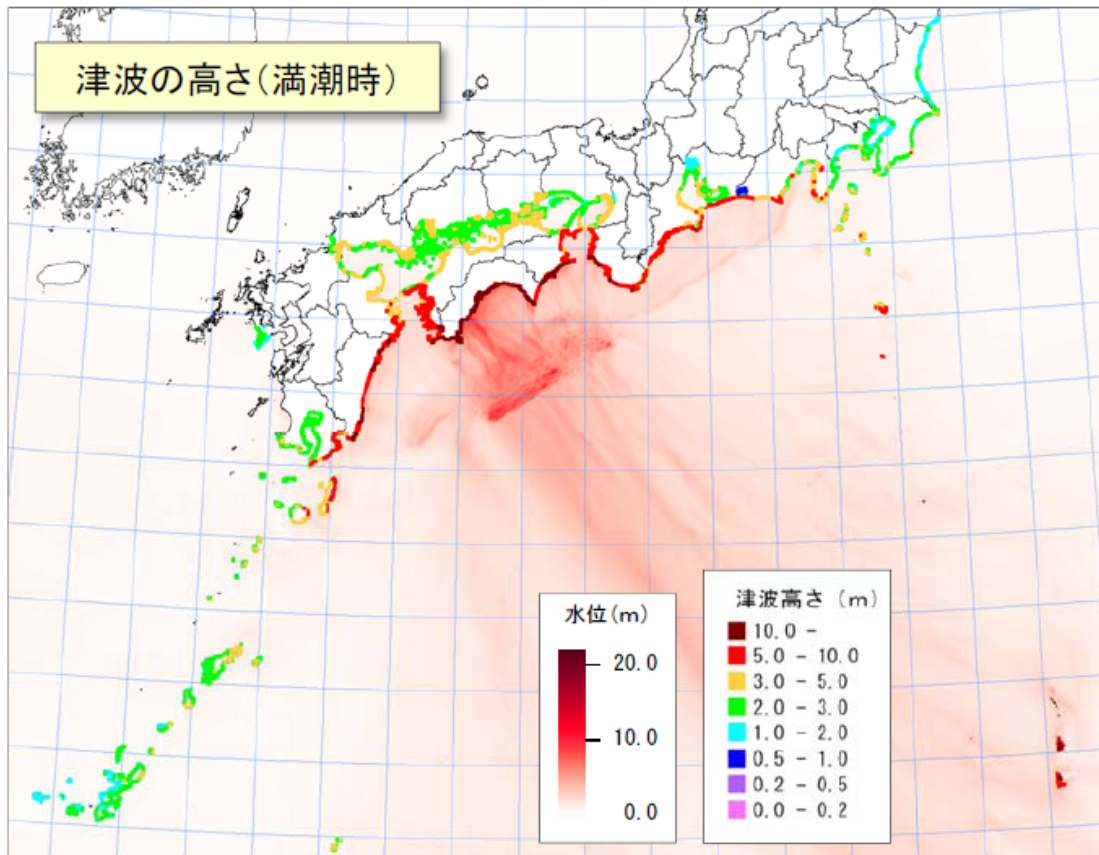


図4. 2-5 大阪湾断層帯による想定津波高さ

(「中部圏・近畿圏の内陸地震に関する報告」より抜粋)

また、海溝型地震である東海・東南海・南海地震による津波評価については平成24年3月31日に発表された内閣府による「南海トラフの巨大地震モデル検討会・第一次報告」によると図4. 2-6に示すとおり、熊取町の大阪湾側にある市町村において最大3.5~3.8mの津波高さが予想されている。



市町村別ケース別 最大津波高(満潮位・地盤変動考慮)

都道府県名	市区町村名	ケース① (m)	ケース② (m)	ケース③ (m)	ケース④ (m)	ケース⑤ (m)	ケース⑥ (m)	ケース⑦ (m)	ケース⑧ (m)	ケース⑨ (m)	ケース⑩ (m)	ケース⑪ (m)	最大クラス (m)	中防(2003) (m)
三重県	熊野市	17.8	18.9	8.7	9.2	9.3	14.4	14.9	13.3	12.8	14.3	8.6	18.9	9.0
	志摩市	22.1	22.1	13.5	12.5	12.2	24.0	23.3	12.4	20.4	11.9	12.3	24.0	9.2
	桑名郡木曽岬町	3.4	3.4	2.8	2.6	2.5	3.3	3.0	3.4	3.3	2.9	2.5	3.4	2.4
	三重郡川越町	3.1	3.0	2.6	2.5	2.4	3.0	2.7	3.1	3.1	2.7	2.4	3.1	2.2
	多気郡明和町	5.0	4.4	3.8	4.2	4.3	5.0	4.4	4.3	5.4	3.8	4.2	5.4	3.7
	度会郡大紀町	14.7	16.0	8.6	7.2	6.9	14.2	17.2	9.1	13.0	9.7	8.8	17.2	7.7
	度会郡南伊勢町	19.2	20.5	7.6	7.3	8.3	20.3	21.8	12.2	16.8	10.2	6.9	21.8	7.4
	北牟婁郡紀北町	18.5	19.6	9.9	8.1	7.8	16.0	17.5	13.5	14.0	14.1	8.0	19.6	8.1
	南牟婁郡御浜町	10.2	12.0	7.8	8.3	9.9	14.8	13.1	14.1	7.6	14.4	8.1	14.8	6.7
	南牟婁郡紀宝町	6.7	8.2	6.6	5.5	7.0	8.1	8.7	8.7	7.5	9.6	5.4	9.6	6.1
	大阪市此花区	3.1	3.5	3.7	3.7	3.5	3.1	3.4	3.4	3.4	3.8	3.5	3.8	2.8
	大阪市港区	2.8	3.2	3.3	3.4	3.3	2.8	3.1	3.1	3.1	3.4	3.2	3.4	2.6
	大阪市大正区	2.8	3.0	3.1	3.1	3.1	2.8	3.0	3.0	3.0	3.2	3.0	3.2	2.5
	大阪市西淀川区	3.2	3.5	3.7	3.8	3.6	3.1	3.5	3.5	3.5	3.8	3.5	3.8	2.8
大阪府	大阪市住之江区	3.0	3.3	3.8	3.7	3.5	3.0	3.3	3.3	3.4	3.7	3.4	3.8	2.9
	堺市堺区	3.1	3.2	3.5	3.5	3.4	3.1	3.2	3.2	3.3	3.4	3.3	3.5	3.0
	堺市西区	3.1	3.6	4.0	3.8	3.7	3.1	3.6	3.6	3.6	3.8	3.6	4.0	3.2
	岸和田市	2.7	3.0	3.7	3.8	3.6	2.7	3.0	3.1	3.3	3.5	3.4	3.8	2.8
	泉大津市	3.0	3.3	3.7	3.6	3.4	3.0	3.3	3.3	3.5	3.5	3.5	3.7	3.1
	貝塚市	2.6	3.0	3.6	3.6	3.5	2.6	3.0	3.0	3.0	3.2	3.3	3.6	2.7
	泉佐野市	2.6	2.8	3.4	3.5	3.3	2.6	2.9	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	2.7
	高石市	3.0	3.5	4.0	3.9	3.7	3.0	3.5	3.5	3.6	3.8	3.6	4.0	3.2
	泉南市	2.3	2.6	3.0	3.2	2.8	2.3	2.6	2.5	2.8	2.9	3.0	3.2	2.6
	阪南市	2.5	2.8	3.4	3.2	2.7	2.4	2.8	2.7	2.9	3.0	3.0	3.4	2.4

図4.2-6 東海・東南海・南海地震 想定津波高さ
(「南海トラフの巨大地震モデル検討会・第一次報告」より抜粋・一部加筆)

(2) 大阪府による当面の津波評価

平成23年7月6日に大阪府危機管理室より、「東日本大震災を踏まえた大阪府の津波避難対策の基本的な考え方」がとりまとめられ、津波高さが従来計画の想定2倍になると仮定した場合の評価を図4. 2-7のとおり実施している。この中で、最も津波高さが高く想定されている大阪市付近でも約6m程度であり、当事業所のある大阪府南部では3～6mと想定されている。



図4. 2-7 2倍の津波高さによる影響範囲

大阪府「東日本大震災を踏まえた大阪府の津波避難対策の基本的な考え方」より
抜粋の上、当事業所位置を追記。

(3) 当事業所に影響を及ぼすと考えられる津波評価のまとめ

(1)、(2)より、当事業所近辺に達する最大津波高さは3～6m程度である。当事業所は海岸から直線距離で約4km離れた海拔約48mの高台上にあり、さらに入り江のような津波を増幅する地形に立地していないことから、津波は到達しないと考えられるため、本報告書における評価対象外とする。

4. 2. 3 その他の自然現象

(1) 大雨・洪水

当事業所に影響を及ぼす大雨・洪水の可能性について、立地、環境から以下を評価する。

① 大雨のみによる床上浸水

熊取町における観測史上日最大1時間降水量は、表4. 2-3に示す気象庁による気象観測記録（統計期間：昭和51年（1976年）1月から平成24年（2012年）4月）において、67 mm（2003年8月26日）であるが、当事業所敷地の雨水排水能力は90 mm/hで設計されており、例えば90 mm/h以上の降雨量でも最終会所付近で溢水するものの路盤の傾斜により敷地外へ溢れだし、加工施設（建物）の床上に浸水する可能性はない。

② 洪水（河川氾濫）による床上浸水

当事業所周辺には、雨山（標高312 m）付近に源を発し、熊取町内を北西方向に流れている佐野川水系の雨山川がある。

当事業所は、この雨山川より約0.3 km離れ、約10 m高い位置に立地している。

また、雨山川は、河川幅5~20 m、水量0.1~1.1 m³/s程度の小河川であり、上流にダムもないためダムに起因する洪水はなく、さらに本河川は掘込構造であるため、大きな水害の危険性は極めて少ない。

よって、雨山川氾濫による床上浸水の可能性はない。

③ 洪水（ため池氾濫）による床上浸水

当事業所周辺のため池は、図4. 2-8「熊取町防災マップ（平成22年3月）」に示す灌漑用貯水池である泉佐野市の十二谷池、熊取町の坊主池、弘法池がある。これらため池は、例えば決壊したとしても、十二谷池及び坊主池の堤及び近傍の傾斜は北西向きであり、また弘法池の堤は北向き及び近傍の傾斜は北東向きであることから、当事業所方面には水が流れてこない。

よって、ため池氾濫による床上浸水の可能性はない。

大雨・洪水は、建物内に水が浸入することによる臨界リスクとして考えられる。この大雨・洪水による建物内への水の浸入は、以下の2ケースが想定される。

ケース1：建物が地震等で損傷した後に雨等による水の浸入

ケース2：大雨・洪水による床上浸水

ケース 1 については、建物が健全であれば浸水は起こらず、臨界リスクはないため、地震等の検討で建物が損傷する安全裕度を評価するものとし、本評価項目で単独では評価を行わない。

ケース 2 については、上記に示すとおり河川、ため池はあるが、床上浸水のおそれはなく、また過去の記録においても顕著な水害の記録はないため、本報告書における評価対象外とする。

表 4 . 2 - 3 熊取町観測史上 1～10 位の値

(気象庁 気象統計情報 地点ごとの観測史上 1～10 位の値より抜粋)(平成 2 4 年 4 月 1 9 日現在)

要素名 / 順位	1 位	2 位	3 位	4 位	5 位	6 位	7 位	8 位	9 位	10 位	統計期間
日降水量 (mm)	219 (2000/9/11)	195 (1989/9/3)	162 (1989/9/19)	156 (1988/6/3)	148 (1982/8/1)	146 (1976/9/9)	145 (1995/7/4)	140.0 (2011/5/29)	140 (2001/9/7)	134 (1979/6/29)	1976/1 2012/4
日最大 10 分間降水量 (mm)	17.0 (2009/8/2)	16.5 (2008/9/21)	13.5 (2011/10/15)	13.5 (2009/7/20)	13.0 (2012/4/11)	11.5 (2010/9/23)	11.0 (2011/9/1)	11.0 (2009/11/11)	11.0 (2008/8/23)	10.5 (2011/6/21)	2008/3 2012/4
日最大 1 時間降水量 (mm)	67 (2003/8/26)	54 (1983/7/5)	49 (2007/7/17)	47 (1995/7/4)	46 (2004/11/12)	46 (1989/9/19)	45 (2003/10/13)	44.5 (2009/7/20)	40 (2003/8/29)	39 (2007/7/16)	1976/1 2012/4
月降水量の多い方から (mm)	605 (1989/9)	439.0 (2011/9)	429 (1979/6)	405 (1995/5)	404 (2003/8)	397 (1999/6)	397 (1995/7)	387 (1988/6)	375 (1976/9)	359 (1982/8)	1976/1 2012/3
年降水量の多い方から (mm)	1796 (1989)	1709.0 (2011)	1708 (2003)	1686 (1976)	1667 (1998)	1581 (1990)	1547 (1993)	1540 (2004)	1492 (2006)	1456 (1991)	1976 年 2011 年
日最大風速・風向 (m/s)	南南西 18 (1998/10/18)	南 17.0 (2012/4/3)	南 17 (2003/8/9)	南南西 16 (2004/8/31)	南南西 16 (2004/8/30)	南南西 16 (1991/9/27)	西 16 (1979/9/30)	南 15.6 (2009/3/22)	南 15 (2004/12/5)	南南西 15 (2004/9/7)	1977/3 2012/4
日最大瞬間風速・風向 (m/s)	南南西 28.1 (2012/4/3)	南 24.9 (2009/3/22)	南南西 24.2 (2010/3/21)	南 23.5 (2010/4/2)	南 23.0 (2010/3/20)	南 22.9 (2011/4/26)	南 22.9 (2011/3/20)	南 22.9 (2009/2/13)	南南西 22.6 (2011/10/15)	南南西 22.4 (2009/2/14)	2008/3 2012/4



図4.2-8 熊取町防災マップによる当事業所周辺状況
(熊取町防災マップ(平成22年3月)より引用、抜粋)

（２）台風・積雪

建築基準法では地震力以外に風圧力（台風）、積雪荷重等の外力も考慮することが規定されている。これら地震力、風圧力、積雪荷重の建築基準法上の取り扱いは、建築基準法施行令第 82 条第 1 項第 2 号に規定されており、地震と台風の同時発生は考慮しておらず、多雪地域のみ地震＋積雪、台風＋積雪を考慮することとされている。

以上より「極めて稀に発生する地震」、「極めて稀に発生する台風」及び「積雪」が同一日に発生することは確率的には極めて低いと考えられるが、重疊した場合については以下のように考える。

- ・積雪荷重については、建築基準法及び大阪府建築基準法施行細則により、熊取町で垂直積雪量 29 cm（580 N/m²（約 60 kgf/m²））を地震時も考慮して評価を実施している。
- ・風圧力（台風）は、地震力と比較して十分に小さく、万一想定する最大の地震と台風が重疊した場合であっても、加工施設（建物）の裕度の範囲内で考慮できる。

（３）地滑り

熊取町において過去に地滑りが起こった記録はない。また、当事業所周辺には急峻な地形はなく、図 4. 2－8「熊取町防災マップ（平成 22 年 3 月）」においても、当事業所周辺は、土石流危険渓流、地すべり危険箇所、崩壊土砂流出危険地区等に該当しないため、本報告書の評価対象外とする。

（４）敷地外火災

当事業所の加工施設（建物）は建築基準法等関係法令で定める耐火構造又は不燃性材料で造られていること、また、当事業所の敷地は建築基準法第 22 条の地域に指定されており、加工施設（建物）の屋根は、「通常の火災を想定した火の粉による建築物の火災の発生を防止するために屋根に必要とされる性能」を満足していること、外壁から敷地境界までの距離、及び窓等はないことを考慮すると、敷地外火災による輻射熱、火の粉による延焼は無視できることから、本報告書の評価対象外とする。

4. 2. 4 自然現象によらない何らかの原因による安全機能の喪失

東京電力株式会社福島第一原子力発電所における事故の教訓から、自然現象によらない何らかの原因により、全交流電源喪失、崩壊熱除去機能喪失、水素の滞留防止・供給停止機能喪失及びこれらの重畳を仮定する。

原因の特定は不要とし、安全機能が原因如何によらず喪失した場合の評価を行うものとする。

(1) 全交流電源喪失

前述3. 3. 8項に示すとおり、外部電源喪失時には、非常用発電機より気体廃棄設備（局所排気系統）、焼結設備の冷却設備、放射線監視設備（ダストモニタ、ガンマ線エリアモニタ等）等に給電がなされる設計となっているが、万一、非常用発電機が立ち上がらず、これらの設備に給電されない場合についても、以下に示すように、全交流電源喪失が発生しただけでは事象の進展には至らないと考える。ただし、他の事象と重畳した場合に安全設備の作動や人的対応を阻害する可能性があるため、その観点で本報告書における評価対象とする。

① 気体廃棄設備（局所排気系統）

気体廃棄設備（局所排気系統）は、ウラン粉末を非密封で取り扱う設備の負圧を維持し、雰囲気の外への漏えいを防ぐことを目的に設置しており、外部電源喪失時であっても非常用発電機からの給電で稼働させることが可能である。また、気体廃棄設備（局所排気系統）には高性能フィルタを設置しており、フィルタ通過後の排気についても放射線監視設備で常時監視を行っている。外部電源喪失時に、万一非常用発電機が起動せず、全交流電源喪失状態となっても、室内圧は大気圧と同等になるのみであり、ウランが建物外へ漏えいすることはない。

② 焼結設備等の冷却設備

当事業所には、使用済燃料集合体の崩壊熱や化学反応による発熱のように継続的に熱を発し続け、冷却し続けなければならない熱源はない。

高温機器としては焼結設備等の電気ヒータが挙げられる。これら高温機器は設備健全性維持のため、外部電源喪失時に非常用発電機から冷却水循環ポンプ等に給電し冷却を継続する設計となっているが、外部電源喪失時に非常用発電機が起動せず全交流電源喪失状態となっても、電気ヒータ自体の通電も停止し自然冷却が行われることから、設備冷却機能を喪失しても火災・爆発には至らない。

③ 放射線監視設備

放射線監視設備は、事故時の放射線モニタリングの観点で重要であるが、その機能喪失自体が被ばくリスクに直接つながるものではない。

なお、全交流電源喪失や故障等により、放射線監視設備の機能が喪失した場合、作業者が携帯型放射線測定器で監視を行う手順が定められている。

④ その他

施設内の出入口の誘導灯、非常用照明、自動火災報知設備、電話設備及び放送設備には、バッテリー電源を備えているため、全交流電源が喪失しても作業者の避難、所外への通報・連絡等は十分可能である。

(2) 崩壊熱除去機能喪失

当事業所は、崩壊熱を発する状態の核燃料物質を取り扱わないため、本報告書の評価対象外とする。

(3) 水素の滞留防止・供給停止機能喪失

当事業所においては、水素ガス等の可燃性ガスは、加工施設（建物）外のアンモニア分解設備で生成、もしくはボンベ庫内の容器から加工施設（建物）に配管で供給しており、加工施設（建物）内で熱分解や化学反応等により発生させているものではない。

前述 3. 3. 5 項に示すとおり、水素ガス等の供給元付近には、安全機能として地震を感知して供給を停止する緊急遮断弁があり、定期に作動検査・漏えい検査を行っているため機能喪失は考えにくい。自然現象によらない何らかの原因により水素の滞留防止・供給停止機能が作動しない場合を考慮する。

ただし、アンモニア分解ガスについて水素の滞留防止・供給停止機能喪失の単独事象及び水素の滞留防止・供給停止機能喪失と全交流電源喪失の重畳については、以下の理由により本報告書における評価対象外とする。

① 地震を伴わずに水素の滞留防止機能のみを喪失した場合

地震を伴わずに水素の滞留防止機能（気体廃棄設備）が故障等の内的事象により機能を喪失しても、水素は通常どおり消費、燃焼している状態であるため、水素による爆発に至らない。

② 地震を伴わずに水素の供給停止機能のみを喪失した場合

地震が発生していなければ、水素の供給を停止する必要がなく、水素による爆発に至らない。

③ 地震を伴わずに水素の滞留防止・供給停止機能と全交流電源を喪失した場合

全交流電源を喪失した場合、水素の滞留防止機能（気体廃棄設備）も停止するが、水素の供給停止機能（緊急遮断弁）もフェールセーフで閉止する。万一、供給停止機能（緊急遮断弁）が作動しなかったとしても、アンモニア分解炉においては電源喪失のためアンモニアガスの熱分解が停止し、水素が供給されない。

4. 2. 5 起因事象の重畳

評価項目である地震、津波、その他の自然現象及びそれらの重畳、並びにこれらの自然現象及び自然現象によらない何らかの原因による安全機能の喪失の重畳について、表4. 2-4にまとめる。

前述4. 2. 3項に示すとおり、地震を除く自然現象は単独事象では当事業所に対して影響を及ぼさないが、地震で損傷した建物への雨水の浸入については考えられるため、地震と大雨の重畳を考慮する。

さらに、全交流電源喪失、水素の滞留防止・供給停止機能喪失が地震を伴って発生した場合は、前述4. 2. 4項（3）③に示すとおり、全交流電源喪失により水素の滞留防止・供給停止機能も喪失するため、地震を伴う全交流電源喪失と同じ事象となることから、本報告書における評価対象外とする。

また、自然現象によらない何らかの原因により喪失すると仮定する安全機能について、全交流電源喪失の単独事象は前述4. 2. 4項（1）に示すとおり、水素の滞留防止・供給停止機能喪失の単独事象は同（3）①及び②に示すとおり、全交流電源喪失と水素の滞留防止・供給停止機能喪失の重畳においても同（3）③により影響はないため、本報告書における評価対象外とする。

表 4. 2 - 4 評価項目の重畳

評価項目	地震・台風・積雪	津波	大雨・洪水	敷地外火災	全交流電源喪失	水素の滞留防止・供給停止機能喪失	備考
地震・台風・積雪	○	—	△ (建物損傷の場合には雨を考慮)	—	◎	◎	地震、全交流電源喪失、水素の滞留防止・供給停止機能の喪失の3事象の重畳は評価不要。
津波		—	—	—	—	—	立地から評価不要。
大雨・洪水			—	—	—	—	雨は建物損傷がなければ浸入なし。洪水は立地から評価不要。
敷地外火災				—	—	—	建物は耐火構造・不燃材料で造られているため評価不要。
全交流電源喪失					—	—	全交流電源が喪失すれば、アンモニア分解ガス等は供給されないため評価不要。
水素の滞留防止・供給停止機能喪失						—	水素の滞留防止・供給停止機能喪失のみの単独事象は影響がないため評価不要。

○：単独事象、◎：重畳事象、△：建物の耐震性で評価

4. 3 想定事象

前述4. 1節に示す想定事象について、当事業所での発生の可能性について以下に示す。

4. 3. 1 放射性物質を含む溶液の沸騰

当事業所では、ウランを極少量のみ扱う分析作業を除き、固体のウラン酸化物を取り扱い、溶液としては用いない。

よって、本事象は本報告書における評価対象外とする。

4. 3. 2 水素、TBP の錯体等による爆発

当事業所の製造工程では、固体のウラン酸化物を取り扱うものであり、溶媒抽出等の化学的プロセスを内包せず、また TBP 等の錯体や多量の有機溶媒²は使用しないため、TBP の錯体等による爆発は本報告書における評価対象外とする。

第1廃棄物貯蔵棟の廃棄物焼却設備に用いている都市ガスは、公共のガス会社から供給されており、マイコンメータにて震度5強以上で遮断されるため、本報告書における評価対象外とする。

よって、評価対象はアンモニア分解ガスを使用する第2加工棟における水素等による爆発のみとし、前述4. 2. 5項に示すとおり、地震と水素の滞留防止・供給停止機能喪失の重畳、地震と全交流電源喪失の重畳を評価対象とする。

また、容器により供給している可燃性ガスは、アンモニア分解ガスのイベントツリーで考慮する。

アンモニア分解ガスを生成するためのアンモニアガスに関しては、建物外のみで用いられるが、地震等の原因により建物外でアンモニアガスが漏えいした場合、事故時の作業者の事故拡大防止活動、復旧活動を阻害する可能性があるため、それらの阻害要因として考慮する。

4. 3. 3 放射性物質を放出する火災

当事業所では前述3. 3. 5項及び3. 4節に示すとおり、消防法、ウラン加工指針等に従った設備設計、防災資機材確保、防火管理・消火体制を構築している。

当事業所のウランを取り扱う管理区域内には、可燃性物質は少量であり、可燃性物質がウラン粉末から離れたところで燃焼するだけでは、放射性物質を放出する火災に至らないが、極近傍で燃焼した場合には、火災に伴う空気の流動により

² 拭き清掃等に用いるアセトン等の少量の有機溶媒は存在するが、少量のため対象外とする。なお、アセトン等の取り扱いについては、ウランを取り扱う管理区域での取扱量をできるだけ制限するとともに、使用しないときには少量危険物保管庫で管理している。

ウラン粉末が空気中に飛散する可能性があるため、本事象は評価対象とする。

ただし、第1加工棟、第1－3貯蔵棟、第1廃棄物貯蔵棟、第2廃棄物貯蔵棟及び第3廃棄物貯蔵棟については、熱源等の着火源、可燃性物質がなく、また輸送容器、廃棄物ドラム缶等により核燃料物質等を閉じ込めており、火災による核燃料物質等への延焼の可能性がないため本報告書における評価対象外とする。

よって、第2加工棟、並びに油類を保持し延焼により第2加工棟に影響するおそれがある非常用発電機及び受電設備を評価対象施設とする。

4. 3. 4 臨界

当事業所は、最小推定臨界下限値³以上のウランを取り扱っているため、本事象は評価対象とする。ただし、臨界管理が電気制御によって行われていないため、電源喪失により臨界の可能性がないこと、また電源喪失によるウランの搬送停止や冷却水ポンプの運転停止はウランの堆積、水の滞留を防止し、臨界に対して安全側に働くことから、地震と全交流電源喪失との重畳による臨界は評価対象外とする。

第1加工棟及び第1－3貯蔵棟には、輸送容器又は輸送容器を用いた貯蔵容器にウランを貯蔵しているが、輸送容器自体が十分な耐衝撃性及び密封性を有しているため対象外とし、また、第1廃棄物貯蔵棟、第2廃棄物貯蔵棟、第3廃棄物貯蔵棟及び第1加工棟には廃棄物を保管しているが、廃棄物は臨界のおそれがないため対象外とする。

よって、第2加工棟のみを評価対象とする。

4. 3. 5 放射性物質・放射線の漏えい

上述の火災、爆発、臨界も、放射性物質・放射線の漏えいにつながる事象であるが、本項では、火災、爆発、臨界以外の設計上の想定を超える事象による漏えいを検討する。

大地震時に設備が大きく損傷すれば、火災、爆発が起こらなくても、放射性物質（ウラン粉末）は設備から建物内に漏えいする可能性があり、また、気体廃棄設備も損傷した場合には、建物外へ漏えいする可能性があるため、本事象は評価対象とする。

ただし、第1加工棟及び第1－3貯蔵棟には、輸送容器又は輸送容器を用いた貯蔵容器にウランを貯蔵しているが、輸送容器自体が十分な耐衝撃性及び密封性を有しているため対象外とし、また、第1廃棄物貯蔵棟、第2廃棄物貯蔵棟、第

³ ウランの量がその値以下であれば未臨界であると判断される最小のウラン量を意味する。推定臨界下限値の定義は日本原子力研究所「臨界安全ハンドブック第2版」, JAERI 1340(1999)の p.8 に記載されている。同ハンドブックの表 4.1 には均質 $\text{UO}_2\text{-H}_2\text{O}$ の最小推定臨界下限値が掲載されており、濃縮度 5% のウラン質量の最小推定臨界下限値は 34.1 kg-U とされている。

3 廃棄物貯蔵棟及び第1加工棟には、廃棄物を保管しているが廃棄物は廃棄物ドラム缶等により核燃料物質等を閉じ込めており、ウラン粉末が飛散するおそれがないため対象外とする。

また、放射線の漏えいについては、当事業所では、臨界以外の原因で敷地外へ強い放射線を漏えいさせるような設備等はなく、取り扱うウランは使用済燃料集合体のような高放射線の放射性物質ではないため、ウランが建物内にある限り無視できる程度であるため評価対象外とする。

よって、第2加工棟のみを検討対象とする。

4. 3. 6 これら想定事象の同時発生、あるいは一つの想定事象の複数箇所での発生

当事業所では、前述4. 3. 1～4. 3. 5項の想定事象が発生する可能性がある加工施設は第2加工棟のみである。よって、第2加工棟においてのみ、想定事象の同時発生、あるいは一つの想定事象の複数箇所での発生を必要に応じて検討する。

4. 3. 7 評価対象となる想定事象

前述の検討により、5章にて評価対象とする想定事象を表4. 3-1に示す。

表 4. 3-1 評価対象となる想定事象

想定事象 起因事象	水素等による爆発	放射性物質を 放出する火災	臨界	放射性物質 の漏えい	備考
地震	○	○	○	○	地震は 4.2.1 項で述べたとおり震度 6 強を想定する。
地震/大雨	—	—	△	—	建物に損傷があった場合、対象とする。
地震/ 全交流電源喪失	○	—	—	○	気体廃棄設備（局所排気系統）やアンモニア分解炉への影響を考慮する。
地震/ 水素の滞留防止・ 供給停止機能喪失	○	—	—	—	気体廃棄設備（局所排気系統）やアンモニア分解炉への影響を考慮する。

○：評価対象となる想定事象 △：建物の耐震性で評価する想定事象 —：評価対象とならない想定事象

4. 4 品質保証活動

当事業所は、「原子力発電所における安全のための品質保証規程（JEAC4111-2009）」に準拠した保安品質マネジメントシステムを構築するとともに、この考え方を「核燃料物質の加工の事業に係る保安規定」にも明確に位置付け、当事業所の保安活動を保安品質マネジメントシステムのもとで実施している。

指示文書への対応においても、上記品質保証の仕組みのもと、計画を作成し、データの信頼性も確保して総合的評価を実施した。評価の過程で実施した解析業務の外部委託にあたっては、委託先の評価選定の他、品質保証上の要件も含めた購買仕様を明確にするなどの適切な調達管理を行っている。

5. 評価結果

5. 1 評価対象設備の選定

前述4. 3節に示すとおり、第2加工棟を本評価の対象とし、さらに各想定事象に応じて、個別的に評価対象設備を選定して評価を実施するか、または機器を部屋単位等で共通的に評価を実施する。共通的な評価を実施する評価対象事象と部屋の関係を表5. 1-1に示す。

(1) 水素等による爆発

前述4. 3. 2項に示すとおり、第2加工棟におけるアンモニア分解ガスによる「水素等による爆発」を対象とする。アンモニア分解ガスに関わる設備は限定的であり、設備を選定して個別的に評価する。選定した評価対象設備を以下に示す。

- ・液化アンモニア貯蔵タンク
- ・屋外アンモニア配管（配管架台）
- ・アンモニア分解棟のアンモニア分解炉
- ・屋外アンモニア分解ガス配管（配管架台）
- ・第2加工棟屋内アンモニア分解ガス配管
- ・第2-1ペレット室の連続焼結炉 No.1
- ・第2-2ペレット室の連続焼結炉 No.2-1

また、水素の滞留防止機能としての気体廃棄設備（局所排気系統）、外部電源喪失時に気体廃棄設備（局所排気系統）の稼働に必要な以下の設備も対象とする。

- ・第2フィルタ室のフィルタユニット
- ・第2排風機室の排風機
- ・ダクト
- ・非常用発電機

(2) 放射性物質を放出する火災

放射性物質を放出する火災については、前述4. 3. 3項に示すとおり、第2加工棟を評価対象とし、さらに火災の可能性のある受電設備等についても延焼の可能性を評価する。

(3) 臨界

臨界については、前述4. 3. 4項に示すとおり、第2加工棟を対象とし、以下の条件で整理する。

条件1：当事業所で取り扱っている濃縮度5%以下のウランは、水等の減速材がなければ臨界とはならない。すなわち、水の浸入の有無が臨界防止に対して大きな影響を与える。前述4章で示すとおり、津波、大雨・洪水による床上浸水は考慮不要であることから、大地震等により建物内の冷却水配管等が破損することによる水の浸入、及び地震で損傷した建物への雨水の浸入を検討する。

条件2：ウランを取り扱う設備・機器は、寸法、容積、質量、形状等の核的制限値を保守的に制限し、例えば水没しても、未臨界となるように設計がなされている。地震等が発生して大量の水が浸入したとしても設備の形状が維持され、核的制限値が維持されていれば、臨界とはならない。

条件1及び条件2より、

- ・最小推定臨界下限値未満の劣化ウラン、天然ウランを取り扱う1階第3開発室は対象外とする。
- ・万一、水が浸入しても滞留しない2階以上の階は対象外とする。
- ・1階の部屋のうち、四方を鉄筋コンクリート製の臨界隔離壁に囲まれたピット式になっている第2集合体保管室は、万一ピット内に水が入っても滞留せず臨界とならないような構造となっているため対象外とする。

上記3項目以外については、臨界に関する設備が限定的ではないため、1階の第2-1混合室、第2-1ペレット室、第2-2混合室、第2-2ペレット室、第2-1貯蔵室、第2-2貯蔵室及び第2ペレット保管室を対象とし共通的な評価を行う。

(4) 放射性物質・放射線の漏えい

放射性物質・放射線の漏えいについては、前述4.3.5項に示すとおり、放射線の漏えいを除外し、対象を第2加工棟からの放射性物質の漏えいのみとする。

第2加工棟のうち、ウランを密封で取り扱い、床面等に落下しても建物内にウランが漏えいすることは考え難い第2種管理区域の部屋を対象外とし、閉じ込めの機能を有する気体廃棄設備（局所排気系統）及び、外部電源喪失時に気体廃棄設備（局所排気系統）の稼働に必要な非常用発電機も対象として、1階の第2-1混合室、第2-1ペレット室、第2-2混合室、第2-2ペレット室、第2-1貯蔵室、第2-2貯蔵室、第2ペレット保管室、第3開発室、2階の第2-1燃料棒加工室、第2-2燃料棒加工室、3階の第2フィルタ室及び4階の第2排風機室を対象とし共通的な評価を行う。

表5. 1-1 想定事象と評価対象設備を有する部屋

部 屋		管理 区域 区分	想定事象			
			水素等による爆発	火災	臨界	放射性物質の漏えい
1階	第2-1混合室／ 第2-1ペレット室 (成形工程第1ライン)	第1種	設備を選定して個別的に評価する。	○	○	○
	第2-2混合室／ 第2-2ペレット室 (成形工程第2ライン)	第1種		○	○	○
	第2-1貯蔵室 (原料貯蔵)	第1種		○	○	○
	第2-2貯蔵室 (原料貯蔵)	第1種		○	○	○
	第2ペレット保管室 (ペレット貯蔵)	第1種		○	○	○
	第3開発室	第1種		○	—	○
	上記以外	第1種		○	—	—
2階	第2-1燃料棒加工室 (被覆工程)	第1種		○	—	○
	第2-1燃料棒検査室 (検査)	第2種		○	—	—
	第2-2燃料棒加工室 (被覆工程)	第1種		○	—	○
	第2燃料棒保管室 (燃料棒貯蔵)	第2種		○	—	—
	第2-1組立室 (組立工程)	第2種		○	—	—
	第2梱包室／ 第2輸送容器保管室 (集合体保管)	第2種		○	—	—
	第2集合体保管室 (集合体保管)	第2種		○	—	—
	上記以外	第2種		○	—	—
3階	第2フィルタ室	第1種		○	—	○
	第2開発室	第1種		○	—	—
	第2分析室	第1種		○	—	—
	上記以外	第2種		○	—	—
4階	第2排風機室	第2種		○	—	○

5. 2 各想定事象に対する評価

1つ、あるいは複数の起因事象の重畳により、複数の想定事象が同時並行的に発生する可能性がある。当事業所の想定事象は、前述4. 3節に示すとおり、水素等による爆発、放射性物質を放出する火災、臨界、放射性物質の漏えい、の4事象が挙げられる。

なお、加工施設（建物）の耐震裕度評価結果を添付2に、加工施設（設備等）及び加工施設以外の設備等の耐震裕度評価結果を添付3に、ウォークダウンの記録を添付4に示す。

5. 2. 1 水素等による爆発

東京電力株式会社福島第一原子力発電所での水素爆発は、原子炉や使用済燃料プールの冷却機能の喪失により、高温となった燃料周囲の水が還元されることによって発生した水素が、原子炉建屋上部に滞留し、爆発したものと考えられている。

当事業所では、このような冷却機能の喪失による水素の意図せぬ発生の可能性はない。アンモニアガスの熱分解で生成したアンモニア分解ガスや容器（ボンベ）形式の可燃性ガスを取り扱っており、その系統上にはガス漏えい検知器による警報装置、感震計による緊急遮断弁などの安全機能を設けている。これらの他にも緊急時には手動弁を閉止することで、可燃性ガスの供給を容易に停止することができる。このため、「水素等による爆発」の可能性は極めて小さいが、万一の事態に備えたアクシデントマネジメントの検討に資するために、アンモニア分解ガスによる「水素等による爆発」に至るシナリオを検討する。

アンモニア分解ガスは、以下の手順で生成、供給、消費している。

- ・第1 高圧ガス貯蔵施設内の液化アンモニア貯蔵タンクから気化器（ベーパーライザ）を経て、アンモニア分解棟へアンモニアガスを供給する。
- ・アンモニア分解棟内のアンモニア分解炉で、アンモニアガスを熱分解（ $2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{N}_2$ ）し、容積比で水素3：窒素1のアンモニア分解ガスを生成する。
- ・アンモニア分解ガスを配管により第2加工棟へ供給する。
- ・第2加工棟の1階連続焼結炉 No.1、連続焼結炉 No.2-1で消費する。

本系統中の安全機能を表5. 2-1に示すとともに、系統図を図5. 2-1に示す。

また、アンモニア分解ガスを取り扱う設備・機器の耐震裕度を表5. 2-2に

示す。アンモニア分解ガスを取り扱う設備の中で、耐震裕度 1.0 未満の設備はアンモニア分解炉 No.1～No.3 及び屋外アンモニア分解ガス配管ラックである。これらの設備は一般設備であるため、建築基準法の最小地震力で設計されており、加工施設のように重要度分類に応じた地震力の割り増し係数が考慮されていない。そのため、第 2 加工棟屋内の連続焼結炉と比較しても裕度比で 2 : 5 と小さく、想定を超える大地震時には建物外で設備や配管が損傷すると考えられる。一方、建物内のアンモニア分解ガス配管は耐震裕度 1.0 を大きく上回っており損傷には至らない。

表 5. 2-1 アンモニア分解ガス系統 安全機能（現状）

安全機能	自動 ／ 手動	設置場所	地震時作動条件	停電時の動作
緊急遮断弁 A	自動	液化アンモニア貯蔵タンク出口	感震計 A からの信号により閉止	停電時に自動閉止
手動弁 A	手動	液化アンモニア貯蔵タンク出口	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも閉止可
手動弁 B		アンモニア分解棟（屋内）	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも閉止可

（1）起因事象：地震

地震のみを起因事象とした場合、本来アンモニア分解ガスの滞留防止・供給停止機能は健全であることが前提条件となるため、図 5. 2-2 のイベントツリーに示すように緊急遮断弁閉に成功し、水素爆発には至らない。ただし、ここでは地震によらず弁固着などの故障モードを想定し、緊急遮断弁閉失敗のシーケンスを考える。

弁固着等により緊急遮断弁閉に失敗した場合、震度 6 強相当の地震では耐震裕度 1.0 未満のアンモニア分解炉が損傷する可能性があり、第 2 加工棟内への水素供給は断たれるため、水素爆発は抑えられる。

もし、アンモニア分解炉が地震により損傷しなかった場合、第 2 加工棟内への水素供給は継続されるが、第 2 加工棟内の建物内アンモニア分解ガス配管及び連続焼結炉の震度 6 強相当に対する耐震裕度が十分大きいことから損傷には至らず、水素が建物内に漏えい、爆発することはない。

(2) 起因事象：地震と水素の滞留防止・供給停止機能喪失の重畳

図5. 2-3に地震と水素の滞留防止・供給停止機能喪失の重畳を起因事象としたイベントツリーを示す。電源が継続して供給され、緊急遮断弁閉止に失敗し水素供給停止機能が働かない状態である。アンモニアガスはアンモニア分解棟に供給されるが、震度6強相当の地震では耐震裕度1.0未満のアンモニア分解炉が損傷する可能性があり、第2加工棟内への水素供給が断たれるため、水素爆発は抑えられる。

もし、アンモニア分解炉が地震により損傷しなかったとしても、第2加工棟内の建物内アンモニア分解ガス配管及び連続焼結炉の震度6強に対する耐震裕度が十分大きいことから損傷に至らず、水素が建物内に漏えい、爆発することはない。

(3) 起因事象：地震と全交流電源喪失の重畳

図5. 2-4に地震と全交流電源喪失の重畳を起因事象としたイベントツリーを示す。(1)と同様、本来アンモニア分解ガスの滞留防止・供給停止機能は健全であることが前提条件となるため、図5. 2-4に示すように緊急遮断弁閉に成功し、水素爆発には至らない。

弁固着等により緊急遮断弁閉に失敗した場合、震度6強相当の地震では耐震裕度1.0未満のアンモニア分解炉が損傷する可能性があり、第2加工棟内への水素供給は断たれるため、水素爆発は抑えられる。

もし、アンモニア分解炉が地震により損傷しなかった場合、全交流電源が喪失しているため、アンモニア分解炉の電気ヒータが停止しアンモニアガスの熱分解が行われなくなる。よって、アンモニア分解ガスの生成が停止し、水素爆発は発生しない。

表 5. 2-2 アンモニア分解ガスを取り扱う設備・機器の耐震裕度

場所	設備・機器	耐震裕度
第 1 高圧ガス貯蔵施設	液化アンモニア貯蔵タンク	1.17
建物外配管	アンモニア配管ラック (アンモニア配管含む)	1.77
アンモニア分解棟	アンモニア分解炉 No.1	0.64
	アンモニア分解炉 No.2、No.3	0.35
建物外配管	建物外アンモニア分解ガス配管ラック (アンモニア分解ガス配管含む)	0.71
建物内配管	建物内アンモニア分解ガス配管	3.91
連続焼結炉	連続焼結炉 No.1	1.75
	連続焼結炉 No.2-1	1.86
気体廃棄設備 (局所排気系統)	排風機	4.35
	ダクト	10.22
	フィルタユニット	3.32
発電機・ポンプ棟	非常用発電機	4.26
非常用電源設備 No.2	非常用発電機 No.2	3.61



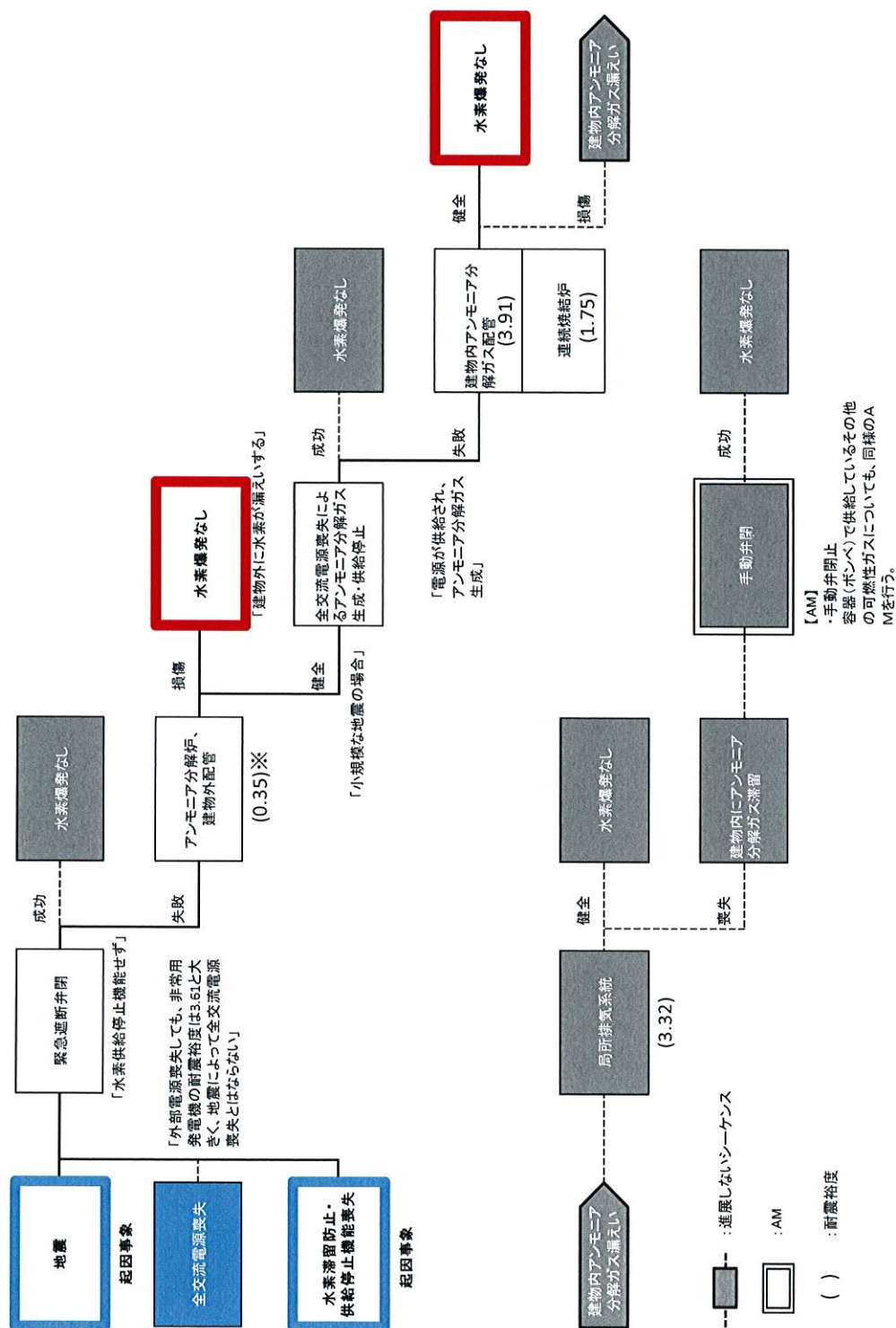


図5. 2-3 水素爆発のイベンツリー (起因事象：地震と水素の滞留防止・供給停止機能喪失の重畳)

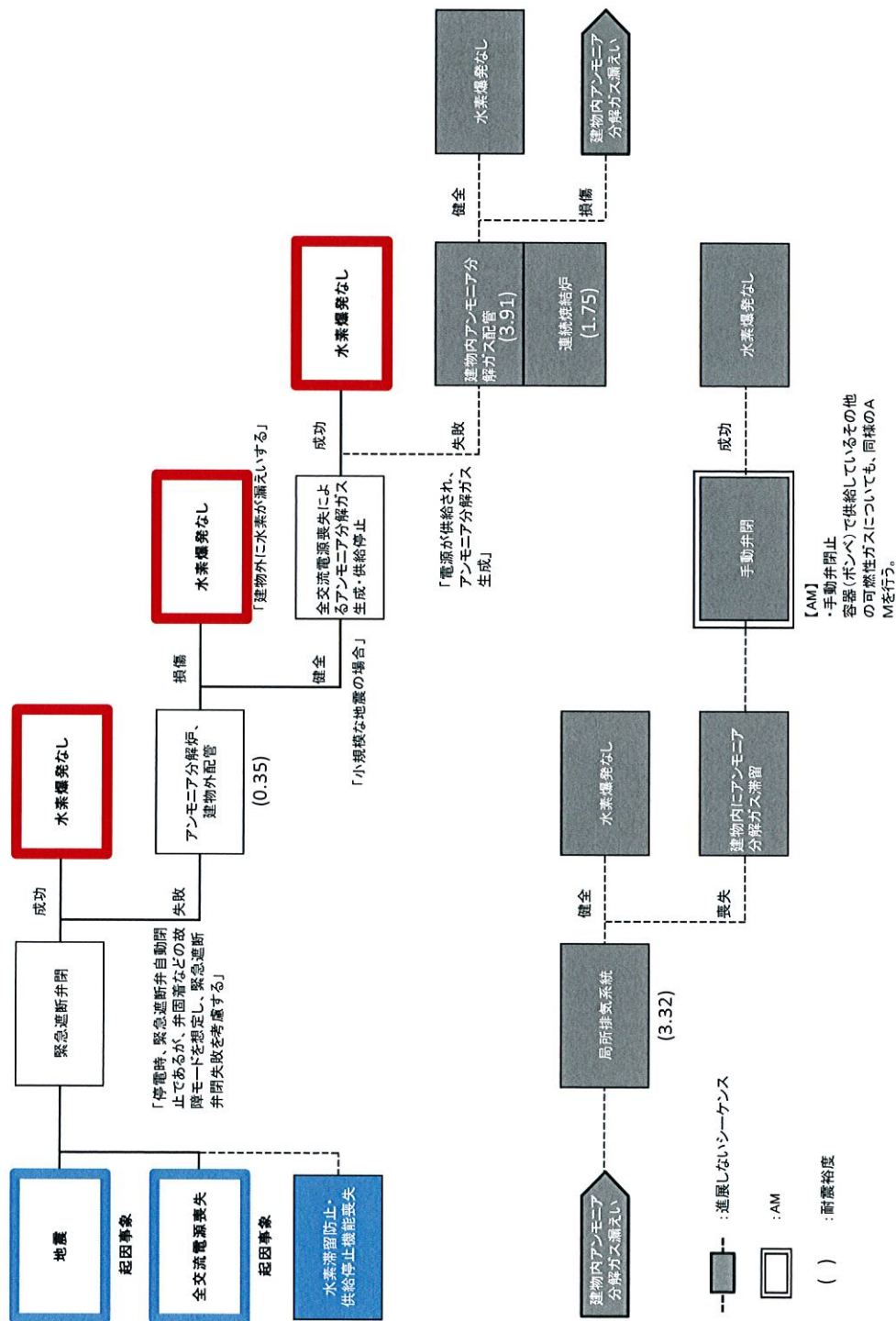


図5. 2-4 水素爆発のイベントツリー（起因事象：地震と全交流電源喪失の重畳）

5. 2. 2 放射性物質を放出する火災

(1) 起回事象：地震等

① シナリオの検討

火災は、地震等によらず発生する可能性があり、様々な着火源、可燃物が加工施設内に存在し、これらすべての組み合わせを個々のイベントツリーで表現し分析することは難しい。そこで、地震にとらわれず図5. 2-5に示した基本的なイベントツリーを用いて3段階のスクリーニングにより外部に影響を及ぼすおそれのあるシナリオを選定する。

a. 火災事象進展条件の検討

火災事象の着火源の発生から火災事象に進展する可能性のあるシナリオについて検討した。

まず、着火源として考慮するものとして、火又は熱源を使用する設備、配線等の電気ショートによる火花、及び火を使用する作業、又は火花が発生する作業に分け、表5. 2-3に示す検討を行った。

その結果、従来、加工施設（設備等）においては、熱源との離隔、不燃物又は難燃物の適用、可燃性ガス漏えい検知器の設置、可燃性の液体又は可燃性ガスの流出防止策、及び火気作業管理等、着火防止対策管理が施されており、火災事象への進展の可能性は少ない。

よって、考えられるシナリオとしては、以下の2つの事象である。

- ・地震による設備損傷等で、可燃性の液体又はガスが流出する場合に、流出した可燃性液体又はガスが着火原と接触し、着火及び延焼する可能性がある。なお、熱源である連続焼結炉等は十分な耐震裕度を有しているため、これら設備の損傷（例えば炉体破損による熱源の暴露）による着火は生じない。

- ・地震による設備損傷等で、可燃性の液体またはガスが流出する場合に、配線等の電気ショートによる火花が流出した可燃性液体又はガスと接触し、着火及び延焼する可能性がある。なお、電気ショートによる火花程度であれば、一般可燃物、作動油に対しては着火に至らない。

b. 火災事象延焼に係る影響要因の検討

これらの事象について、延焼に係るシナリオを表5. 2-4に示す検討を行った。

その結果、着火源が流出した可燃性の液体又はガスと接触し着火及び延焼するシナリオについては、可燃性の液体が危険物少量保管庫から流出しないよう措置を施しているため着火のおそれもなく、また連続焼結炉のアンモニア分解ガス流出による爆発は、前述5. 2. 1項に示すとおり十分な耐震性を有しているため爆発のおそれもない。

また、非常用発電機及び受電設備の電気ショートにより、燃料である重油もしくは絶縁油の可燃性液体に着火及び延焼については、着火、出火の可能性はあるが、限定的な火災にとどまるとともに、建物外の設備であり、他設備、他の建物への延焼、さらに第2加工棟内への延焼の可能性はない。

以上より、当事業所における火災について、第2加工棟内での着火、出火の可能性はないが、万一発生しても、初期消火活動によって十分消火が可能な程度であり、また、建物外の非常用発電機及び受電設備の電気ショートによる油火災についても、第2加工棟内部に延焼することはない。

よって、当事業所においては、放射性物質を放出する火災に至ることはない。

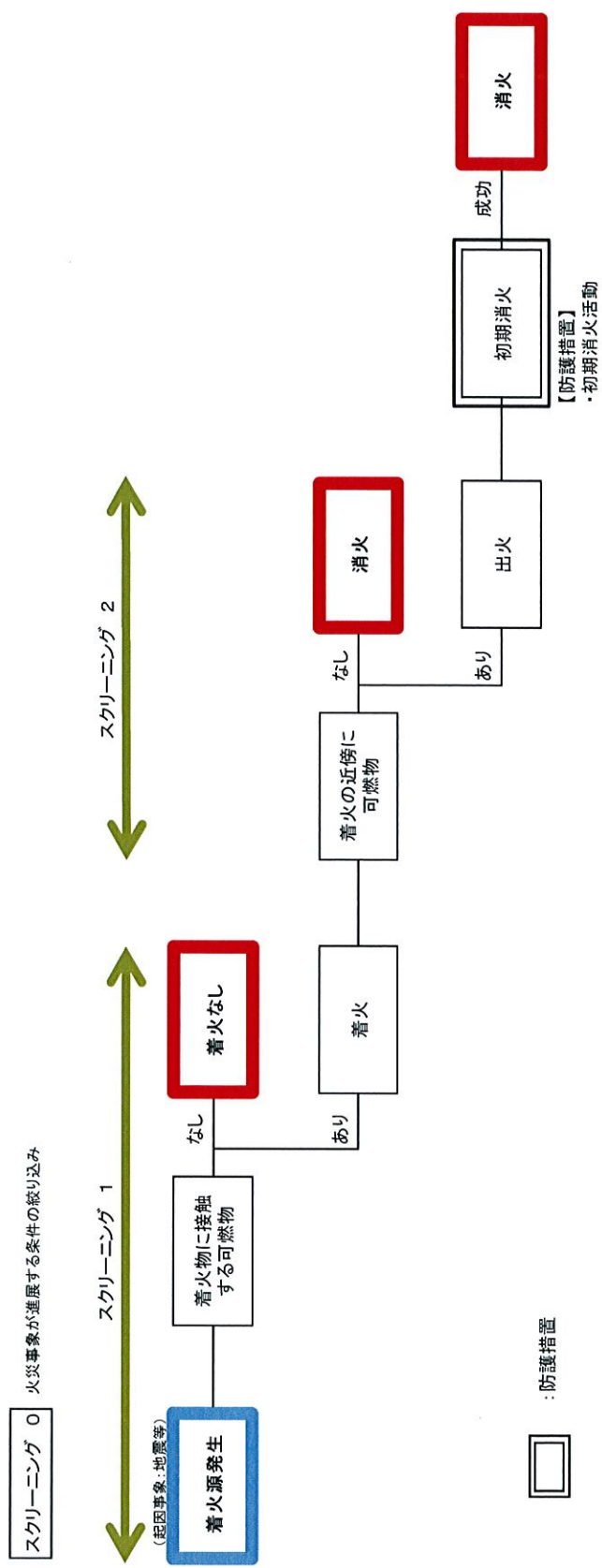


図 5. 2-5 放射性物質を放出する火災の基本イベントツリー

表 5. 2-3 火災事象 進展条件 検討 (スクリーニング 0)

No.	着火源発生		可燃物として 考慮するもの	着火防止管理	火災事象の進展検討
	着火源として 考慮するもの	起因事象			
1	火又は熱源を 使用する設備	熱源が可燃物と接 触し着火	・近傍の一般可燃物 ・可燃性の液体又はガス	・一般可燃物と十分距離 (炉: 3 m 以上、その他: 1 m 以上) を置いている。 ・可燃物や危険物は、不燃物又は難燃物で覆っている。 ・可燃性の液体と十分距離を取るとともに可燃性ガスについては、漏えい検知器を設け、監視している。	可燃物と十分距離を取るとともに、可燃性の液体及びガスの流出防止策を講じることにより、火災に進展することはない。
		地震による設備損傷 (着火源が可燃物と接触し着火)	・設備を構成する又は使用される可燃物 ・地震による設備損傷等により流出した可燃性の液体又はガス	・可能な限り不燃物又は難燃物を用いている。 ・地震を考慮した可燃性の液体又はガスの流出防止策を講じている。	着火源として考慮する設備のある同一区画において、地震による設備損傷等で可燃性の液体又はガスが流出する場合は、着火源が流出した可燃物と接触することによる着火及び延焼の可能性があり、火災の進展について検討する必要がある。
2	配線等の電気 シヨートによる 火花	絶縁不良等からの 電気シヨートによる 火花が可燃物と 接触し着火	・当該箇所を含む配線類 ・近傍の一般可燃物 ・可燃性の液体又はガス	・配線等は基本的には難燃性材料を使用している。 ・一般可燃物からは十分に距離を置いている。 ・可燃性の液体と十分に距離を取るとともに可燃性のガスについては、漏えい検知器を設け、監視している。	配線等を構成する難燃性材料、一般可燃物は、電気シヨートによる火花 (ブレーカ自動遮断により極短時間のみ) では着火しても延焼しないため、火災が進展することはない。
		地震による設備損傷 で配線等の電気 シヨートによる火 花が可燃物と接触 し着火	・地震を考慮した可燃性液体又はガスの流出防止策を講じている。	・地震による設備損傷等で、可燃性の液体又はガスが流出する場合は、配線等の電気シヨートによる火花が流出した可燃性の液体及びガスと接触することによる着火及び延焼の可能性があり、火災の進展について検討する必要がある。	地震による設備損傷等で、可燃性の液体又はガスが流出する場合は、配線等の電気シヨートによる火花が流出した可燃性の液体及びガスと接触することによる着火及び延焼の可能性があり、火災の進展について検討する必要がある。
3	火を使用する 作業又は火花 が発生する作 業	溶接ノロ等が可燃 物と接触して着火 地震による揺れ影 響 (着火源が可燃 物と接触し着火)	・作業に使用する設備、工具等を構成する可燃物 ・作業場所近傍の可燃物	・火気エリアを設定し、可燃物は火気又は火気エリアと十分距離を取るか、もしくは不燃性材料で覆う等により、火気養生を行っている。 ・緊急地震速報が所内に発報される。 ・火気監視人等を付近に配置し、地震時には直ちに作業が中断できる状態である。	火気作業は速やかに停止され、又周囲に延焼する可燃物等がないため、火災が進展することはない。

表 5. 2-4 火災事象 延焼に係る影響要因の検討 (1/2)

No.	対象エリア		スクリーニング 1					スクリーニング 2	
	建物名	部屋名	火または熱源を使用する設備（火気シヨート等により着火源となるもの）	左記設備の熱源近傍の可燃物有無	地震による影響で、可燃性の液体又はガスが流出する可能性のある設備	左記設備に着火する火又は延焼防止管理	起回事象（地震）による着火の可能性	着火後の延焼の可能性（近傍の可燃物の有無）	
1	第2加工棟	混合室／ペレット室	連続焼結炉	当該設備は不燃性材料で構成される。	①危険物少量保管庫（小分け容器（洗瓶等）は使用後に収納）	①当該保管庫は転倒防止の固定あり。	①当該保管庫の可燃性の液体が流出する可能性はなく、着火の可能性はない。		
2			焙焼炉	同上	②連続焼結炉		②連続焼結炉のアンモニア分解ガス流出について、前述5.		
3			焙焼炉（バッチ式）	同上	アンモニア分解ガス（水素ガス）流出については水素等による爆発事象として別途検討。		2. 1項に示すとおり十分な耐震性を有しており着火の可能性はない。	—	
4			研磨屑乾燥機	同上					
5	発電機・ポンプ棟		非常用発電機	当該設備の熱源周辺部は不燃性材料で構成される。	重油タンク	重油タンクの直下に防油堤がある。	地震による停電で非常用発電設備が起動した後、同室内の重油タンク架台が転倒し防油堤外へ漏えいした場合、電気シヨートによる着火、出火の可能性はある。	当該設備設置の建物は耐火構造であり、当該建物外へ延焼の可能性はない。	
6	周辺（建物外）		非常用発電機 No.2	当該設備の着火源周辺部は不燃性材料で構成される。	重油タンク	重油タンクの直下に防油堤がある。	地震による停電で非常用発電設備が起動した後、近傍の重油タンク架台が転倒し防油堤外へ漏えいしても、構造上非常用発電機まで到達することはない。	建物外であり、周囲に可燃物がないため延焼の可能性はない。	

表 5. 2-4 火災事象 延焼に係る影響要因の検討 (2/2)

No.	対象エリア		スクリーニング1					スクリーニング2	
	建物名	部屋名	火または電熱を使用する設備（火気シヨート等により着火源となるもの）	左記設備の熱源 近傍の可燃物有 無	地震による影響で、可燃性の液体又はガスが流出する可能性のある設備	左記設備に おける着火 または延焼 防止管理	起回事象（地震）による着火の可能性	着火後の延焼の可能性 （近傍の可燃物の有 無）	敷地外であり、周囲に 可燃物がなく、変圧器 の油量は限定されてい るため延焼の可能性は ない。
7	敷地外		特別高圧受 変電設備	-	特別高圧受変電設備	-	変圧器の油が流出し、電気シヨートにより着火、出火の可能性はある。	敷地外であり、周囲に 可燃物がなく、変圧器 の油量は限定されてい るため延焼の可能性は ない。	
8	周辺（建物外）		第1-1受電 タワー	-	第1-1受電タワー	-	変圧器の油が流出し、電気シヨートにより着火、出火の可能性はある。	同上	同上
9	第2加工棟屋上		第2受電タワー	-	第2受電タワー	-	変圧器の油が流出し、電気シヨートにより着火、出火の可能性はある。	同上	同上

5. 2. 3 臨界

本事象では、地震により損傷したウラン取扱設備から内部のウランが漏えいし、水の浸入・滞留との重畳により臨界に至る可能性を検討する。なお、前述4. 2. 3項に示すとおり、建物内への水の浸入において、大雨・洪水によって起こる床上浸水は想定されないことから、ここでは地震により建物内の冷却水配管が損傷したことによる水の浸入及び建物損傷部からの雨等の水の浸入について評価を実施する。

(1) 起因事象：地震

地震によりウランを取り扱う設備・機器が損傷し、その損傷部から漏えいしたウランと、冷却水配管等から漏えいした水があいまって臨界に至るというシナリオについて耐震裕度に基づいた検討を行った。

図5. 2-6に起因事象を地震としたイベントツリーを示す。5. 1節で対象とした部屋に存在する設備・機器の耐震裕度を添付3に示す。ほとんどの設備・機器が耐震裕度1.0以上であり、想定される最大の地震が発生してもこれらの設備・機器が損傷することはなく、損傷部からの漏えいによるウラン堆積はない。震度6強相当の地震に対して耐震裕度1.0未満の設備・機器と最大取扱ウラン量を表5. 2-5に示す。

① 粉末供給機、研磨屑乾燥機

ウランの取扱量が最小推定臨界下限値未満であるため、それぞれの機器から漏えいしたウラン単独による臨界は起こらない。

② 段積装置、移載装置、解体装置

第2-1ペレット室の段積装置、移載装置、解体装置から漏えいする最大ウラン重量は、表5. 2-5のこれらの機器の最大取扱重量を足し合わせて192.0 kg-UO₂となる。第2-1ペレット室の通路の幅は2~4 mと広く、震度6強相当の地震が起こると、円柱形状のペレットは第2-1ペレット室を広い範囲にわたって床面を転がって散逸すると考えられるため、核的制限値である厚さ制限9.8 cmを超える高さまでペレットが堆積することはない。ペレットの存在領域が9.8 cm未満であれば、ペレットが水没状態となっても臨界には至らない⁴。仮に1 m²という狭い範囲に192.0 kg-UO₂に相当するペレットが散逸し、堆積高さを高くするために、ペレットとペレット隙間の体積比を2:1（ペレットを三角配列で稠密に積み上げた場合で約9:1）という堆積状態を仮定したとしても、高さ9.8 cmには達しない。

⁴ “Nuclear Safety Guide, TID-7016.Rev2”, NUREG/CR-0095(1978) Fig.2.16 参照

さらに、冷却水配管から水が漏えいし滞留する事象との重畳についても考える。震度6強相当の地震により、耐震性の弱い建物外配管が破損し、第2加工棟配管に残存する保有水量約 19 m³がすべて1階に流れ込むとしても、1階の水位高さは床面積との関係から 5 cm 程度にしかならないため、臨界にはならない。したがって、段積装置、移載装置、解体装置の機器から漏えいしたウランによる臨界は起こらない。

③ ペレットスタッカクレーン、ペレット保管箱台車 No.1、ペレット保管箱台車 No.2

第2ペレット保管室のペレットスタッカクレーン、ペレット保管箱台車 No.1、ペレット保管箱台車 No.2 から漏えいするウラン量は最大 76.4 kg-UO₂ である。段積装置、移載装置、解体装置と同じく、ペレット堆積が高さ 9.8 cm を超えることはなく、水の滞留による水位高さも 5 cm 程度であるため、臨界には至らない。

④ 粉末スタッカクレーン、粉末缶台車、粉末搬送機 No.1

第2-1貯蔵室の粉末スタッカクレーン、粉末缶台車、第2-2貯蔵室の粉末搬送機 No.1、及び第2-1混合室の粉末缶台車は、ウラン粉末を密封構造の容器（粉末缶）で取り扱う。粉末缶は、蓋が容易に外れないようなロック機構になっているため、落下の衝撃で粉末缶内の袋に封入したウラン粉末が飛散することは考えにくい。したがって、落下したウラン粉末が堆積することはないため、臨界には至らない。

⑤ 複数の設備・機器からの漏えいによるウラン堆積

複数の設備・機器から漏えいしたウランが、浸入した水の流れに乗って一箇所に堆積する可能性について考える。第2-1混合室と第2-1ペレット室は隣接していて、壁によって隔離されていないため、これらの部屋で取り扱うウランが合わさって堆積する可能性がある。ただし、第2-1ペレット室にある研磨屑乾燥機は、同部屋で最も近い距離にある解体装置（コンベア部）でも約 12 m 離れており、その間には設備・機器も存在するため、研磨屑乾燥機のウランが他の設備・機器から漏えいしたウランと合流することはない。一方、第2ペレット保管室、第2-1貯蔵室及び第2-2貯蔵室については、壁で隔離されているため、それぞれの部屋に存在するウランが他の部屋に流れ込むことは考えにくい。

以上のことから、ウランを非密封で取り扱う粉末供給機のウラン粉末 10.4 kg-UO₂ と段積装置、移載装置、解体装置のペレット 192.0 kg-UO₂ が合わさ

て、一箇所に堆積する可能性が残されるが、粉末供給機のウラン取扱量は少なく、落下したパレットの隙間に入り込むだけで、ウランが堆積して高さ 9.8 cm を超えることはない。

以上の検討から、地震により臨界が発生することはない。

(2) 起因事象：地震と大雨の重畳

添付 2 に示すように、震度 6 強に相当する地震に対する建物の耐震裕度が 1.42 であることから、当事業で想定される最大の地震が発生しても建物の損傷には至らず、雨で建物内に水が浸入することはないため、臨界に至ることはない。

表5. 2-5 耐震裕度 1.0 未満の臨界に係わる設備・機器のウラン取扱量

部屋	設備・機器	最大取扱重量 (kg-UO ₂)
第2-1 混合室	粉末供給機	10.4
	粉末缶台車	100.0
第2-1 ペレット室	段積装置 (コンベア部)	76.8
	移載装置 (コンベア部)	38.4
	解体装置 (コンベア部)	76.8
	研磨屑乾燥機	17.0
第2 ペレット保管室	ペレットスタッカクレーン	76.4 ^{注1}
	ペレット保管箱台車 No.1	
	ペレット保管箱台車 No.2	
第2-1 貯蔵室	粉末スタッカクレーン	100.0 ^{注1}
	粉末缶台車	
第2-2 貯蔵室	粉末搬送機 No.1	100.0

注1：複数設備で取り扱う最大ウラン量

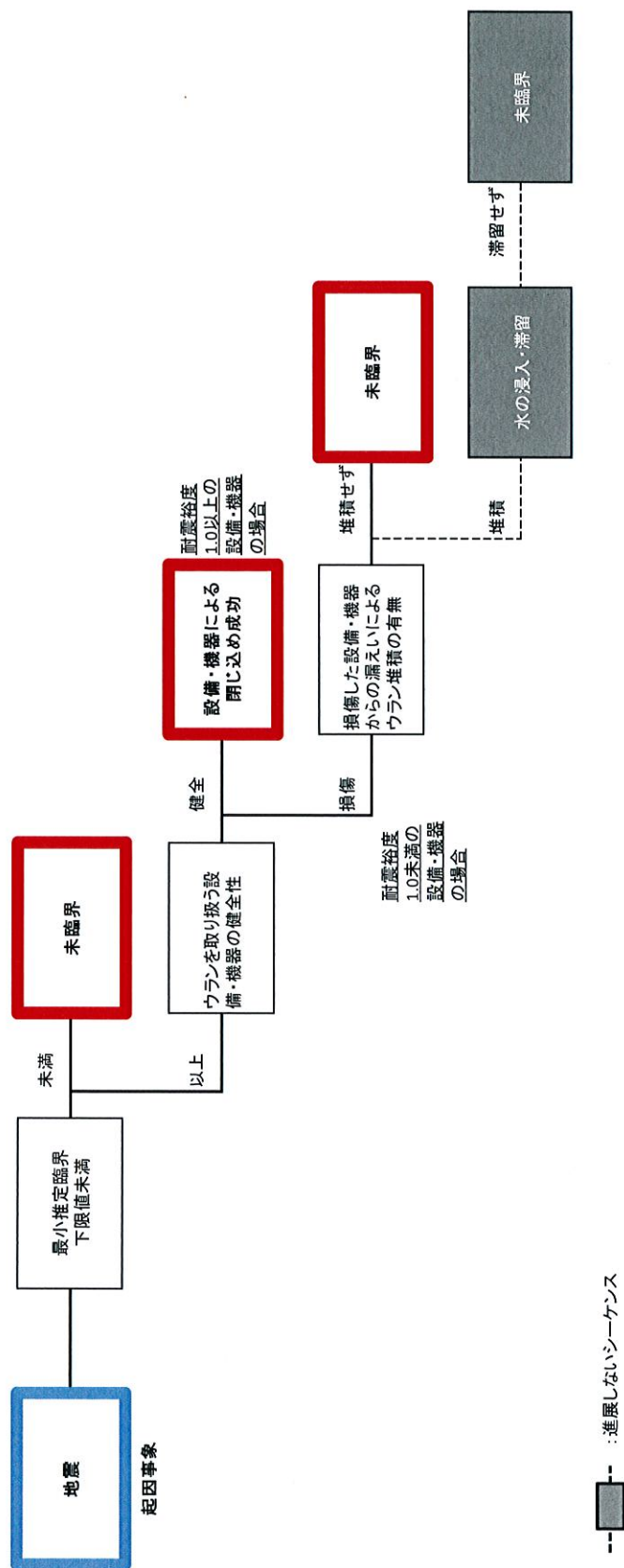


図5. 2-6 臨界のイベントツリー

5. 2. 4 放射性物質・放射線の漏えい

本事象では、地震により損傷したウラン取扱設備から内部のウランが漏えいし、損傷した建物から周辺公衆に漏えいする可能性を検討する。前述 4. 3. 5 項に示すとおり、本事象では、爆発、火災以外の想定事象による放射性物質の漏えいを対象とする。

(1) 起因事象：地震

地震が発生しても全交流電源は喪失しておらず、添付 2 に示すように震度 6 強相当の地震に対する建物の耐震裕度が 1.42 であることから建物損傷のおそれがないため、気体廃棄設備（局所排気系統）は健全に機能し建物内に漏えいしたウランは建物外に放出されない。

図 5. 2-7 に起因事象を地震としたイベントツリーを示す。全交流電源が喪失せず、建物及び気体廃棄設備（局所排気系統）が健全であれば、建物内の空気はフィルタでろ過されて排気口から建物外に放出されるため、周辺公衆に影響を与えることはない。添付 3 より、気体廃棄設備（局所排気系統）を構成する設備・機器の耐震裕度は 1.0 を大きく上回っており、地震によってダクトやフィルタユニット等の損傷により気体廃棄設備（局所排気系統）が機能を喪失することはない。したがって、図 5. 2-7 のイベントツリーに示すように、建物による放射性物質の閉じ込めに成功することとなる。

(2) 起因事象：地震と全交流電源喪失の重畳

本事象は、全交流電源喪失を前提としているため、気体廃棄設備（局所排気系統）は機能しないが、添付 2 に示すように建物の耐震裕度が 1.42 であることから、建物は損傷せず、建物内に漏えいしたウランは建物外に放出されない。

図 5. 2-8 に起因事象を地震と全交流電源喪失の重畳としたイベントツリーを示す。全交流電源喪失により排風機は停止しているため、気体廃棄設備（局所排気系統）は健全に機能しないが、前述のように建物の耐震裕度は 1.0 を大きく上回っているため、地震によって建物が損傷するおそれはない。したがって、図 5. 2-8 のイベントツリーに示すように、建物による放射性物質の閉じ込めに成功することとなる。

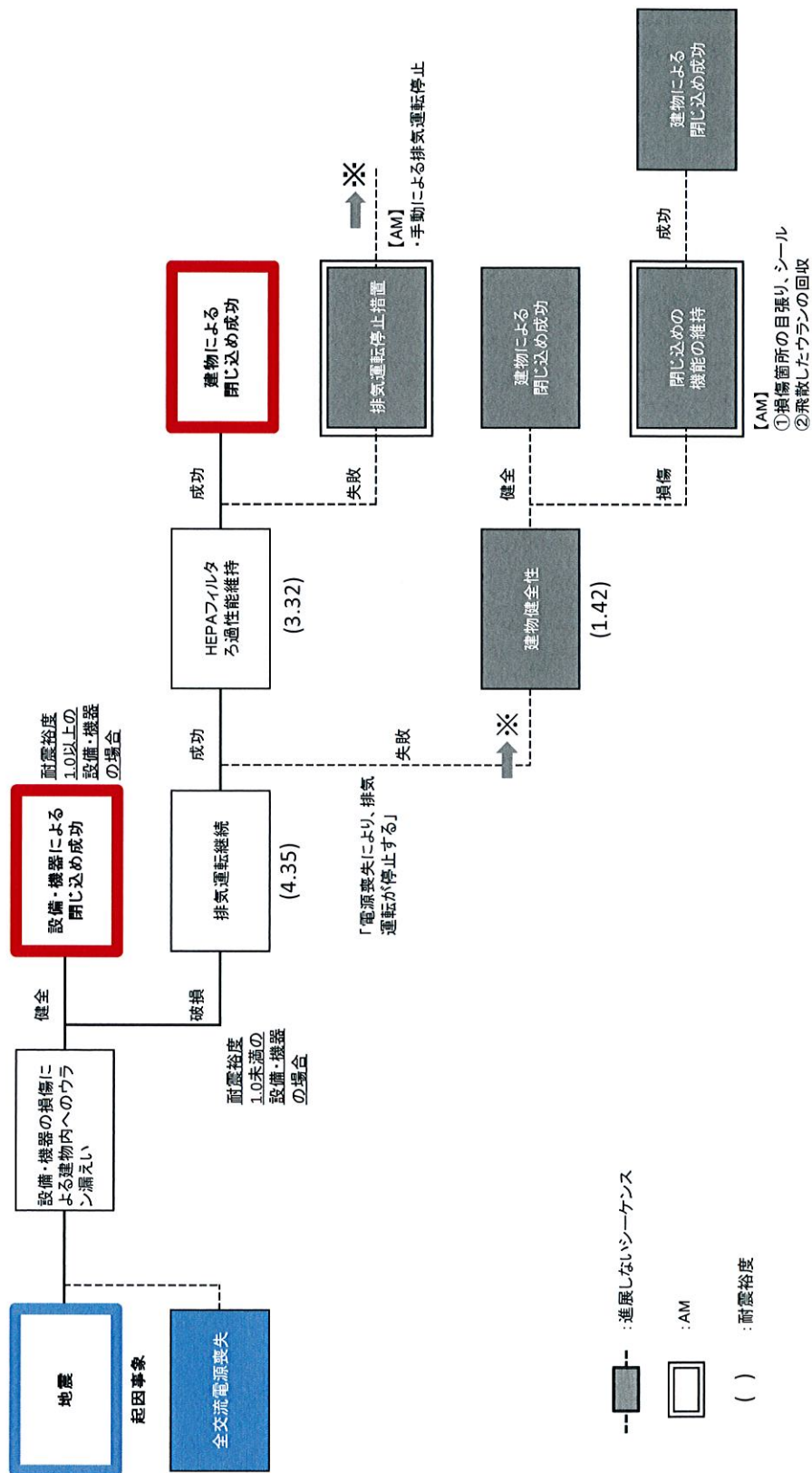


図 5. 2-7 放射性物質の漏えいのイベントツリー (起因事象：地震)

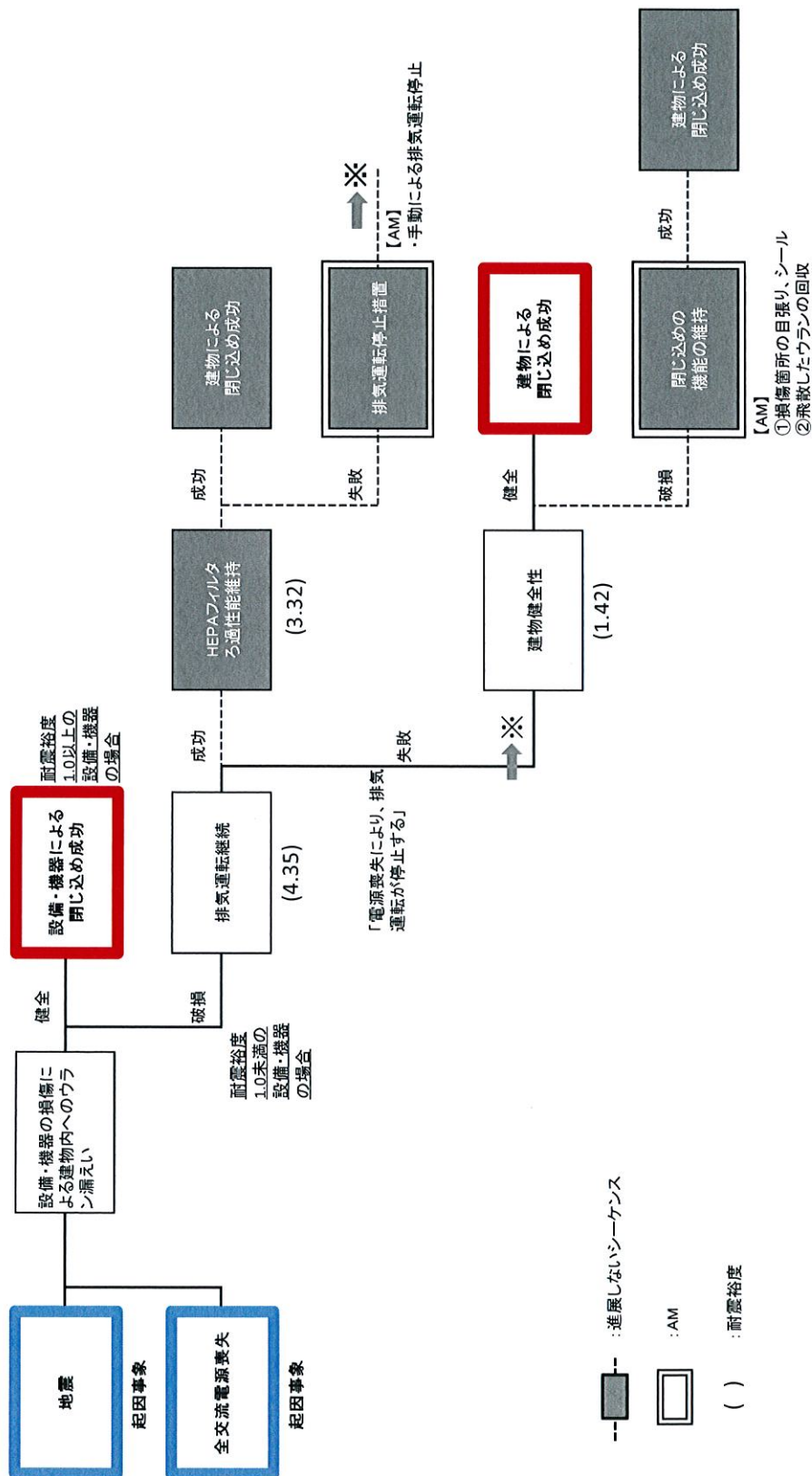


図 5. 2-8 放射性物質の漏えいのイベントツリー (起因事象：地震と全交流電源喪失の重畳)

5. 2. 5 想定事象の同時発生、あるいは一つの想定事象の複数箇所での発生
前述5. 2. 1項～5. 2. 4項の評価結果より、個々の想定事象がいずれも発生しないことから、想定事象の同時発生、あるいは一つの事象の複数箇所での発生はない。

5. 2. 6 各想定事象に対する評価のまとめ

本評価における結果を以下にまとめるとともに図5. 2-9に示す。

(1) 水素等による爆発

前述5. 2. 1項に示すとおり、当事業所においては、アンモニアガスを熱分解したアンモニア分解ガス（水素ガス）を使用しているが、液化アンモニア貯蔵タンクから加工施設である第2加工棟内への供給系統に複数の供給停止機能を配置している。それらは震度6強の地震発生時においても確実に供給遮断する機能を有しており、第2加工棟内の水素ガス滞留から爆発に至ることはない。

(2) 放射性物質を放出する火災

前述5. 2. 2項に示すとおり、第2加工棟内の着火源及び可燃物の配置を調査した結果、地震による設備損傷等から火災が発生、延焼する可能性はないことを確認した。

また、第2加工棟の屋外周辺施設である受電設備及び非常用発電設備において、火災を生じる可能性があるが、第2加工棟は耐火構造であることから、延焼に至ることはない。

(3) 臨界

前述5. 2. 3項に示すとおり、震度6強の地震発生時に一部損傷した設備からのウラン流出の可能性はあるものの、評価対象としたウラン取扱設備のうち震度6強に対する耐震裕度が1.0未満のものは少なく、流出するウラン量も限られることから臨界発生に至る水／ウランの堆積はない。

(4) 放射性物質・放射線の漏えい

前述5. 2. 4項に示すとおり、震度6強の地震発生時に一部損傷した設備からのウラン流出の可能性はあるものの、評価対象としたウラン取扱設備のうち震度6強に対する耐震裕度が1.0未満のものは少なく、流出するウラン量も限られる。

また、加工施設の建物である第2加工棟は震度6強の地震に対して十分な耐震裕度を有していることから、損傷した設備から流出したウランがそのまま建物外部に飛散・漏えいすることはない。

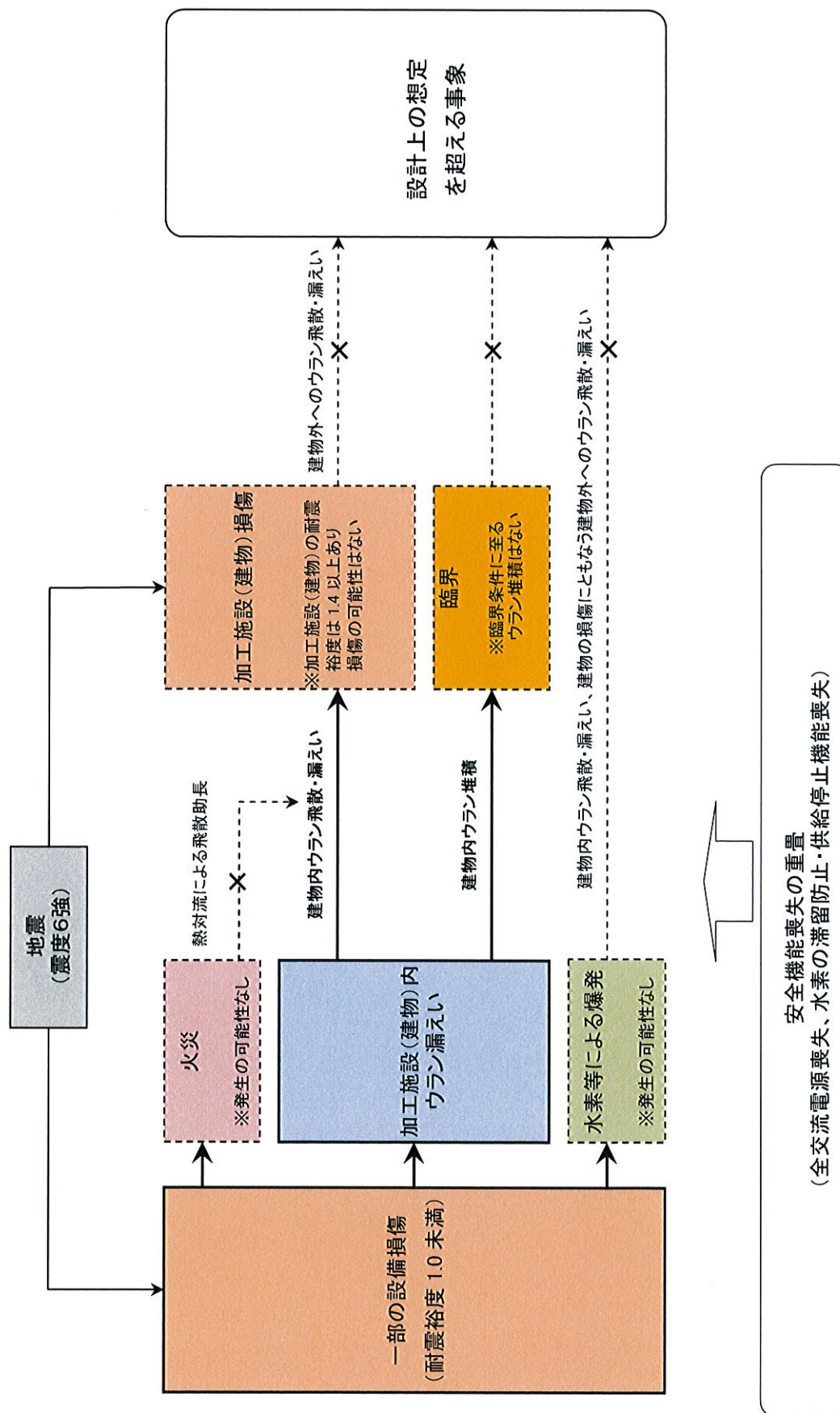


図 5. 2 - 9 各想定事象に対する評価のまとめ

5. 3 安全裕度評価

前述4章に示すとおり、当事業所の立地条件等から対象となる起因事象となる評価項目は、地震、及び全交流電源喪失、水素の滞留防止・供給停止機能喪失を仮定した地震であることから、地域で想定される最大震度を6強として安全裕度を評価した。(表5. 3-1)

その結果、震度6強の地震に対して、最も低い安全裕度は、地震と全交流電源喪失の重畳を起因事象とした放射性物質の漏えい事象における第2加工棟の耐震裕度1.42である。なお、他の事象においても設備等により耐震裕度評価を行っているが、建物が健全であることが前提であることから、すべての事象において安全裕度は、第2加工棟の耐震裕度1.42となる。

以上のことから、地震、津波、その他の自然現象及びそれらの重畳、並びにこれらの自然現象及び自然現象によらない何らかの原因により、安全機能の喪失を仮定した起因事象による当事業所における安全裕度は1.42であり、十分な安全裕度を有しており、設計上の想定を超える事象に至る事象は発生しない。

表 5. 3-1 安全裕度評価結果

想定事象	起因事象	耐震裕度		備考
		設備	建物	
可燃性ガスの爆発	地震	建物内アンモニア分解ガス配管【3.91】 連続焼結炉【1.75】	—	
	地震／水素の滞留防止・ 供給停止機能喪失	建物内アンモニア分解ガス配管【3.91】 連続焼結炉【1.75】	—	
	地震／全交流電源喪失	—	—	全交流電源喪失によりアンモニア分解ガスの生成・供給は停止するため、爆発に至らない。
放射性物質を放出する火災 臨界	地震	—	—	万一火災が発生しても、初期消火活動の対応可能なレベルであり、放射性物質を放出する火災に至らない。
	地震	—	—	ウラン取扱設備について、耐震裕度 1.0 未満だけでなく、建物耐震裕度である 1.42 未満のものも少なく、建物耐震裕度を超えるまでは地震による影響は限定的である。
放射性物質・放射線の漏えい	地震	気体廃棄設備（排風機・ダクト）【4.35】 HEPA フィルタ【3.32】	—	HEPA フィルタはフィルタユニットを示す。
	地震／全交流電源喪失	気体廃棄設備（排風機・ダクト）【4.35】	【1.42】	

5. 4 アクシデントマネジメントの検討及び評価

前述5. 2節に示すとおり「水素等による爆発」、「放射性物質を放出する火災」、「臨界」及び「放射性物質の漏えい」に対する評価の結果、「設計上の想定を超える事象」の発生及び更なる進展を防止するためのアクシデントマネジメントを要する結果に至らなかった。

しかしながら、今回の評価において見出された潜在的な脆弱性に対して安全性を高めることを目的として、本評価における防護措置の有効性及び限界の評価を行うとともに、更なる防護措置について検討を行った。加えて、今回の評価のシナリオにおいて、設計上の想定を超える事象まで至らなかったが、想定したアクシデントマネジメントについても同様の検討、評価を行った。

5. 4. 1 水素等による爆発

(1) 防護措置

① 防護措置の有効性及び限界

震度5弱相当（約100～170ガル）の地震発生時において、液化アンモニア貯蔵タンクの出口に設置されている緊急遮断弁Aが感震計Aの信号により遮断される。また、停電時においても自動閉止となる（フェールセーフ）。

緊急遮断弁A及び感震計Aは単純機構のため、比較的故障発生の可能性も低く有効に作動するが、多重化されていないため、万一の動作不良時はアンモニアガスの供給を停止することが出来ない。

② 更なる安全対策

遮断弁の多重化・多様化により安全性を高めるため、表5. 4-1及び図5. 4-1に示す、更なる安全対策として以下の追加対策を講じる。

- ・ アンモニア分解棟導入部屋外側に緊急遮断弁B及び感震計Bを新設し、感震計Bからの信号により緊急遮断弁Bを閉止させる。

＜平成24年12月末迄＞

- ・ アンモニア分解棟の既設の警報用水素ガス漏えい検知器及びアンモニアガス漏えい検知器の信号により前述にて新設する緊急遮断弁Bを閉止させる。

＜平成24年12月末迄＞

- ・ 第2加工棟導入部屋外側に緊急遮断弁Cを新設し、第2加工棟の既設感震計Cからの信号により緊急遮断弁Cを閉止させる。

＜平成24年12月末迄＞

- ・ 第2加工棟の既設の警報用水素ガス漏えい検知器からの信号により前述にて新設する緊急遮断弁Cを閉止させる。

＜平成24年12月末迄＞

なお、これら新設した緊急遮断弁は、停電時においても自動閉止とする（フェールセーフ）。

（2）想定したアクシデントマネジメント

① アクシデントマネジメントの有効性及び限界

大地震時においてアンモニア分解炉及び建物外アンモニア分解ガス配管ラックが損傷せず、アンモニア分解ガスの滞留防止・供給停止機能を喪失した状態でアンモニア分解ガスを供給し続け、さらに十分な耐震裕度を有している建物内アンモニア分解ガス配管及び連続焼結炉が損傷しない場合、つまり健全であり使用状態を維持している場合であっても、所内の地震計で震度5強以上を観測した場合は、アクシデントマネジメントとして表5. 4-1の手動弁A又はBを手動で閉止する手順となっており、手動弁AまたはBのいずれかを閉止すれば、アンモニアガスの緊急遮断弁の作動の如何にかかわらず、アンモニア分解ガスの供給を停止できる。

ただし、手動弁Aは液化アンモニア貯蔵タンクの出口、手動弁Bはアンモニア分解炉を収容するアンモニア分解棟の内部にあるため、設備の損傷等によりアンモニアガスが漏えいした場合、手動弁A又はBには容易にアクセス出来ず、ライフゼム及び防護服着用による作業となる。

② 更なる安全対策

遮断弁の多重化・多様化、手動閉止時の時間短縮及び作業者の安全性を高めるため、表5. 4-1及び図5. 4-1に示す、更なる安全対策として以下の追加対策を講じる。

- ・ アンモニア分解棟導入部屋外側に手動弁B'を新設する。

＜平成24年8月末迄＞

- ・ 第2加工棟導入部屋外側に手動弁Cを新設する。

＜平成24年8月末迄＞

特に手動弁Cについては、ガスボンベから供給している水素ガス及びプロパンガスのボンベ庫に隣接しており、これらの手動バルブ閉止作業と合わせて閉止することが可能である。

表 5. 4-1 アンモニア分解ガス系統 安全機能（追加安全対策実施後）

安全機能	自動 ／ 手動	設置場所	地震時作動条件	停電時の動作
緊急遮断弁 A	自動	液化アンモニア貯蔵 タンク出口	震度 5 弱相当の地震により感 震計 A からの信号により閉止	停電時に自動閉止
緊急遮断弁 B	自動	アンモニア分解棟 導入部（屋外側）	水素ガス漏えい検知器、アンモ ニアガス漏えい検知器からの 信号により閉止。 震度 5 弱相当の地震により感 震計 B からの信号により閉止。	停電時に自動閉止
緊急遮断弁 C	自動	第 2 加工棟導入部 （屋外側）	震度 5 弱相当の地震により感 震計 C からの信号により閉止	停電時に自動閉止
手動弁 A	手動	液化アンモニア貯蔵 タンク出口	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも 閉止可
手動弁 B 注 1	手動	アンモニア分解棟 （屋内）	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも 閉止可
手動弁 B'	手動	アンモニア分解棟 導入部（屋外側）	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも 閉止可
手動弁 C	手動	第 2 加工棟導入部 （屋外側）	震度 5 強以上にて手動で閉止	手動のため停電時でも 閉止可

 ：平成 24 年 12 月末までに実施予定の追加安全対策

注 1：手動弁 B は、手動弁 B' を設置した後、緊急閉止用から除外する。

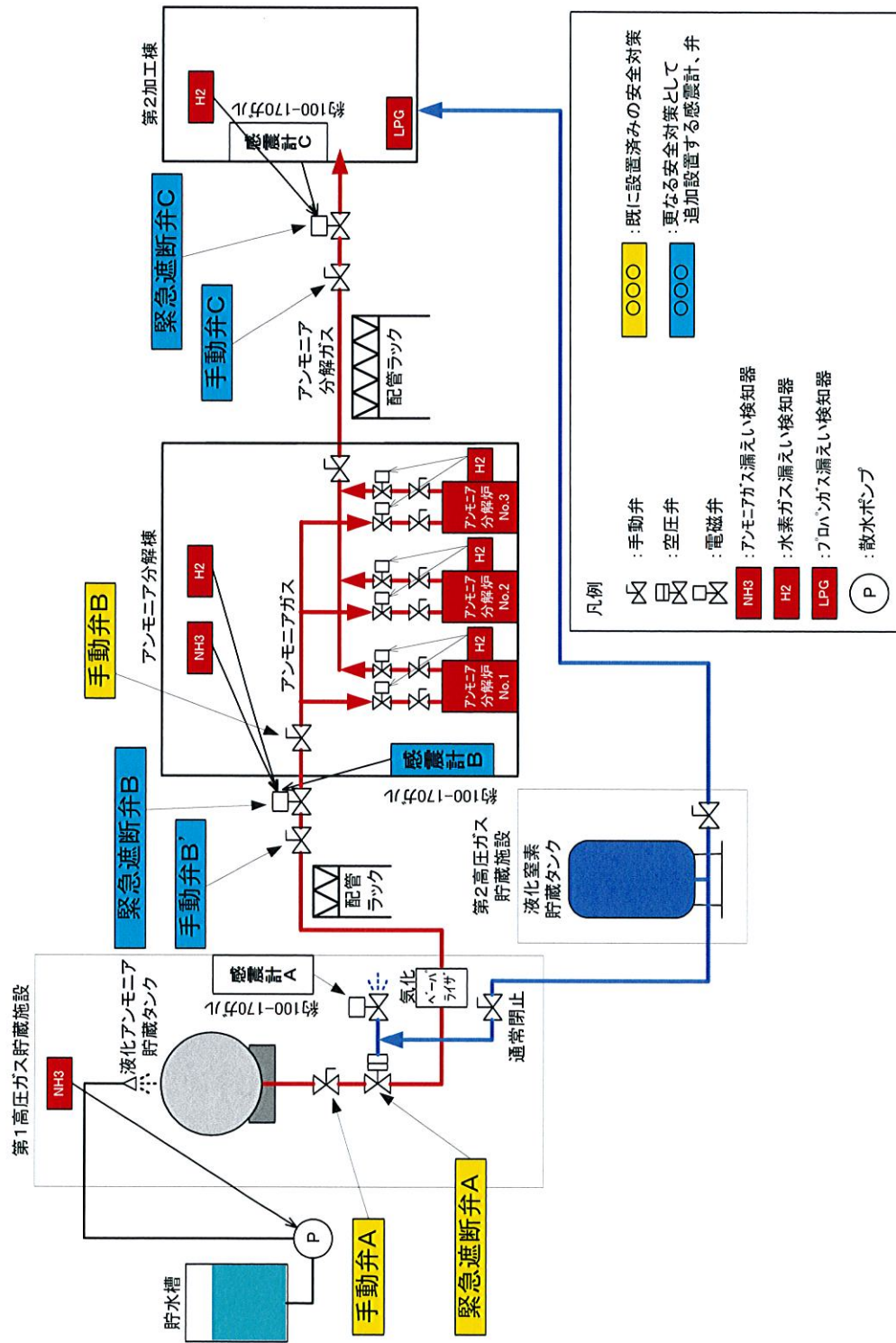


図5. 4-1 可燃性ガス系統図 (平成24年12月末 追加安全対策実施後)

5. 4. 2 放射性物質を放出する火災

(1) 防護措置

① 防護措置の有効性及び限界

前述5. 2. 2項に示すとおり、当事業所においては、万一の着火、出火が発生しても延焼、大火に至ることはなく、前述3. 3. 5項に示す初期消火活動による消火が可能であり、周辺公衆に影響を及ぼす火災の可能性はない。

万一、火災の発生に対しても、平日操業時はもとより夜間・休日等において本評価において想定される規模の火災に対して、十分対応可能な人員を配置している。

全交流電源喪失時においても、初期消火活動を可能とするため、表3. 4-1に示す可搬消防ポンプ、可搬投光機等の防災用資機材を備えており、また、想定される電気火災のうち最大油火災（第2受電タワー：絶縁油570L）に対して十分な泡消火剤を備えている。

また、屋外の受電設備の火災発生とともに、前述5. 2. 1項に示すとおりアンモニアガス漏えいが発生しても、初期消火活動を可能とするため、ライフゼムを備え、訓練を実施している。

5. 4. 3 放射性物質・放射線の漏えい

(1) 想定したアクシデントマネジメント

① アクシデントマネジメントの有効性及び限界

a. 排気運転停止措置

排気設備が運転している状態で、十分な耐震裕度を有している HEPA フィルタが、何らかの原因によりろ過性能を維持することが出来なかった場合、アクシデントマネジメントとして排気運転を停止する。

気体廃棄設備は、第2種管理区域内に設置されており、また停止作業は通常の運転・停止作業であるため、短時間で容易に停止の措置を行うことができる。

b. 閉じ込めの措置

十分な耐震裕度を有している気体廃棄設備及び HEPA フィルタが、何らかの原因により、排気運転の停止、もしくは HEPA フィルタがろ過性能を維持することが出来ず排気運転を停止した場合、十分耐震裕度を有している建物に有意な損傷をきたした状態において、アクシデントマネジメントとして以下の措置を行う。

- ・建物損傷箇所を目張り、またはシールを行う。
- ・工程室内に飛散したウランを回収し、容器に収納する。

目張りは、建物に入ることなく実施できる有効な手段である。また、空气中濃度が高い状態であっても、防護マスク及びタイベック着用により、飛散したウランを回収することができる。

5. 4. 4 アクシデントマネジメントの評価結果

表5. 4-2に前述5. 4. 1項～5. 4. 3項で検討、評価を行った防護措置及び想定したアクシデントマネジメントについてまとめる。

想定事象がいずれも発生しないことから、想定事象の同時発生、あるいは一つの事象の複数箇所での発生はないが、万一の発生について、アクシデントマネジメントの有効性及び限界について、検討、評価した。

検討の結果、最優先とするアクシデントマネジメントは、水素等による爆発に対するアンモニア分解ガスの供給停止の措置と、放射性物質を放出する火災に対する初期消火活動であり、これらの措置に対しては、夜間・休日においても実施可能である。

表5. 4-2 アクシデントマネジメントの評価結果

想定事象	実施項目	具体的な活動内容	実効性	優先順位
水素等による爆発	＜アクシデントマネジメント＞ アンモニア分解ガスの供給停止の措置	所内の地震計で震度5強以上を観測した場合に手動弁を閉じる。	アンモニアガスが漏えいした場合、手動弁A又はBには容易にアクセス出来ず、ライフゼム及び防護服着用による作業となる。	【優先順位：高】 事象の進展の可能性があるため。
放射性物質を放出する火災	＜防護措置＞ 初期消火活動	初期消火	想定される電気火災のうち最大油火災（第2受電タワー：絶縁油 570 L）に対して十分な泡消火材を備えている。また、屋外の受電設備の火災発生とともに、前述5. 2. 1項に示すとおりアンモニアガス漏えいが発生しても、初期消火活動を可能とするため、ライフゼムを備え、訓練を実施している。	【優先順位：高】 事象の進展の可能性があるため。
放射性物質・放射線の漏えい	＜アクシデントマネジメント＞ 排気運転停止措置	HEPA フィルタのろ過性能を維持することが出来なくなつた場合、排気設備を停止する。	第2種管理区域内に設置されており、また停止作業は通常の運転・停止作業であるため、短時間で容易に行うことができる。	【優先順位：中】 フィルタろ過性能が維持できないことが判明（排気濃度測定後）した時点で実施。
	＜アクシデントマネジメント＞ 閉じ込めの措置	建物損傷箇所を目張り、またはシーリングを行う。	目張りは、建物に入ることなく実施できる有効な手段である。 また、排気設備が不調、故障等の際は目張りを実施しており、実績あり。	【優先順位：低】
		工程室内に飛散したウランを回収し、容器に収納する。	空気中濃度が高い状態であっても、防護マスク及びバイバック着用により、飛散したウランを回収することができ	【優先順位：低】

6. まとめ

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評価として、当事業所の安全性に対する裕度及び潜在的な脆弱性を明らかにするとともに安全性の総合的な評価を行った。

評価に当たっては、まず、想定事象を起因させるものとして、地震、津波、洪水・大雨や台風、積雪等といった自然現象を挙げ、地域におけるこれまでの発生実績や最新の知見を調査した。その結果、海岸から約 4 km、海拔約 48 m の立地条件等から、地震以外の自然現象は大凡、評価対象から除くことができること、また、地震については地域で想定される最大震度が 6 強であることがわかった。なお、起因事象としては自然現象の他に全交流電源喪失や水素の滞留防止・供給停止機能喪失といった安全機能喪失及びそれらの重畳も考慮した。

これら起因事象から、当事業所の特徴に応じた事象が進展し、想定事象として、水素等による爆発、放射性物質を放出する火災、臨界、又は放射性物質・放射線の漏えいに至ると仮定して評価を行った。

水素等による爆発として想定される燃料加工用の水素の爆発は、その供給系に緊急遮断機構を設置している他、それらの機能喪失が重畳した場合においても、焼結設備等のアンモニア分解ガスに係わる系統の設備に比べて、比較的耐震裕度が脆弱な供給系設備自体が損傷することから結果として建物内への供給は停止し、爆発濃度に至る滞留は生じない。

放射性物質を放出する火災については、着火源及び可燃物の建物内の配置から発生する可能性は極めて低い。

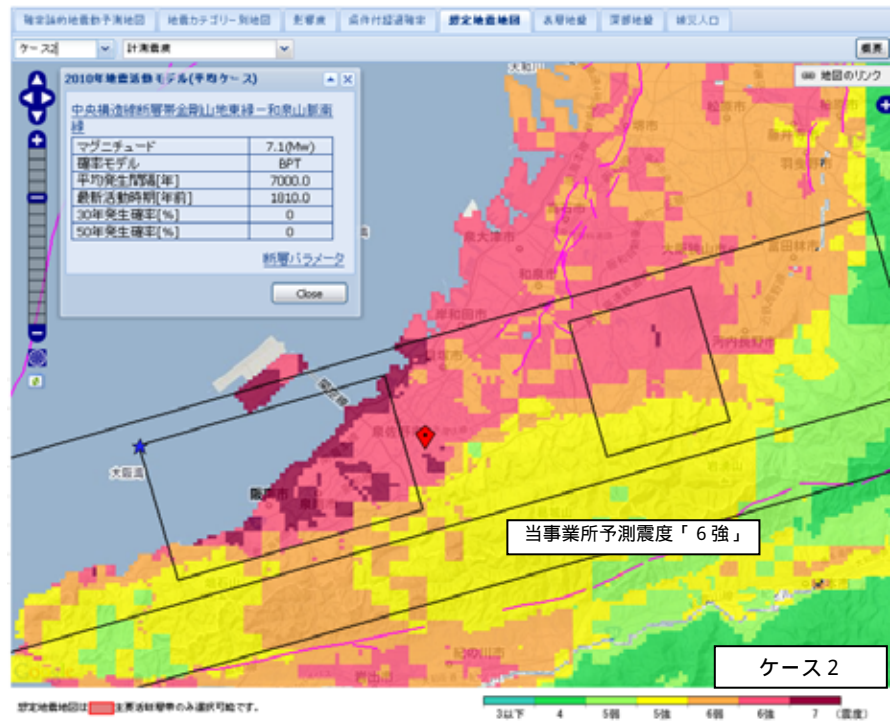
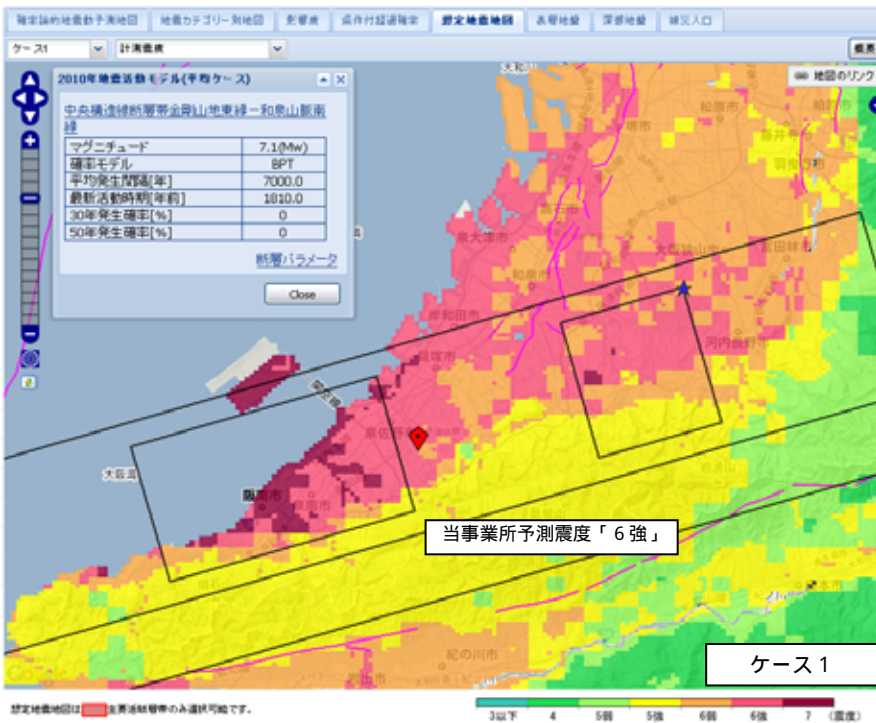
臨界については、震度 6 強相当に対する設備の耐震裕度からウラン漏えいに至る設備損傷は限定的であり、予想されるウラン漏えい量と建物内の構造を評価した結果、臨界条件に至るようなウラン堆積は考えられない。

また、加工施設の建物自体も震度 6 強相当の地震に対して十分な耐震裕度を有しているために損傷のおそれはなく、設備から建物内にウランが漏えいしたとしても建物内に確実に閉じ込められることから、建物外への放射性物質・放射線の漏えいも発生しない。

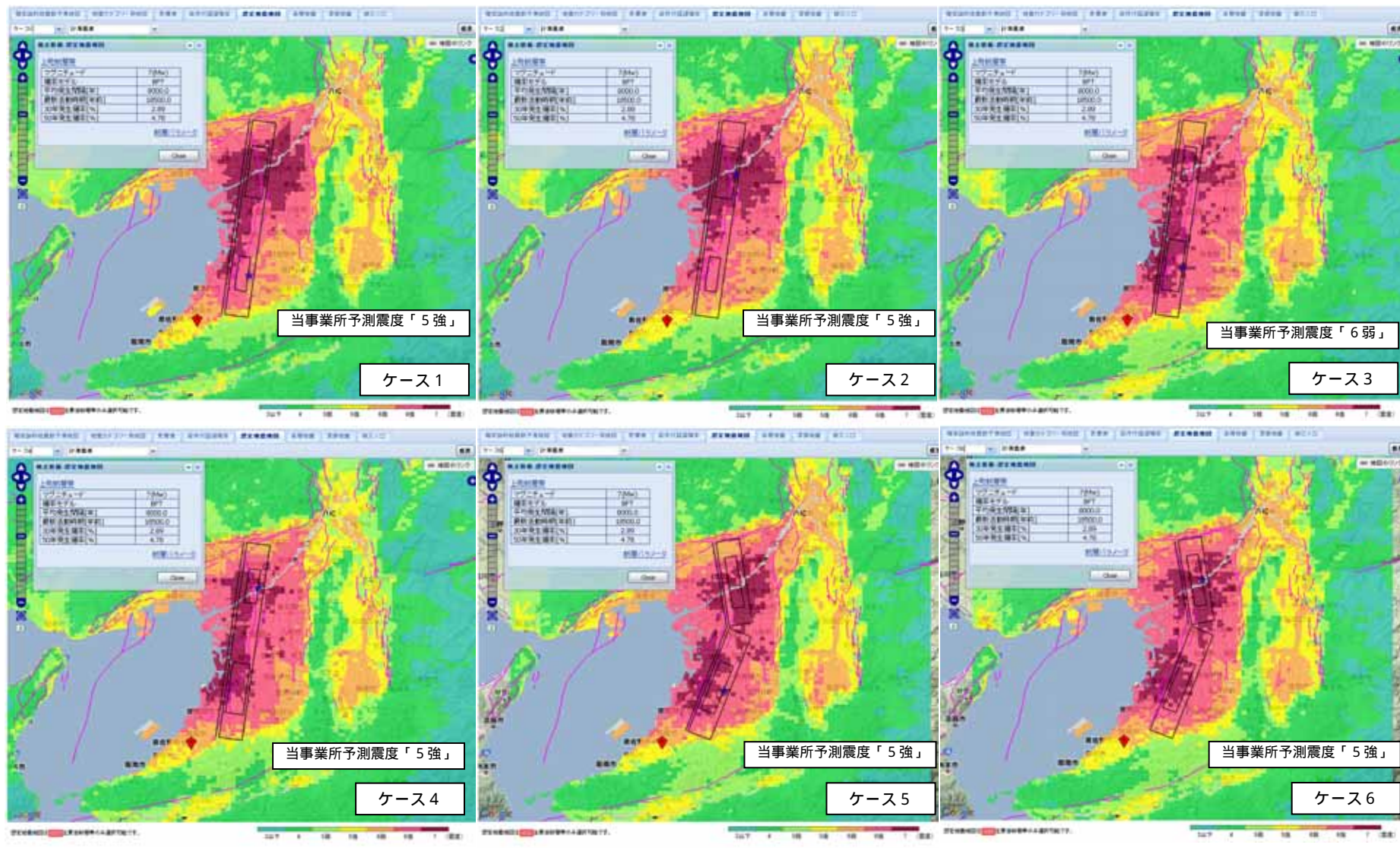
以上のように加工施設本来が有する安全性から、設計上の想定を超える事象が発生、進展する可能性はなく、本評価における安全裕度は 1.42 であった。

万一の場合には、手動弁操作による水素供給の遮断や、建物への目張りによる放射性物質の建物外への漏えい阻止などのアクシデントマネジメントも整備している。

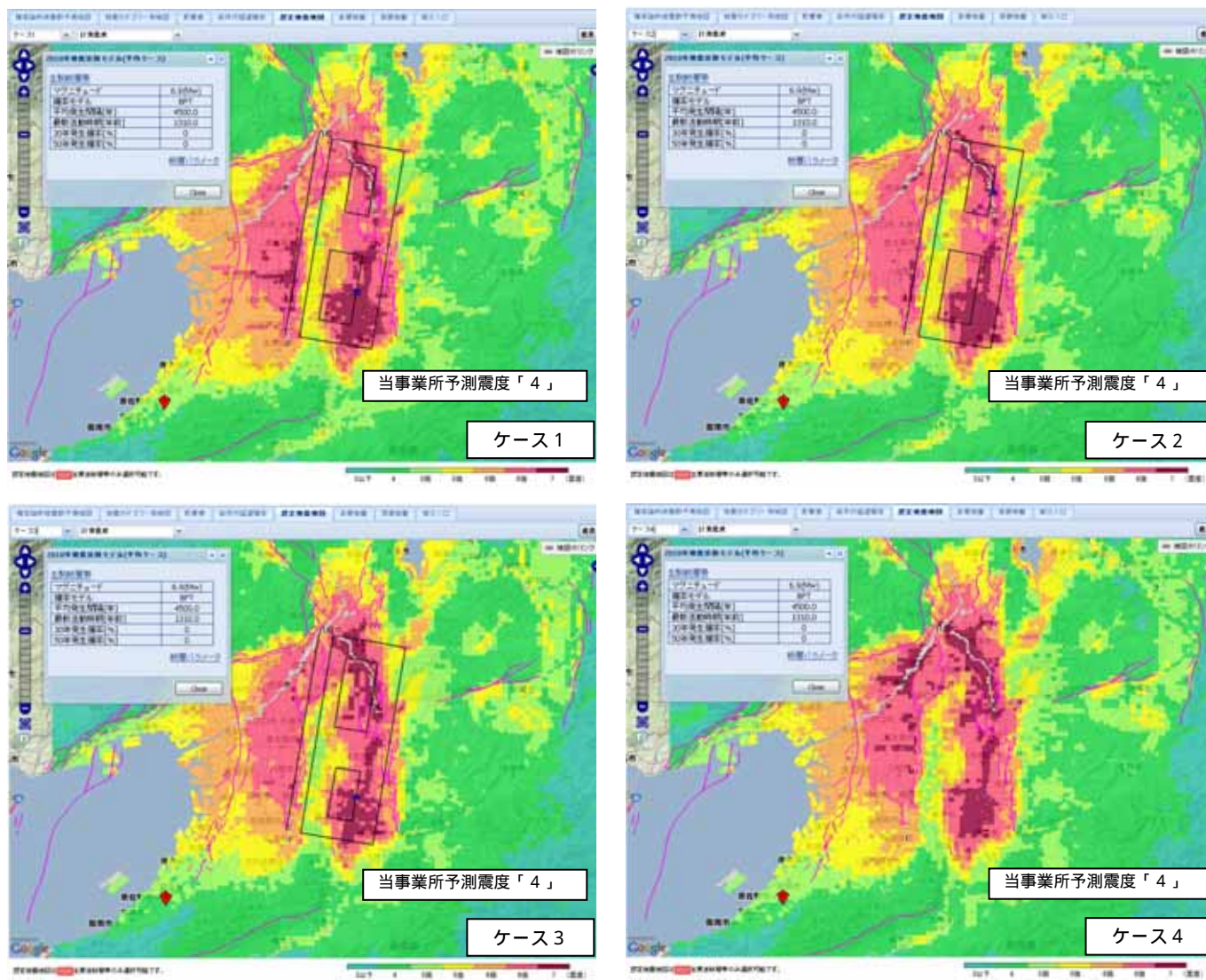
また、今回の評価で把握できた施設の潜在的脆弱性を強化するための更なる安全対策として、可燃性ガス（アンモニア分解ガス）緊急遮断弁の追加設置により安全機能の多様化をはかるための工事も検討しているところである。加えて、今後も皆さまに安心いただけるよう、更なる安全性の向上をはかるため、引き続き安全対策の一層の充実に努めていく。



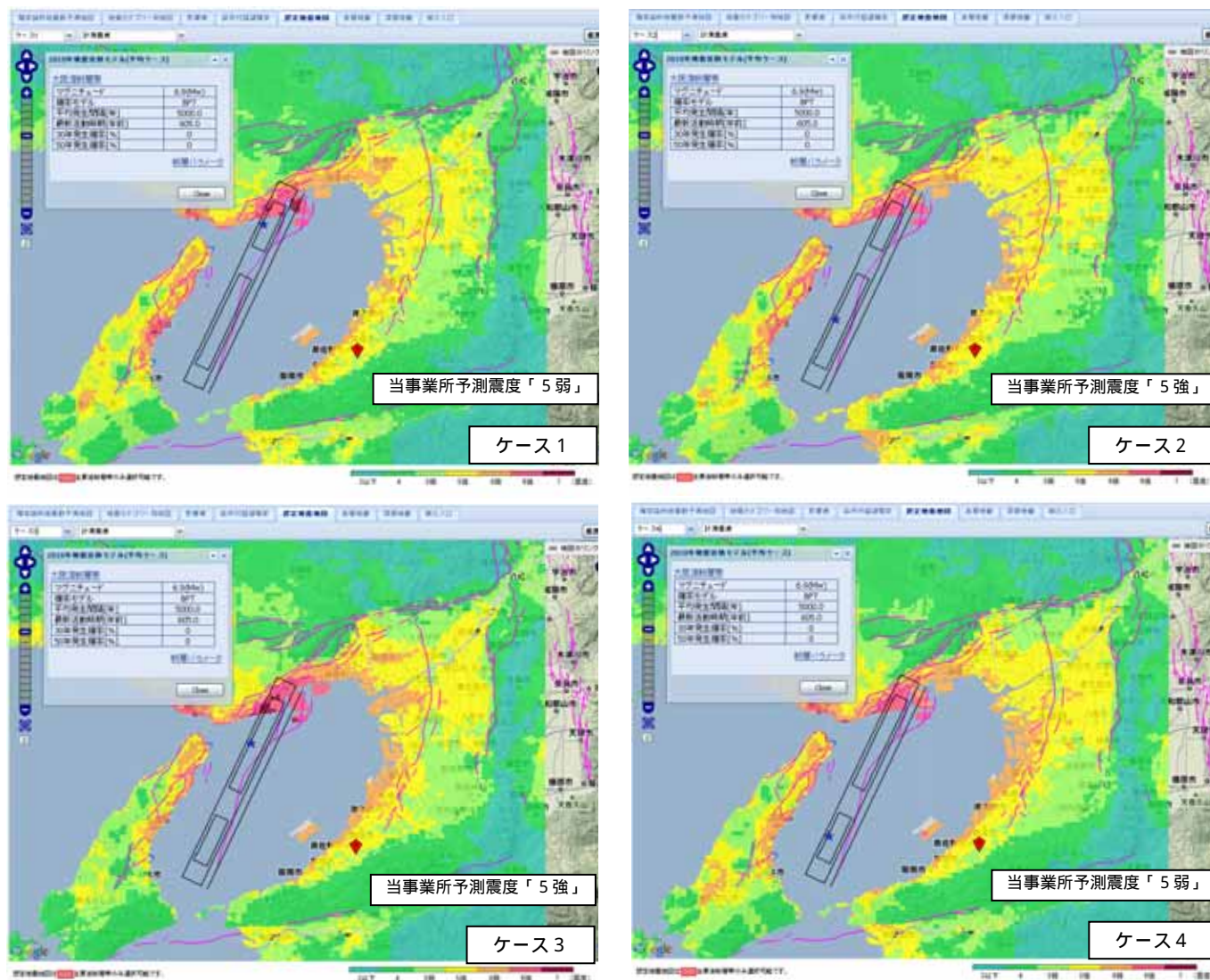
添図 1 - 1 中央構造線活断層帯 予測震度



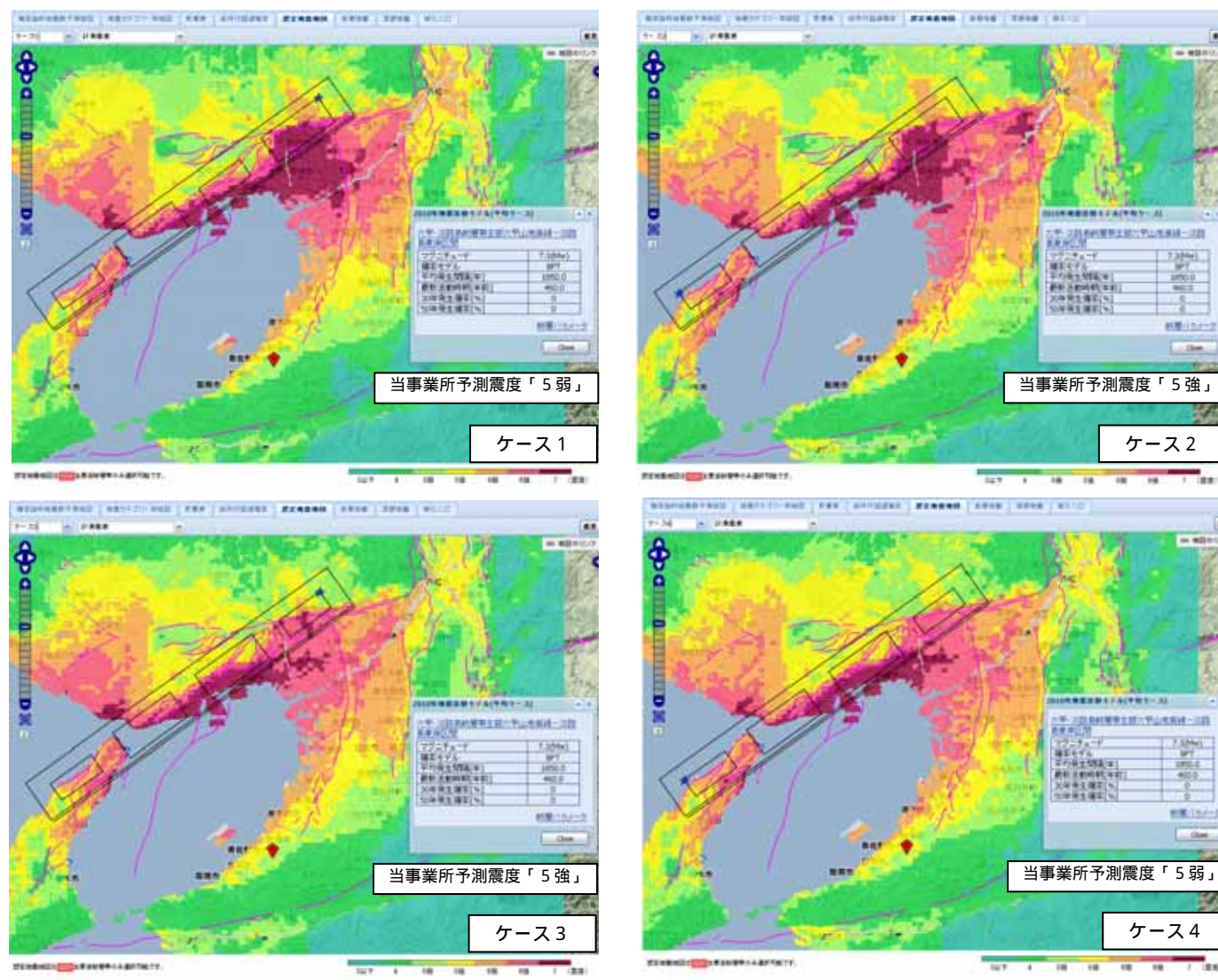
添図 1 - 2 上町断層帯 予測震度



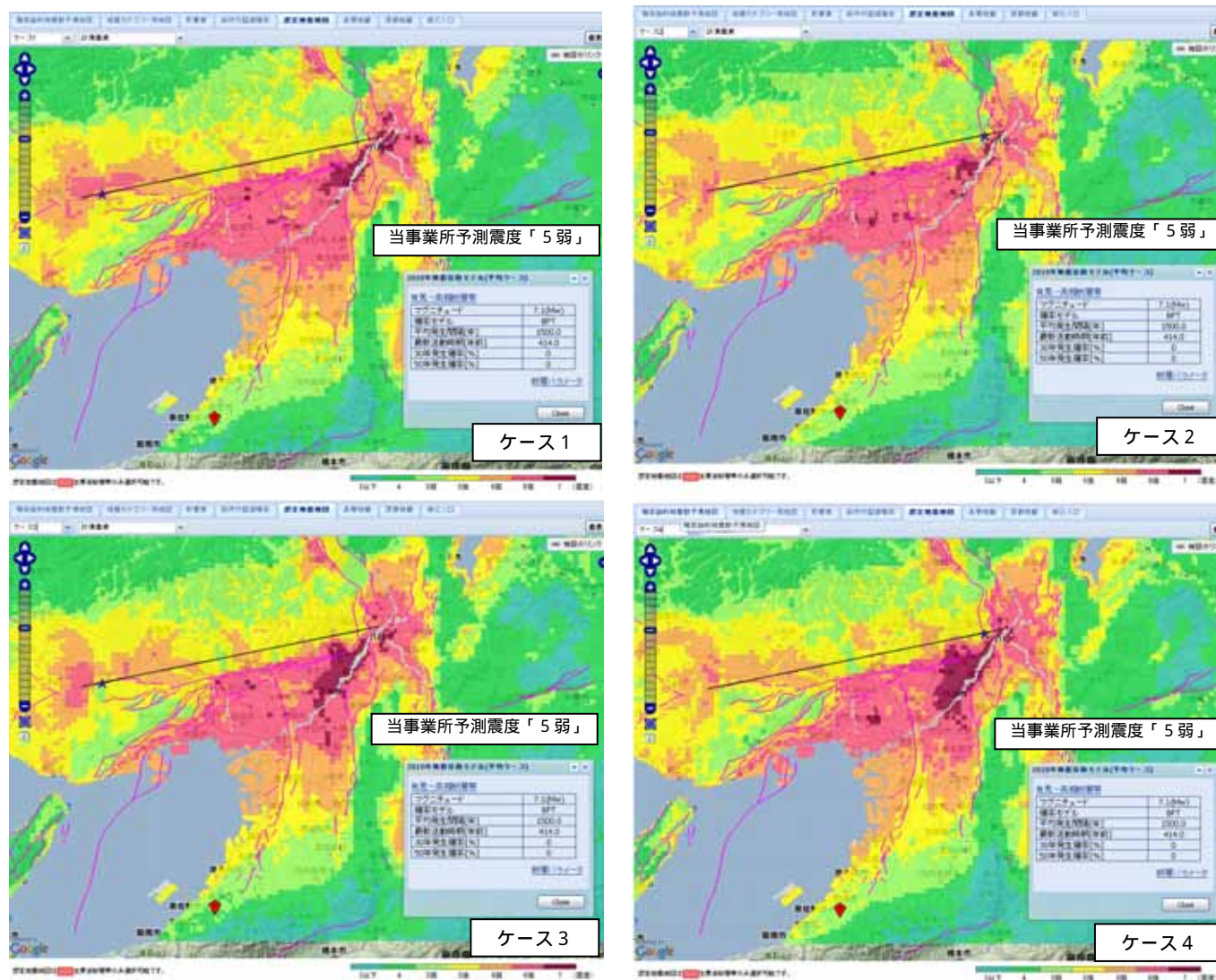
添図 1 - 3 生駒断層帯 予測震度



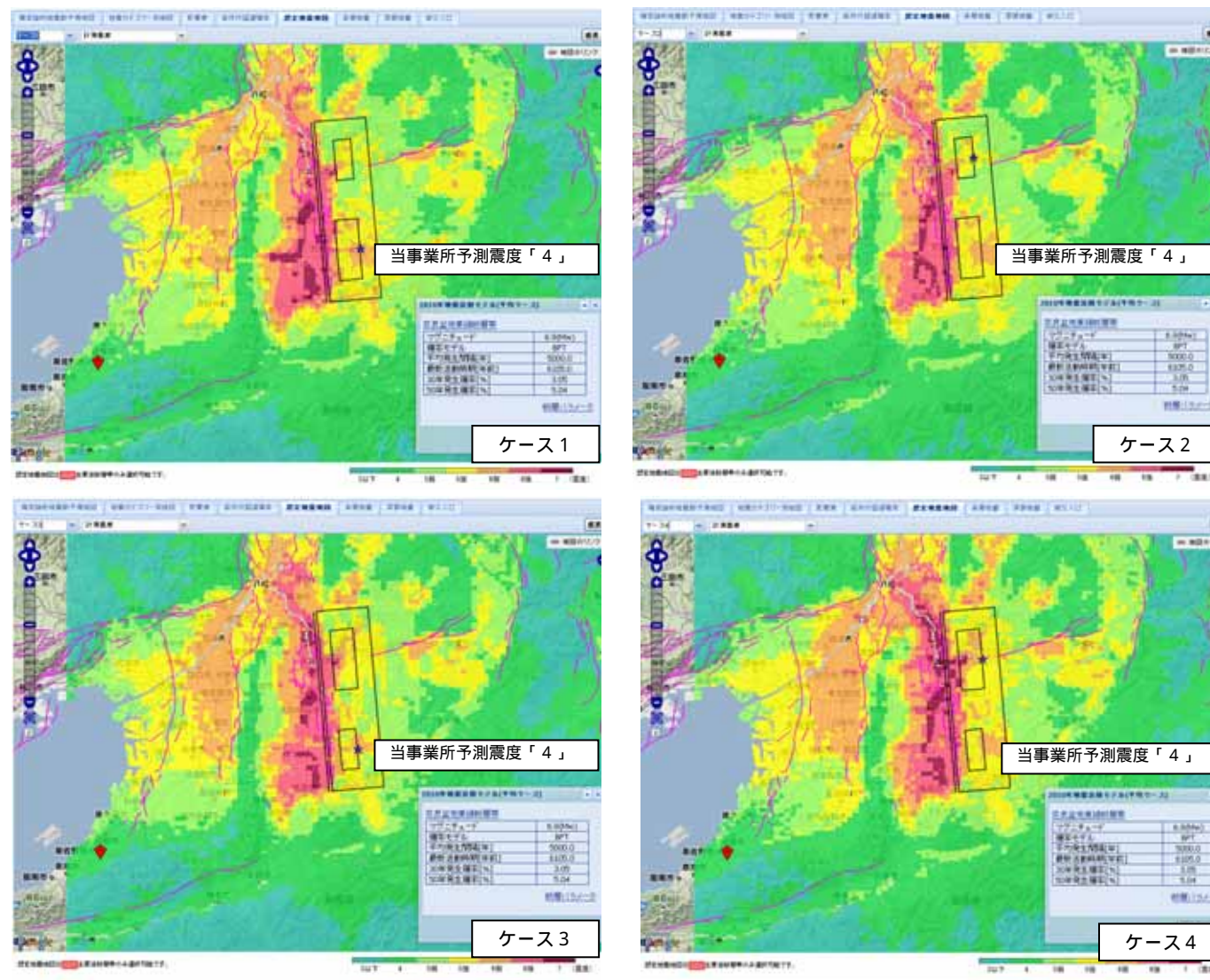
添図 1 - 4 大阪湾断層帯 予測震度



添図 1 - 5 六甲・淡路島断層帯 予測震度



添図 1 - 6 有馬 - 高槻断層帯予測震度



加工施設（建物）の耐震裕度評価

（１）評価の概要

加工施設（建物）の耐震裕度評価は、本文 4. 2. 1 項（３）に示すとおり、「設計上想定する静的な地震力」に対して当該加工施設（建物）がどの程度の裕度を有するのかを評価する。

（２）耐震裕度の評価方法

加工施設（建物）の耐震裕度は、本文 4. 2. 1 項（３）に示すとおり、建築基準法に基づく保有水平耐力計算を実施し、保有水平耐力（ Q_u ）／必要保有水平耐力（ Q_{un} ）を耐震裕度とする。また、評価の対象は、本文 4. 3 節に示すとおり当事業所の第 2 加工棟とする。

（３）第 2 加工棟の概要

第 2 加工棟は昭和 57 年 8 月に建築確認申請を行い、昭和 58 年 9 月に竣工した新耐震設計の建物であり、構造種別等は以下のとおりである。

- ・構 造 種 別：鉄骨鉄筋コンクリート造、地上 4 階建て
- ・最 高 高 さ：設計 GL + 22,250 mm
- ・基 礎 の 形 式：直接基礎（べた基礎）
- ・建築確認年月日：昭和 57 年 8 月 18 日（新耐震設計）
- ・竣 工 年 月 日：昭和 58 年 9 月 10 日
- ・建 築 面 積：約 2,200 m²
- ・延 床 面 積：約 6,500 m²

（４）経年変化の確認

加工施設（建物）の耐震裕度を評価する場合の物性値については、経年変化による強度低下や劣化が無いことを確認した上で設計当時の許容値を用いることとし、経年変化が確認された場合は適切に考慮に入れて評価することとした。

当事業所の加工施設（建物）は、日常点検などで目視確認を行うとともに、定期保全計画を作成し適切な維持保全活動を行っており、目視確認では著しい経年変化は見当たらないが、念のため、第 2 加工棟について以下の経年変化調査を行った。

- ・経年変化によるコンクリートの強度低下の確認
JIS A1107「コンクリートからのコアの採取方法及び圧縮強度試験方法」
によるコンクリートの圧縮強度試験
- ・経年変化によるコンクリートの中酸化深さの確認
JIS A1152「コンクリートの中酸化深さの測定方法」によるコンクリート

の中性化の進行状況の確認。

調査は第2加工棟の1階、3階、4階からそれぞれ1箇所ずつ、合計3個の供試体（コンクリートコア）を採取し、公的機関において前述の2試験を行い、圧縮強度が設計基準強度を上回っていること、中性化深さが約70年後（築100年）でも鉄筋位置にまで達しないことを確認した。

また、その他の経年変化事象については以下の確認を行った。

・塩化物量について

建設当時はコンクリート中の総塩化物量の規定が整備されていなかったが、工事監理により、細骨材中の塩分量の確認が行われている。竣工後29年を経た現在でも、コンクリート表面に鉄筋に沿ったひび割れは見られないことから、コンクリート内部での鉄筋腐食は発生していない。

・アルカリ骨材反応について

建設当時はアルカリ骨材反応に関する規定が整備されていなかったが、アルカリ骨材反応は建設後数年で発生するものであり、竣工後29年を経た現在でも、コンクリート表面にアルカリ骨材反応特有の亀甲型のひび割れは見られないことから、アルカリ骨材反応は発生していない。

以上より、第2加工棟には有意な経年変化は見られないと判断する。

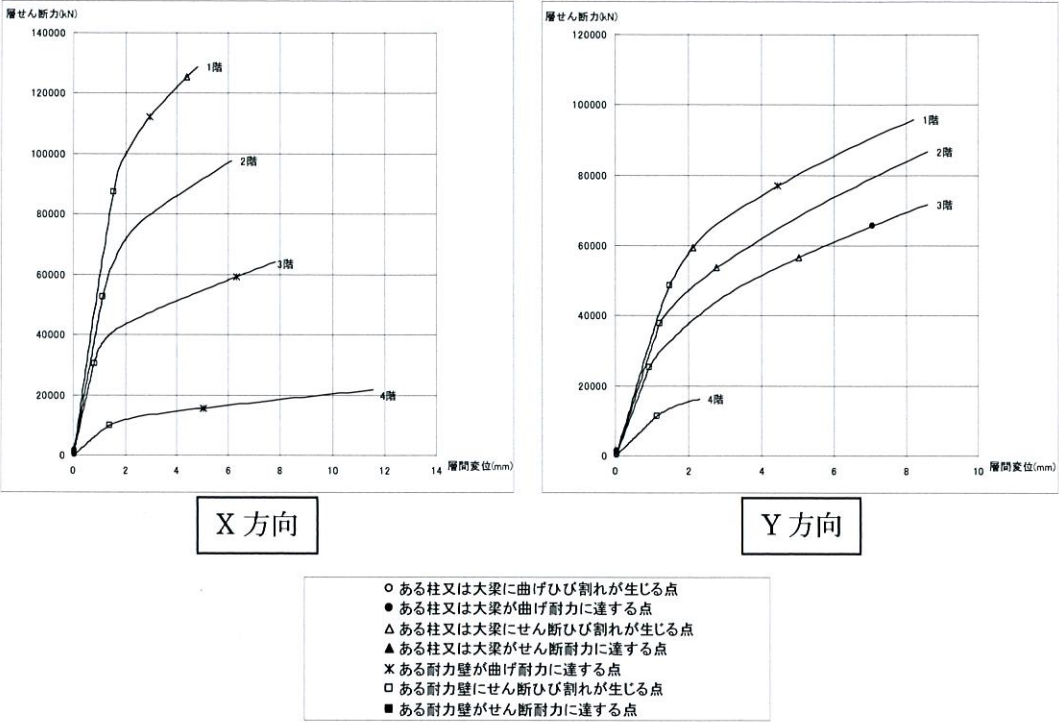
（5）許容値

耐震裕度評価に用いる許容値については、建築基準法、日本工業規格及び日本建築学会、日本建築センター等各指針・規準の規定を用いた。

(6) 耐震裕度の評価結果

第2加工棟の保有水平耐力計算の結果を以下に示す。

Ds 妥当性確認のための荷重増分解析結果



第2加工棟 耐震裕度評価結果

建物 名称	地震加力 方向	階	解析 終了時の 層間 変形角	Ds	Fs	Fe	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	X 方向	4	1/477	0.55	1.00	1.00	14002.9	21844.5	1.56
		3	1/674	0.55	1.00	1.00	41160.4	64210.2	1.56
		2	1/867	0.55	1.00	1.00	62692.3	97800.0	1.56
		1	1/1432	0.55	1.00	1.00	82535.8	128755.9	1.56
	Y 方向	4	1/2400	0.45	1.00	1.00	11456.9	16268.8	1.42
		3	1/613	0.45	1.00	1.50	50515.0	71731.3	1.42
		2	1/618	0.45	1.00	1.19	60875.1	86676.1	1.42
		1	1/836	0.45	1.00	1.00	67529.3	95891.6	1.42

以上より、第2加工棟の耐震裕度は1.42以上が確保されていることを確認した。

加工施設（設備等）の耐震裕度評価

（１）評価の概要

加工施設（設備等）の耐震裕度評価は、本文 4. 2. 1 項（３）に示すとおり、「設計上想定する静的な地震力」に対して、当該加工施設（設備等）が、どの程度の裕度を有するのかを評価する。

（２）耐震裕度の評価方法

加工施設（設備等）の耐震裕度は、本文 4. 2. 1 項（３）に示すとおり、当該設備が許容応力度限界（弾性限界）となる水平震度（以下「許容限界水平震度」という。）を算出し、ウラン加工指針の第 1 類の設備に対する二次設計用水平震度（水平震度 0.45）に対してどの程度裕度を有するかを評価する。

許容限界水平震度の算出にあたっては、従来からの許認可で実施しているとおり、ポンプ、モータなど工学的に判断して十分に剛性が高い設備（剛構造の設備）についてはアンカーボルトのみを評価対象とし、それ以外の設備（柔構造の設備）については構成部材とアンカーボルトの双方を評価対象とし、裕度の低い方を当該設備の裕度とした。

また、3 階、4 階に設置されている設備の耐震裕度を評価する場合は、建築基準法施行令第 88 条に規定する「建築物の振動特性に応じて地震層せん断力係数の建築物の高さ方向の分布を表すものとして国土交通大臣が定める方法により算出した数値（ A_i ）」を考慮し、水平震度 0.45 の割り増しを考慮して評価を行う。

（３）経年変化の確認

加工施設（設備等）の耐震裕度を評価する場合の物性値については、経年変化による腐食が無いことを目視確認した上で、設計当時の値を用いて評価した。

（４）許容値

耐震裕度評価に用いる許容値については、建築基準法、日本工業規格及び日本建築学会、日本建築センター等各指針・規準の規定を用いた。

(5) 耐震裕度の算出方法

耐震裕度の算出方法は、当該設備の許容水平震度を分子とし、分母については本文表 4. 2 - 2 に記載の標準せん断力係数を元に、当該設備の設置階の層せん断力係数を分母として算出した。

$$\text{耐震裕度} = \frac{\text{当該設備の許容限界水平震度}}{0.45 \times \text{当該設備が設置される階の } A_i}$$

ただし、

A_i : 建築基準法施行令第 88 条に規定する「建築物の振動特性に応じて地震層せん断力係数の建築物の高さ方向の分布を表すものとして国土交通大臣が定める方法により算出した数値」

(6) 耐震裕度の評価結果

加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果を次ページ以降に記載する。

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（1/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2-1 混合室	グローブボックス No.1	グローブボックス	5.71	2
	粉末混合設備 No.1	大型供給瓶（上部）	3.57	1
		大型供給瓶（下部）	12.64	1
		粉末供給機	1.0 未満	2
		粉末混合機	1.62	1
		粉末投入台（上部）	6.73	1
		粉末投入台（下部）	13.42	1
		粉末搬送配管	3.40	1
		粉末缶リフター	3.68	2
		粉末缶受台	32.22	2
		粉末缶台車	1.0 未満	1
		粉末取出し台	3.00	1
	焙焼炉 No.1	焙焼炉	8.71	2
	スクラップ保管ラック C 型 No.1		2.80	1
	スクラップ保管ラック D 型	スクラップ保管ラック D 型 No.1	2.04	1

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（2/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2-1ペレット室	セنتアレス研削設備 No.1	セنتアレス研削盤(フード含む)	1.17	2
		ペレット供給機	8.66	2
		ペレット洗浄機	5.73	2
		研磨屑回収装置	4.93	2
		研磨屑乾燥機	1.0 未満	2
	プレス No.1	プレス本体（フード含む）	2.57	1
		粉末供給機（フードを含む）	9.88	1
		粉末集塵機	6.88	1
	ペレット検査装置 No.1	ペレット検査装置 No.1	4.26	2
		抜取ペレット移載装置 No.1	2.15	2
	ペレット検査装置 No.2		12.57	2
	ペレット検査装置 No.4	外観検査装置	8.68	2
		波板搬入・搬出部	8.68	2
		波板移載部	8.68	2
		波板移載装置	11.40	2
	ペレット搬送設備 No.1	ペレット搬送コンベア	2.15	2
		ボート搬送装置 No.1	5.64	2

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（3/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称	耐震裕度	重要度
第2-1ペレット室	圧粉ペレット移載機（フード含む）	2.15	2
	段積装置（段積部）	3.28	2
	段積装置（コンベア部）	0.51	2
	段積装置（ターンコンベア部）	6.17	2
	解体装置（解体部）	3.28	2
	解体装置（移載部）	2.75	2
	解体装置（ターンコンベア部）	6.17	2
	解体装置（コンベア部）	0.51	2
	移載装置（移載部）	2.75	2
	移載装置（コンベア部）	0.51	2
	移載装置（ターンコンベア部）	6.17	2
	空ポート搬送設備 No.1（ターンコンベア部）	6.17	2
	搬送設備	2.35	2
	ペレット搬送装置	3.48	2
	ペレット移載装置	4.88	2
	乾燥機 No.1	7.64	2

添付 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（4/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2-1 ペレット室	連続焼結炉 No.1	連続焼結炉（本体）	1.75	1
		連続焼結炉（投入部・取出部）	2.00	1
	ペレット一時保管台 No.1		2.26	1
	ペレット保管ラックC型 No.1		2.46	2
第2-2 混合室	プレス No.2-1	プレス No.2-1	1.93	1
	供給瓶 No.2-1	供給瓶 架台 A 部 供給瓶本体	2.62	1
		供給瓶 架台 A 部 粉末取出配管のみ	2.62	1
		供給瓶（粉末取出配管含む） 架台 B 部	7.66	1
	粉末混合機 No.2-1	粉末混合機 架台部	1.64	1
		粉末混合機 架台 A 部	1.82	1
		粉末混合機 架台 B 部	11.11	1
	粉末缶搬送機 No.2-1	粉末投入機	3.91	1
		粉末缶移載機	10.20	1
		粉末缶昇降リフト（パワーチカルリフト部）	1.42	1

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（5/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称	耐震裕度	重要度
第2-2混合室	焙焼炉	2.31	1
	コンベア	2.31	1
	研磨屑乾燥装置	1.73	2
	破砕装置（上部）	2.95	2
	破砕装置（下部）	2.93	2
	粉末取扱フード	3.04	2
	粉末取扱機	3.80	2
	粉末搬送器昇降リフト	2.97	1
	スクラップ保管ラック D 型 No.2-1	3.22	1
	スクラップ保管ラック E 型 No.2-1	1.77	1
第2-2ペレット室	スクラップ保管ラック F 型 No.2-1	3.08	1
	センタレス研削盤	2.53	2
	ペレット供給機	7.73	2
	ペレット洗浄乾燥機	2.40	2
	研削液タンク	11.22	1
	研磨屑回収装置	1.48	2

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（6/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称	耐震裕度	重要度
第2-2ペレット室	ペレット搬送設備 No.2-1		
	SUSTレイ搬送装置	4.57	1
	SUSTレイ保管台	6.17	1
	ペレット移載装置	3.40	2
	ペレット移載装置	5.97	2
	ペレット採取装置	11.44	2
	ペレット搬送装置（外観検査 No.1 ライン部）	3.88	1
	ペレット搬送装置（外観検査 No.2 ライン部）	3.02	1
	ペレット搬送装置（自動外観検査部）	2.44	1
	ペレット搬送装置（入庫前コンベア部）	4.28	1
	ペレット搬送装置（目視検査装置部）	3.31	1
	ペレット搬送装置（波板搬送コンベア No.1 部）	8.40	1
	ペレット搬送装置（波板搬送コンベア No.2 部）	1.24	1
	波板移載装置	3.26	1
	ボート搬送装置	3.66	1
	焼結炉搬送機 No.2-1		
	圧粉ペレット移載装置	4.08	2
	圧粉ペレット採取装置	4.08	2

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（7/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2-2ペレット室	焼結炉搬送機 No.2-1	圧粉ペレット搬送装置	4.08	2
		段積装置	7.66	2
	連続焼結炉 No.2-1	焼結ボート解体装置	2.15	1
		焼結ボート置台	8.02	1
		有軌道搬送装置	1.77	1
		連続焼結炉（本体部）	1.97	1
	ペレット保管ラックD型 No.2-1	連続焼結炉（投入部、取出部）	1.86	1
		連続焼結炉（入口コンベア部）	9.48	1
		連続焼結炉（出口コンベア部）	6.57	1
		ペレット保管ラックD型 No.2-1	3.08	1
第2-1燃料棒加工室	ペレット編成挿入機 No.1	ペレット編成挿入機	4.16	2
		ペレット保管箱置台	6.68	2
		ペレット保管箱搬送装置	3.11	2
		波板移載装置	7.26	2
	ペレット一時保管台		3.75	2
第2-2燃料棒加工室	ペレット検査装置 No.5	ペレット検査装置	6.23	2

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（8/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2－2燃料棒加工室	ペレット編成挿入機 No.2-1	ペレット編成挿入機	3.19	2
		ペレット保管箱搬送機	3.08	2
	ペレット保管ラック E 型	ペレット保管ラック E 型 No.2-1	3.40	1
		リフター	5.44	1
第2ペレット保管室	ペレット搬送設備 No.3	ペレットスタックカクレーン	1.0 未満	2
	ペレット搬送設備 No.4	ペレットリフター	1.48	2
	ペレット保管ラック B 型 No.1	ペレット保管ラック B 型 No.1	2.44	1
	ペレット搬送設備 No.2-3	ペレット保管箱台車 No.1＋走行レール No.1	1.0 未満	1
ペレット保管箱台車 No.2＋走行レール No.2		1.0 未満	1	
第2－1貯蔵室	原料搬送設備 No.2	粉末缶コンベア	1.80	2
		粉末缶コンベア（昇降部）	1.84	2
		粉末缶受台	13.82	2
		粉末スタックカクレーン	1.0 未満	2
		粉末缶台車	1.0 未満	2
		原料保管設備 D 型 No.1	原料保管設備	2.15

添付 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（9/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称	耐震裕度	重要度
第2-2貯蔵室	原料保管設備 E 型 No.1	3.73	1
	粉末搬送機 No.1	1.0 未満	1
	粉末搬送機 No.2	4.57	2
	粉末搬送機 No.3	3.75	2
	粉末搬送機 No.4	2.24	2
第2燃料棒保管室	燃料棒保管ラック B 型	2.84	1
	燃料棒保管ラック B 型 No.2	3.75	1
第2粉末受入室	粉末缶搬送コンベア No.1	4.04	1
	輸送容器搬送コンベア No.1-1	1.71	1
	輸送容器搬送コンベア No.1-2	1.71	1
	粉末缶移載装置 No.1-1	3.93	1
	粉末缶移載装置 No.1-2	3.82	1
	粉末缶搬送コンベア No.2	4.04	1
	輸送容器搬送コンベア No.2-1	1.71	1

添表 3 - 1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（10/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2粉末受入室	搬出入装置 No.2	輸送容器搬送コンベア No.2-2	1.71	1
		粉末缶移載装置 No.2-1	3.93	1
		粉末缶移載装置 No.2-2	3.82	1
第3開発室	試験開発燃料貯蔵設備	試料保管棚 No.2	2.40	1
		系統Ⅶ（局所排気系統） フィルタユニット（設備排気用）	4.15	2
第2フィルタ室	気体廃棄設備 No.1	局所排気設備（系統Ⅴ） フィルタユニット（局所排気系統用FU-405） （3列×2段）	4.40	2
		局所排気設備（系統Ⅴ） フィルタボックス（フィルタユニットの付属設備）	4.44	2
		系統Ⅶ（局所排気系統） フィルタユニット（FU-408） 3列型	4.44	2
第2排風機室	気体廃棄設備 No.1	系統Ⅶ（局所排気系統） フィルタユニット（FU-408） 2列型	3.32	2
		局所排気設備（系統Ⅴ） 排風機（305-F）	5.00	2
		系統Ⅶ（局所排気系統） 排風機	4.35	2

添表 3-1 加工施設（設備等）の耐震裕度評価結果（11/11）

部屋	加工施設（設備等）の名称		耐震裕度	重要度
第2加工棟内	気体廃棄設備 No.1	局所排気設備（系統V） ダクト	10.22	2
		系統Ⅷ（局所排気系統） ダクト	10.22	2
		非常用電源設備	4.26	2
屋外	非常用電源設備 No.2	非常用発電機 No.2	3.61	2
		重油タンク	6.01	2
		第2加工棟屋内アンモニア分解ガス配管	3.91	—
	その他	窒素配管	1.51	—
		液化アンモニア貯蔵タンク	1.17	—
		アンモニア配管架台	1.77	—
		アンモニアガス配管	4.84	—
		アンモニア分解炉 No.1	0.64	—
		アンモニア分解炉 No.2、No.3	0.35	—
		試験棟・第1－1排風機棟間 配管ラック	0.71	—

ウォークダウン（現場確認）の記録

本総合的評価において、起因事象、想定事象、及びアクシデントマネジメントの検討、評価にあたっては、ウォークダウンの実施を基本とし、当事業所の加工施設に限らず、その他施設及び事業所外周辺に対しても適宜実施した。

主なウォークダウンの実績を以下に示す。

項 目	内 容	期 間
1. 設備調査	アンモニアガス、アンモニア分解ガス及び窒素ガスの配管調査	平成 24 年 1 月 7 日－1 月 31 日
	第 2 加工棟内水配管調査	平成 24 年 1 月 10 日－2 月 9 日
	設備経年変化調査（目視確認）	平成 24 年 1 月 10 日－3 月 26 日
	第 2 加工棟内ダクト調査	平成 24 年 1 月 30 日－2 月 9 日
	所内アスファルト舗装レベルの測量	平成 24 年 2 月 9 日－2 月 10 日
	雨山川調査	平成 24 年 2 月 16 日
	第 2 加工棟外配管ラック調査	平成 24 年 2 月 21 日－3 月 17 日
	第 2 加工棟経年変化調査	平成 24 年 2 月 27 日－3 月 16 日
2. 想定事象に対する調査	火災事象の発生防止及び拡大防止の状況	平成 24 年 2 月 1 日、2 日、6 日、7 日
	臨界事象の発生可否の状況	平成 24 年 2 月 14 日－2 月 21 日