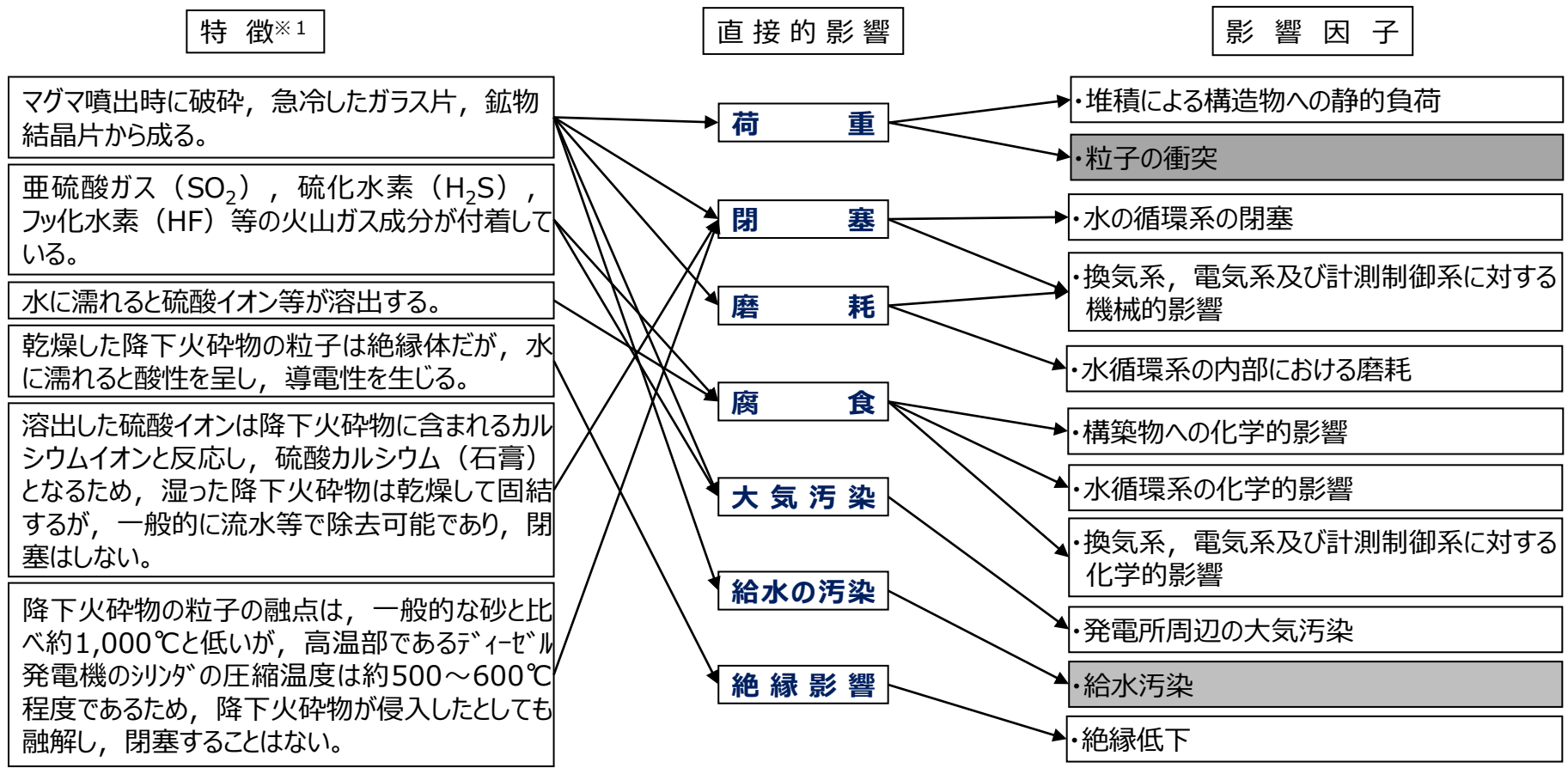


6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 2/7）

【直接的影響評価（1/5）】

➤ 降下火砕物の特徴による直接的な影響因子を抽出し、各評価対象施設に考慮する影響を整理し評価を行う。

降下火砕物の特徴、直接的影響と影響因子



■：粒子の衝突は軽量のため影響なし，給水汚染は給水処理により影響なしと評価

※1:「広域的な火山防災対策に係る検討会（第3回）（資料2）」（事務局：内閣府（防災担当），消防庁，国土交通省水管理・国土保全局砂防部，気象庁：平成24年11月）

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 3/7）

【直接的影響評価（2/5）】

評価対象施設への直接的影響

| 設備区分 | | 評価対象施設 | |
|---------------------------------|---|--|----------|
| 外部事象防護対象施設等 | 建屋 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉建屋 ・原子炉補助建屋 ・ディーゼル発電機建屋 ・循環水ポンプ建屋 | 荷重・腐食 |
| | 屋外に設置されている施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・排気筒 ・A1,A2－燃料油貯油槽タンク室 ・B1,B2－燃料油貯油槽タンク室 ・A1,A2－ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ ・B1,B2－ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ ・主蒸気逃がし弁消音器 ・主蒸気安全弁排気管 ・タービン動補助給水ポンプ排気管 | 閉塞・摩耗・腐食 |
| | | | 荷重・腐食 |
| | | | 閉塞・摩耗・腐食 |
| | 降下火砕物を含む海水の流路となる施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・原子炉補機冷却海水ポンプ ・原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ及び下流設備 | 閉塞・摩耗・腐食 |
| | 降下火砕物を含む空気の流路となる施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・排気筒 ・主蒸気逃がし弁消音器 ・主蒸気安全弁排気管 ・タービン動補助給水ポンプ排気管 ・ディーゼル発電機 ・換気空調設備（原子炉建屋給気ガラー） 　　[ディーゼル発電機室換気装置，制御用空気圧縮機室換気装置及び電動補助給水ポンプ室換気装置] ・換気空調設備（補助建屋給気ガラー） 　　[中央制御室空調装置，安全補機開閉器室空調装置] | 閉塞・摩耗・腐食 |
| | | | 閉塞・摩耗 |
| | | 閉塞・摩耗・腐食 | |
| 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系計装盤 ・非常用の計装用インバータ（無停電電源装置） ・制御用空気圧縮機 | 絶縁影響 | |
| 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設 | <ul style="list-style-type: none"> ・ディーゼル発電機排気消音器及び排気管 ・取水装置（除塵設備） ・換気空調設備（補助建屋給気ガラー） 　　[補助建屋空調装置，格納容器空調装置，試料採取室空調装置] ・換気空調設備（主蒸気管室給気ガラー） 　　[主蒸気管室換気装置，タービン動補助給水ポンプ室換気装置] | 荷重・腐食 | |
| | | 閉塞・摩耗・腐食 | |
| | | 大気汚染 | |

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 4/7）

【直接的影響評価（3/5）】 評価対象施設等へ降下火砕物が与える影響因子の組合せと評価

| 影響因子 評価対象施設等 | 構造物への 静的負荷 | 構造物への 化学的影響 (腐食) | 水循環系の 閉塞・摩耗 | 水循環系の 化学的影響 (腐食) | 換気系、電気系及び 計測制御系に対する 機械的影響 (閉塞・摩耗) | 換気系、電気系及び 計測制御系に対する 化学的影響 (腐食) | 発電所 周辺の 大気汚染 | 絶縁低下 | 備考 |
|--|---------------|------------------------|----------------|------------------------|--|---|--------------------|-------|--------|
| 原子炉建屋，原子炉補助建屋， ディーゼル発電機建屋，循環水ポンプ 建屋， A1，A2－燃料油貯油槽タンク室及び B1，B2－燃料油貯油槽タンク室 | ● | ● | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ | － (①) | － (①) | ● (ポンプ) | ● (ポンプ) | ● (モータ) | ● (モータ) | － (③) | － (③) | 【次頁参照】 |
| 主蒸気逃がし弁消音器 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | － (②) | － (③) | － (③) | 【次頁参照】 |
| 主蒸気安全弁排気管 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | － (②) | － (③) | － (③) | |
| タービン動補助給水ポンプ排気管 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | － (②) | － (③) | － (③) | |
| ディーゼル発電機機関， ディーゼル発電機吸気消音器 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | ● | － (③) | － (③) | |
| ディーゼル発電機排気消音器及び排気 管 | ● | ● | － (③) | － (③) | － (③) | ● | － (③) | － (③) | |
| 換気空調設備（外気取入口） | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | ● | ● | － (③) | |
| 排気筒 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | ● | － (③) | － (③) | |
| 取水装置（除塵設備） | － (①) | － (④) | ● | ● | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ出口スト レーナ及び下流設備 | － (①) | － (④) | ● | ● | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | |
| 制御用空気圧縮機 | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | ● | － (③) | － (③) | － (③) | |
| 安全保護系計装盤，非常用の計装 用インバータ（無停電電源装置） | － (①) | － (②) | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | － (③) | ● | |

凡例 ●：詳細な評価が必要な設備
 -：評価対象外 () 内数値は理由
 【評価除外理由】
 ①：降下火砕物（静的荷重等）の影響を受け難い構造（屋内設備の場合含む）
 ②：腐食に対して，機能に有意な影響を受け難い。
 ③：影響因子と直接関連しない。
 ④：塗装等により腐食が起りにくい。

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 5/7）

【直接的影響評価（4/5）】

具体的な評価例：降下火砕物から防護する建屋等の設計方針及び評価結果

（原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋，循環水ポンプ建屋及び地下埋設の燃料油貯油槽タンク室）

| 評価項目 | 設計方針 | 評価結果 |
|----------------|---|---|
| 構造物の静的負荷 | 許容荷重に対し安全裕度を有することにより，構造健全性を失わずに安全機能を損なわない。 | 層厚，密度及び粒径について審議中であるが，降下火砕物による荷重に対して許容荷重が安全裕度を有することを確認する。 |
| 構造物への化学的影響（腐食） | 降下火砕物による腐食の影響を踏まえ，耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって，短期での腐食により安全機能を損なわない。 | 外壁塗装が施されていることやコンクリート構造であることから，降下火砕物による短期での腐食の影響は小さいことを確認した。 |

具体的な評価例：屋外に設置している設備の設計方針及び評価結果

| 評価項目 | 設計方針 | 評価結果 |
|-----------------------------|--|--|
| 換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞） | 降下火砕物の主蒸気逃がし弁消音器，主蒸気安全弁排気管への侵入等により，機器の機能に影響がないことを評価する。 | 層厚，密度及び粒径について審議中であるが，降下火砕物の侵入により閉塞しないことを確認する。 |
| | 降下火砕物のタービン動補助給水ポンプ排気管への侵入等により，機器の機能に影響がないことを評価する。 | タービン動補助給水ポンプ排気管は，屋外に開口しているが，その構造は開口部が下向きになっていることから，降下火砕物が直接侵入しにくい構造であり，機能に直接影響を及ぼすことはない。 |



タービン動補助給水ポンプ排気管の対策
（排気管末端を下向きに改造）

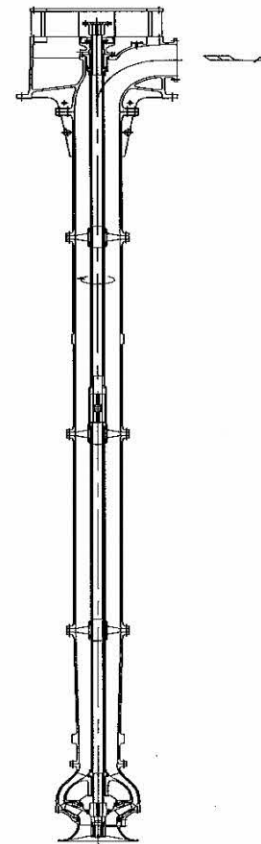
6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 6/7）

【直接的影響評価（5/5）】

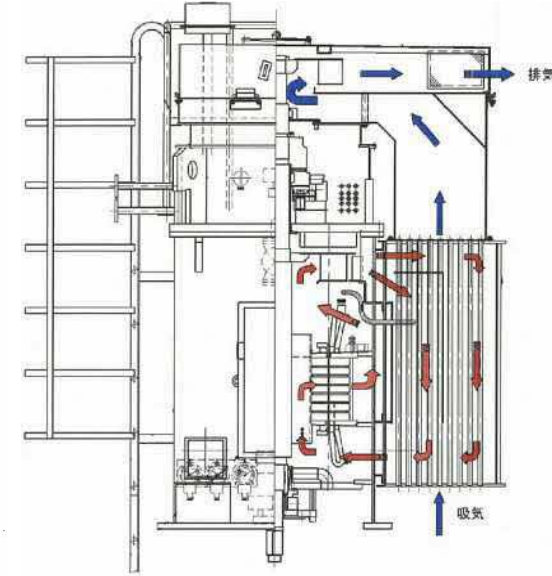
具体的な評価例：原子炉補機冷却海水ポンプ・モータの設計方針及び評価結果

| 評価項目 | 設計方針 | 評価結果 |
|--------------------------------|--|---|
| 水循環系の閉塞・摩耗 | <ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けるとともに、ポンプ軸受部が閉塞しないことで安全機能を損なわない。 主要な降下火砕物による設備内部の摩耗により安全機能を損なわない。 | 層厚、密度及び粒径について審議中であるが、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を有すること及び降下火砕物による設備内部の摩耗が生じないことを確認する。 |
| 水循環系の化学的影響（腐食） | 降下火砕物による腐食の影響を踏まえ、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、短期での腐食により安全機能を損なわない。 | 海水系の化学的影響について、原子炉補機冷却海水ポンプは防汚塗装等の対応を実施している。海水と金属が直接接しないため、腐食により海水ポンプの機能に影響を及ぼすことはない。 |
| 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞、磨耗） | 原子炉補機冷却海水ポンプモータ内部に降下火砕物が侵入しないことで安全機能を損なわない。 | 層厚、密度及び粒径について審議中であるが、原子炉補機冷却海水ポンプモータ内部に降下火砕物が侵入しないことを確認する。 |
| 換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食） | 降下火砕物による腐食の影響を踏まえ、原子炉補機冷却海水ポンプモータ内部に降下火砕物が侵入しない設計であること及び金属材料を用いることで、短期での腐食により安全機能を損なわない。 | 原子炉補機冷却海水ポンプモータは、循環水ポンプ建屋内に設置している。モータ本体は、空冷式空気冷却器により外気を直接電動機内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であり、降下火砕物の侵入はないため、化学的な影響はない。 |

海水ポンプの流水部の狭隘箇所は、降下火砕物の粒径に対し、大きな間隙寸法としている。



海水ポンプモータは、外気を直接電動機内部に取り込まず、
 →の冷却空気
 →の電動機内部空気
 を伝熱管を介して熱交換し冷却している。



原子炉補機冷却海水ポンプ

原子炉補機冷却海水ポンプモータ

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（火山 7/7）

【間接的影響評価】

- 降下火砕物によって発電所に間接的な影響を及ぼす因子は以下のとおり。
 - ① 湿った降下火砕物が送電線の碍子，開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷に伴う「外部電源喪失」
 - ② 降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」
- 間接的影響に対する設計方針及び評価結果を以下に示す。

| 評価項目 | 設計方針 | 評価結果 |
|--------|---|---|
| 外部電源喪失 | 湿った降下火砕物が送電線の碍子，開閉所の充電露出部に付着することによる絶縁低下で生じる，広範囲の送電網の損傷に伴う「外部電源喪失」に対して，安全施設の安全機能が損なわれない。 | ディーゼル発電機は7日間の外部電源喪失，交通の途絶を考慮した場合でも，必要な安全機能※1を担うために電源供給が可能であることを確認 |
| アクセス制限 | 降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」に対して，安全施設の安全機能が損なわれない。 | |

※1 原子炉の停止及び，停止後の原子炉の冷却並びに使用済燃料ピットの冷却

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災 1/7）

外部火災影響評価の基本方針

- 外部火災影響評価ガイドにしたがって考慮すべき、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発及び航空機墜落による火災について、外部火災影響評価を実施する。

| 外部事象 | 火災種別 | | 考慮すべき火災 | 評価内容 | 評価項目 |
|------|--------------|--------------------|--|---|---|
| 自然現象 | 森林火災 →P28 | | 発電所敷地外10km以内を発火点とした発電所に迫る森林火災 | <ul style="list-style-type: none"> 森林火災シミュレーション解析 (FARSITE)による森林火災評価 森林火災評価に基づく発電用原子炉施設の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 火炎到達時間評価※1 防火帯幅評価※2 熱影響評価※3 危険距離評価※4 |
| 人為事象 | 近隣工場等の火災 | 近隣の産業施設の火災・爆発 | 発電所敷地外10km以内の石油コンビナート等の火災・爆発 →P30 | <ul style="list-style-type: none"> 発電所敷地外の石油コンビナート等について発電所との距離等を考慮した危険距離及び危険限界距離評価 | <ul style="list-style-type: none"> 危険距離評価※4 危険限界距離評価※5 |
| | | | 発電所敷地内の危険物施設の火災 →P31 | <ul style="list-style-type: none"> 発電所敷地内の危険物施設火災による熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 熱影響評価※3 |
| | | 航空機墜落による火災 →P32 | <ul style="list-style-type: none"> 墜落を想定する航空機に相当する火災を想定した防護対象設備の熱影響評価 | <ul style="list-style-type: none"> 熱影響評価※3 | |

二次的影響
(ばい煙,
有毒ガス)評価

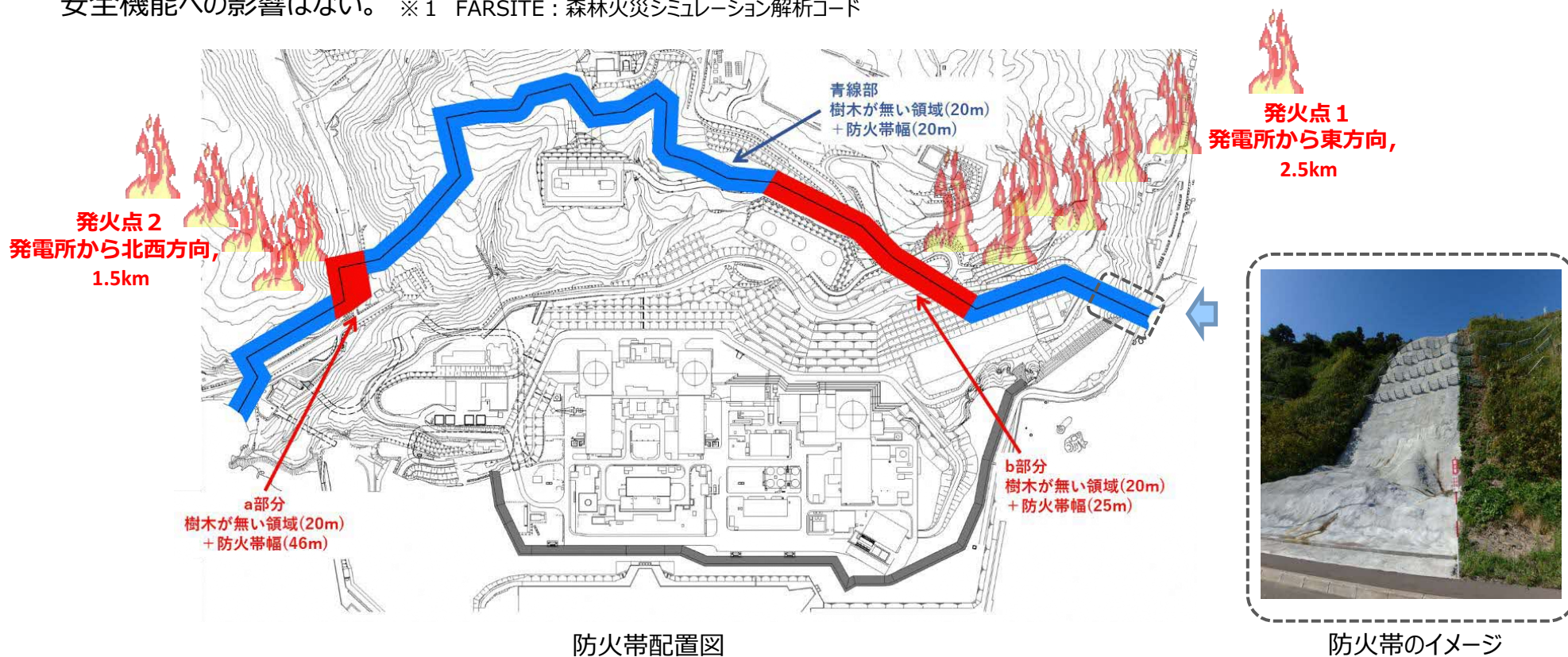
→P33

- ※1 森林火災が発電用原子炉施設に最短で到達する時間。この時間までに、自衛消防隊による消火活動開始が可能か確認する。
- ※2 外部火災影響評価ガイドに基づく火災の防火帯突破確率1%を満足する防火帯幅。この幅が必要な防火帯の最小幅となる。
- ※3 各火災源によって上昇する評価対象施設の表面温度。この温度が各評価対象施設の許容値を下回るか確認する。
- ※4 評価対象施設の表面温度が許容温度を超えない最小距離。この距離が石油コンビナート等と発電用原子炉施設間の離隔距離以下か確認する。
- ※5 コンビナート等のガス爆発の爆風圧が0.01MPa以下になる距離。この距離が石油コンビナート等と発電用原子炉施設間の離隔距離以下か確認する。

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災 2/7）

【森林火災による影響評価】

- 外部火災影響評価ガイドに基づき、最大火線強度により算出される防火帯幅に対し**保守的な防火帯幅を確保**する。
 (発火点1) 17.8mに対し20m以上の防火帯幅を確保する。・・・下図 a,b部分を除く一般部（青色）
 （ただし、20m幅の防火帯の一部は、植生等を考慮し保守的に25m幅を確保・・・下図 b部分（赤色））
 (発火点2) 45.3mに対し46m以上の防火帯幅を確保する。・・・下図 a部分（赤色）
- 森林火災の延焼を防止するために、森林側から「**樹木が無い領域**」及び「**防火帯**」を設定する。
- 防火帯は防護対象設備（クラス3設備である一部のモニタリングポストを除く）及び重大事故等対処設備を囲うように設定する。
- FARSITE※¹ 出力より算出したデータによる温度影響評価の結果、すべての評価対象施設に対し許容温度を下回っており、安全機能への影響はない。 ※¹ FARSITE：森林火災シミュレーション解析コード



6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災 3/7）

【近隣の産業施設の火災・爆発による影響評価】

- 外部火災影響評価ガイドに基づき、燃料輸送車両の火災・爆発について評価し、すべての評価対象施設に対し、離隔距離が危険距離及び危険限界距離を上回っており、安全機能への影響はない。

| 発生場所 | 評価項目 | 想定火災 |
|-------------------|----------|--|
| 輸送ルート上で発電所に最も近い道路 | 燃料輸送車両火災 | 消防法に定められている移動タンク貯蔵所の上限量(30kL)を搭載可能なタンクローリに給油所取扱油種の中で最も輻射発散度が大きいガソリンが満載されている状況を想定 |

6条：外部からの衝撃による損傷の防止（外部火災 4/7）



石油コンビナート等特別防災区域との位置関係



泊発電所から10km圏内に位置する危険物施設

発電所近隣に石油コンビナートはなく、近隣の危険物施設との位置関係から、輸送車両が発電所に最も接近する。



燃料輸送車両火災想定位置との位置関係

燃料輸送車両による火災の危険距離と離隔距離

| 評価対象 | 燃料輸送車両 | |
|--------------|--------|-------|
| | 離隔距離 | 危険距離 |
| 原子炉建屋 | 750[m] | 23[m] |
| 原子炉補助建屋 | 700[m] | |
| ディーゼル発電機建屋 | 800[m] | |
| 循環水ポンプ建屋 | 850[m] | |
| 排気筒 | 750[m] | 10[m] |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ | 850[m] | 21[m] |

危険距離：火災による輻射熱により許容限界温度になる距離