

# 女川原子力発電所2号炉 外部火災影響評価について

平成31年3月5日  
東北電力株式会社

枠囲みの内容は商業秘密の観点から公開できません

## ■ 目次

1. 外部火災防護対象と影響評価の考え方について
2. 外部火災影響評価の概要について
3. 森林火災による影響評価について
4. 石油コンビナート等の火災・爆発について
5. 輸送車両による火災・爆発の影響評価について
6. 船舶による火災の影響評価について
7. 敷地内における危険物施設の火災について
8. 発電所敷地内への航空機墜落による火災について
9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

# 1. 外部火災防護対象と影響評価の考え方について

## 外部火災に対する防護対象の考え方

### 外部火災に対する防護対象の考え方

- ✓ 安全施設に対して、外部火災の影響を受けた場合、原子炉の安全性を確保するために必要な設計上の要求機能を喪失し、安全性の確保が困難となるおそれがあることから、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」において、安全機能を有する設備とされるクラス1,2,3に該当する設備について外部火災に係る防護対象とする。
- ✓ 重大事故等対処施設は、外部火災による影響を受けた場合、炉心損傷防止等の原子炉の安全性に係る対策に大きな影響を与えるおそれがあることから、外部火災に係る防護対象とする。

### 各防護対象設備の影響評価の考え方

安全施設に係る外部火災の影響評価の考え方を表1-1に示す。

表1-1 安全施設に係る外部火災の影響評価の考え方

| 防護対象      | 防護の考え方   | 影響評価   |
|-----------|--|--|
| クラス1, 2   | 高い信頼性を要求されるため、外部火災により機能喪失しないよう、消火設備等の防護手段を期待しない条件のもと、外部火災に対し構築物等の固有の熱影響評価を行い、必要に応じて対策を講じる。 | 外部火災発生時の安全性の評価は、発電用原子炉施設の建屋の外側(コンクリート、鋼、扉等の障壁)の熱影響に対する耐性を確認するため、建屋内の設備については、建屋のコンクリート壁の熱影響評価を、屋外設備については、各機器について熱影響評価を実施する。 |
| クラス3      | 建屋内の設備については、建屋により防護することとし、屋外設備については、防火帯幅の確保、消火活動等による防護又は代替設備の配備によって安全機能を確保する。              | 外部火災に対して、左記の通り安全機能の確保を行うため、個別評価は行わない。  |
| 重大事故等対処施設 | 外部火災による影響の及ばない位置への移動、防火帯内部への配備、代替設備による安全機能の確保により、外部火災の熱影響に対する対応を行う。                        |  |

# 1. 外部火災防護対象と影響評価の考え方について

## 影響評価を実施する防護対象設備について

### ➤ 影響評価を実施する防護対象設備

- ✓ 表1-1よりクラス1,2設備について外部火災による影響評価を実施する。
- ✓ クラス1,2の設備を内包する各建屋およびクラス1,2の屋外設備の影響評価の考え方を表1-2に示す

表1-2 外部火災の影響評価の考え方

| 防護対象 |   | 影響評価   |
|------|---|--|
| 屋内設備 | 原子炉建屋                                   | クラス1,2の設備を内包する建屋については、建屋のコンクリート外壁に対し、熱影響評価を実施する。                                       |
|      | タービン建屋                                  |  |
|      | 制御建屋                                    |  |
| 屋外設備 | 復水貯蔵タンク                                 | 屋外設備であり、外部火災による火炎からの輻射熱を受けることから、熱影響評価を実施する。  |
|      | 排気筒                                     | 屋外設備であり、外部火災による火炎からの輻射熱を受けることから、熱影響評価を実施する。  |
|      | 非常用ディーゼル発電機<br>燃料移送系                    | 女川2号炉の非常用ディーゼル発電機燃料移送系、軽油タンクは地下埋設構造であり、外部火災による火炎からの輻射熱が直接到達することのない構造であるため、熱影響評価は不要である。 |
|      | 軽油タンク                                   |  |
|      | 原子炉補機冷却海水ポンプ<br>及び高圧炉心スプレイ補機<br>冷却海水ポンプ | 屋外設備であり、外部火災による火炎からの輻射熱を受けることから、熱影響評価を実施する。  |

## 2. 外部火災影響評価の概要について

### 外部火災の評価内容

- 考慮すべき外部火災として、森林火災、近隣の産業施設の火災・爆発、及び航空機落下による火災について、影響評価を実施した。具体的な評価内容を表2-1に示す。

表2-1 外部火災の評価内容

| 火災種別          | 考慮すべき火災                         | 評価内容  | 評価項目                         |                                   |
|---------------|---------------------------------|---|------------------------------|-----------------------------------|
| 森林火災          | 発電所敷地外10km以内に発火点を設定した発電所に迫る森林火災 | ・森林火災シミュレーション解析コード(FAR SITE)を用いた森林火災評価<br>・森林火災評価に基づく防護対象設備の熱影響評価 | ・防火帯幅評価<br>・熱影響評価<br>・危険距離評価 | 二次的<br>影響<br>(ばい煙,<br>有毒ガ<br>ス)評価 |
| 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    | ・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影響評価                            | ・危険距離評価<br>・危険限界距離評価         |                                   |
|               | 発電所敷地内の危険物貯蔵施設の火災               | ・発電所敷地内の危険物施設火災による熱影響評価   | ・熱影響評価                       |                                   |
| 航空機落下による火災    | 敷地への航空機落下時の火災                   | ・航空機の落下で発生する火災による原子炉施設の熱影響評価                                      | ・熱影響評価                       |                                   |

### 3. 森林火災による影響評価について 評価の流れ

- 森林火災による防護対象設備への熱影響評価については、森林火災シミュレーション解析コード:FARSITEを使用し、以下の手順により評価を実施した。

表3-1 森林火災の評価手順

| 評価手順 |                           | 実施事項  |
|------|---------------------------|---|
| 1    | FARSITE<br>入力条件検討         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所周辺の森林状況を踏まえた植生の設定</li> <li>・森林火災の発生件数を考慮した気象条件の選定</li> <li>・発電所周辺10km以内の森林火災に至る発火点の選定</li> </ul> |
| 2    | FARSITE<br>森林火災解析         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林火災の大きさ(火線強度, 火炎輻射強度, 火炎長等)の算出</li> <li>・防火帯への火炎到達時間の算出</li> </ul>                                 |
| 3    | FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・延焼を防止するための防火帯設定<br/>(防火帯として必要な幅は, 火線強度より算出)</li> <li>・防護対象設備に対する熱影響評価及び危険距離の算出</li> </ul>           |
|      |                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>・森林火災時の火炎到達時間を考慮した消火活動の成立性評価</li> </ul>  |

### 3. 森林火災による影響評価について FARSITE入力条件検討(土地利用データ・植生データ) (1/2)

- 現地状況を可能な限り模擬するため、土地利用データ及び植生データについて以下のように取り扱う。

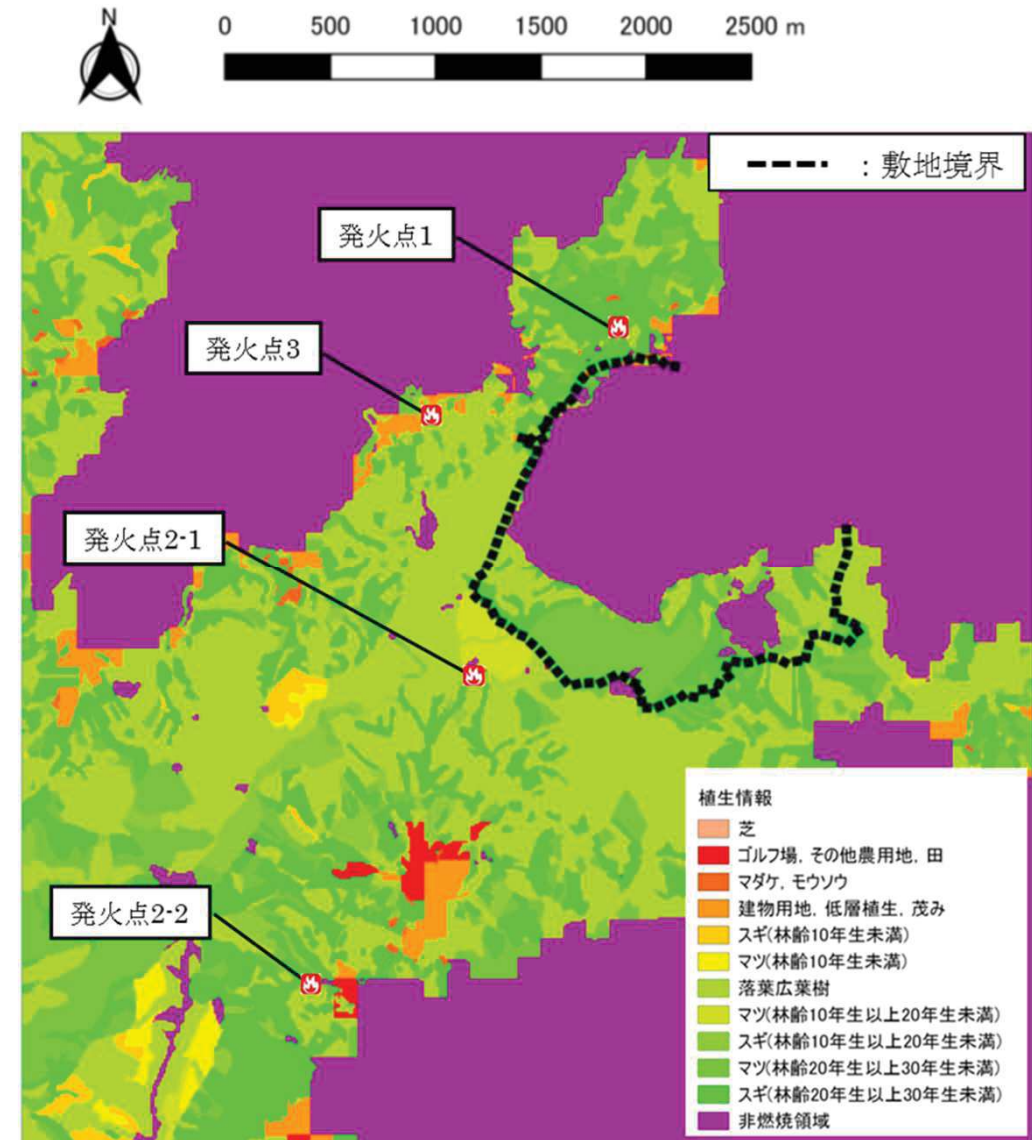
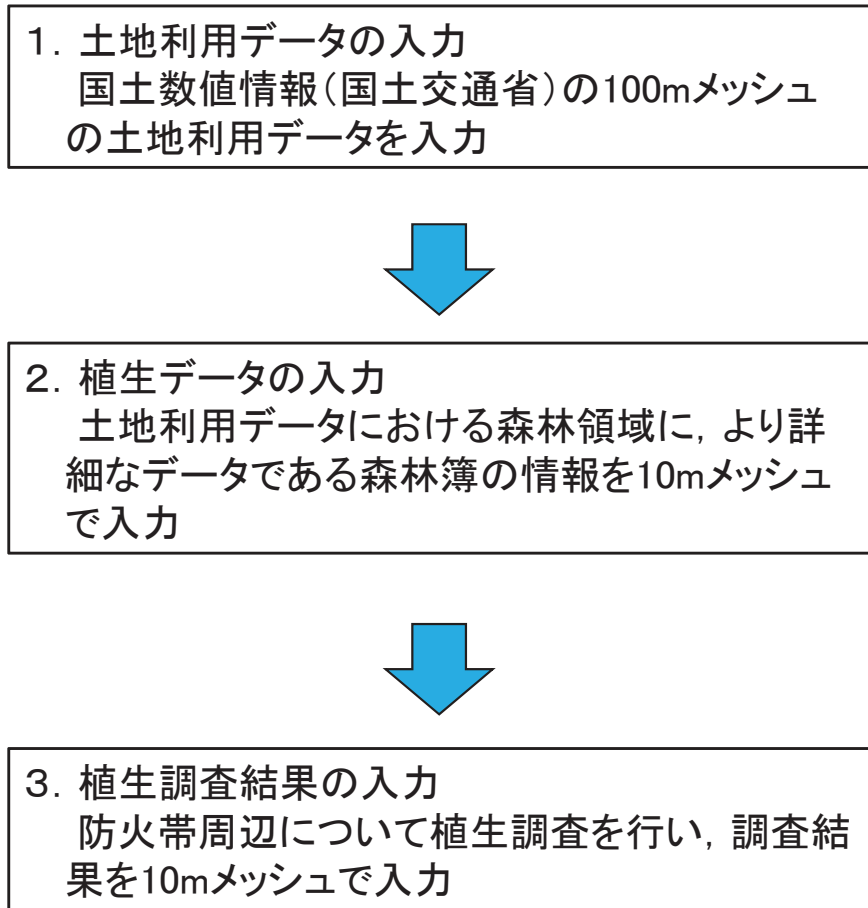


図3-1 発電所周辺植生分布図

### 3. 森林火災による影響評価について

#### FARSITE入力条件検討(土地利用データ・植生データ) (2/2)

- 植生の入力にあたって、地方自治体より入手した森林簿及び国土数値情報 土地利用細分メッシュ等を確認の上、以下のよう  
に保守性を考慮して入力を行っている。
- i. 土地利用細分メッシュからの植生データ入力
- (i) ゴルフ場、田及びその他農業用地の植生入力  
Short grassを保守的に燃えやすいTall grassとしてFARSITEへ入力
- (ii) 荒地の植生入力  
非燃焼領域を、保守的に燃えやすい植生のBrush(茂み)としてFARSITEへ入力
- ii. 森林簿及び植生調査からの植生データ入力
- ・1メッシュ内に複数の樹種、林齢が混在する場合、火線強度が最も大きくなるよう代表樹種を選定してFARSITEへ入力
  - ・植生調査結果を踏まえ、表3-2のとおり燃えやすい林齢を設定

表3-2 林齢の設定

| 森林簿, 植生調査結果  | 保守的林齢設定後     |
|--------------|--------------|
| 10年生未満       | 10年生未満       |
| 10年生以上20年生未満 | 10年生未満       |
| 20年生以上30年生未満 | 10年生以上20年生未満 |
| 30年生以上40年生未満 | 20年生以上30年生未満 |
| 40年生以上       | 30年生以上40年生未満 |

#### iii. 樹冠率の入力

樹冠率は、森林に該当するカテゴリ3(50~80%)及び4(81~100%)の中から、火線強度が強くなるカテゴリ3を設定

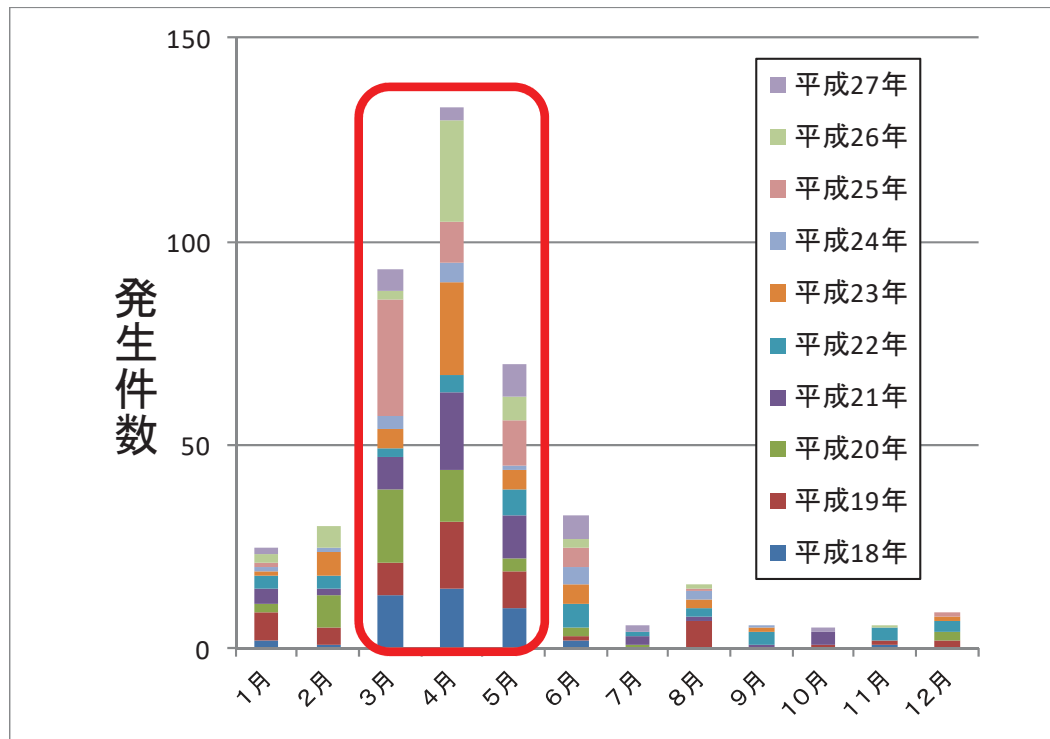


### 3. 森林火災による影響評価について FARSITE入力条件検討(気象データ) (1/2)

- 気象データの詳細説明を以下に示す。

#### 外部火災の影響評価ガイドの気象条件に係る記載内容

- ✓ 気象条件は過去10年間に調査し、森林火災の発生件数の多い月の最小湿度、最高気温、及び最大風速の組合せとする。
- ✓ 風向は卓越風向とし、発電所の風上に発火点を設定する。



(出典:宮城県消防防災年報)

図3-2 森林火災の月別発生件数

#### FARSITEに入力する気象条件の選定結果

- ✓ 宮城県における平成18年～平成27年の各月の森林火災の発生件数を調査し、森林火災の発生件数の多い月を選定した。
- ✓ 森林火災の発生件数が多い、3～5月を対象月とした。

### 3. 森林火災による影響評価について FARSITE入力条件検討(気象データ) (2/2)

表3-3 気象観測データ(3月～5月)

| 年月      | 江ノ島              |              |               |     | 石巻           |             |               |     |
|---------|------------------|--------------|---------------|-----|--------------|-------------|---------------|-----|
|         | 最多風向             | 最高気温<br>[°C] | 最大風速          |     | 最高気温<br>[°C] | 最小湿度<br>[%] | 最大風速          |     |
|         |                  |              | 最大風速<br>[m/s] | 風向  |              |             | 最大風速<br>[m/s] | 風向  |
| 2008年3月 | 西北西              | 13.7         | 17.0          | 北北東 | 16.2         | 23          | 14.1          | 西北西 |
| 2009年3月 | 西北西              | 16.2         | 14.3          | 北西  | 16.9         | 22          | 16.7          | 西北西 |
| 2010年3月 | 西北西              | 13.5         | 20.3          | 北北東 | 15.9         | 27          | 18.2          | 西北西 |
| 2011年3月 | 西北西              | 10.6         | 13.8          | 西北西 | 18.6         | 29          | 13.6          | 西北西 |
| 2012年3月 | 西北西              | 13.1         | 16.4          | 北北西 | 13.4         | 34          | 16.6          | 西北西 |
| 2013年3月 | 西北西              | 17.2         | 20.5          | 西北西 | 17.5         | 24          | 19.5          | 西北西 |
| 2014年3月 | 西北西              | 18.9         | 19.6          | 北北西 | 19.3         | 25          | 16.9          | 西北西 |
| 2015年3月 | 西北西              | 16.6         | 16.8          | 西北西 | 17.1         | 18          | 20.4          | 東南東 |
| 2016年3月 | 西北西              | 16.4         | 14.9          | 北西  | 16.7         | 21          | 14.1          | 西北西 |
| 2017年3月 | 西北西              | 14.2         | 16.4          | 北北東 | 13.3         | 28          | 17.3          | 西北西 |
| 2008年4月 | 北北東              | 19.9         | 20.5          | 北北東 | 20.5         | 15          | 21.3          | 北東  |
| 2009年4月 | 西北西              | 21.5         | 18.4          | 北北東 | 22.4         | 19          | 15.6          | 西北西 |
| 2010年4月 | 西北西              | 15.2         | 14.8          | 西北西 | 16.1         | 28          | 14.0          | 西北西 |
| 2011年4月 | 欠測(震災による測定データ欠測) |              |               |     | 21.0         | 19          | 15.6          | 北西  |
| 2012年4月 | 西北西              | 18.7         | 17.1          | 南   | 21.1         | 20          | 16.5          | 南南東 |
| 2013年4月 | 西北西              | 19.7         | 18.7          | 西北西 | 22.5         | 18          | 17.9          | 西北西 |
| 2014年4月 | 西北西              | 19.9         | 16.4          | 西北西 | 21.6         | 15          | 14.9          | 西北西 |
| 2015年4月 | 北<br>南南西         | 25.0         | 13.2          | 北西  | 24.0         | 16          | 13.6          | 西北西 |
| 2016年4月 | 南南西              | 18.6         | 17.2          | 西北西 | 20.9         | 18          | 16.8          | 南南東 |
| 2017年4月 | 西北西              | 21.3         | 19.8          | 西北西 | 25.2         | 20          | 16.3          | 西南西 |
| 2008年5月 | 北東               | 22.0         | 14.8          | 南東  | 24.4         | 18          | 16.3          | 東南東 |
| 2009年5月 | 南南西              | 23.2         | 13.5          | 西   | 24.9         | 17          | 16.5          | 西北西 |
| 2010年5月 | 北東<br>南南西<br>西北西 | 25.2         | 11.7          | 北西  | 27.1         | 26          | 13.4          | 西北西 |
| 2011年5月 | 欠測(震災による測定データ欠測) |              |               |     | 22.7         | 26          | 23.8          | 北東  |
| 2012年5月 | 西北西              | 21.7         | 12.9          | 西北西 | 24.2         | 23          | 16.4          | 東南東 |
| 2013年5月 | 南                | 22.3         | 14.2          | 北北東 | 25.5         | 27          | 13.6          | 西北西 |
| 2014年5月 | 南南西              | 24.5         | 16.3          | 西北西 | 30.0         | 21          | 14.8          | 西   |
| 2015年5月 | 南南西              | 25.9         | 11.9          | 西北西 | 28.2         | 22          | 14.6          | 西北西 |
| 2016年5月 | 北                | 27.5         | 11.1          | 西北西 | 30.7         | 18          | 14.7          | 南南東 |
| 2017年5月 | 南南西              | 26.9         | 12.9          | 西北西 | 28.0         | 26          | 12.8          | 西北西 |
| 最大値     | 西北西              | 27.5         | 20.5          | 西北西 | 30.7         | 15          | 23.8          | 西北西 |

：FARSITEに入力する気象データ

(出典：宮城県消防防災年報)

表3-4 江ノ島観測所における卓越風向(平成18年～平成27年)

| 風向  | 最多風向出現回数(日単位) |    |    | 計   |
|-----|---------------|----|----|-----|
|     | 3月            | 4月 | 5月 |     |
| 北   | 3             | 18 | 25 | 46  |
| 北北東 | 35            | 27 | 28 | 90  |
| 北東  | 14            | 19 | 24 | 57  |
| 東北東 | 3             | 3  | 1  | 7   |
| 東   | 2             | 0  | 2  | 4   |
| 東南東 | 4             | 1  | 2  | 7   |
| 南東  | 8             | 8  | 4  | 20  |
| 南南東 | 8             | 9  | 7  | 24  |
| 南   | 11            | 24 | 42 | 77  |
| 南南西 | 27            | 41 | 55 | 123 |
| 南西  | 6             | 4  | 8  | 18  |
| 西南西 | 0             | 3  | 0  | 3   |
| 西   | 9             | 8  | 5  | 22  |
| 西北西 | 104           | 69 | 47 | 220 |
| 北西  | 30            | 18 | 16 | 64  |
| 北北西 | 20            | 17 | 8  | 45  |

卓越風向グループ※

\* 10回以上をグループ化 (出典：気象庁HP 気象統計情報)

#### FARSITEに入力する気象条件の選定結果

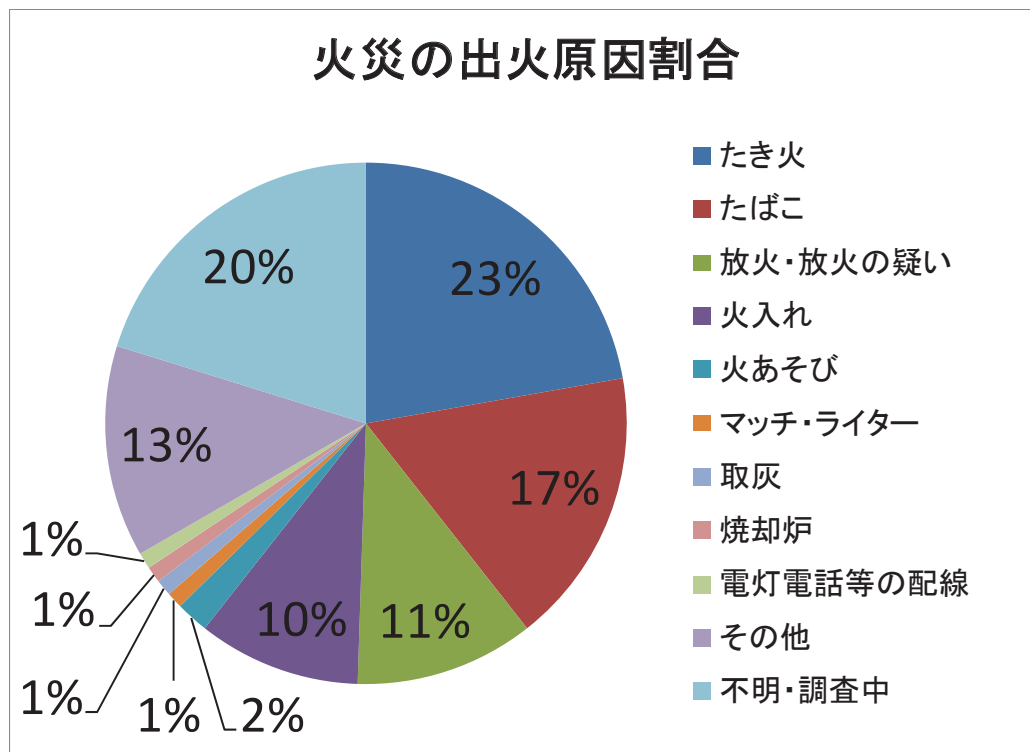
- ✓ 3～5月の最高気温, 最小湿度, 及び最大風速を選定した。
  - ・ 最高気温: 30.7 [°C]
  - ・ 最小湿度: 15 [%]
  - ・ 最大風速: 23.8 [m/s]
- ✓ 3～5月の最多風向出現回数を調査し, 出現回数が多い北北東, 南南西, 西北西を卓越風向グループとした。

### 3. 森林火災による影響評価について 発火点位置の選定（1／2）

#### 外部火災の影響評価ガイドの気象条件に係る記載内容

- ✓ 風向は卓越風向とし，発電所の風上に発火点を設定する。
- ✓ 発電所から直線距離10kmの範囲で設定する。
- ✓ 発火源は最初に人為的行為を考え，道路沿いを発火点とする。さらに必要に応じて想定発火点を考え評価する。

- 森林火災の発生原因は図3-3のとおり，たき火(23%)，たばこ(17%)，放火・放火の疑い(11%)及び火入れ(10%)等の人為的な行為であることから，発電所近隣の居住地区及び道路沿いを選定候補とした。



(出展: 宮城県消防防災年報)

図3-3 火災の出火原因割合(平成18年～平成27年)

### 3. 森林火災による影響評価について 発火点位置の選定 (2/2)

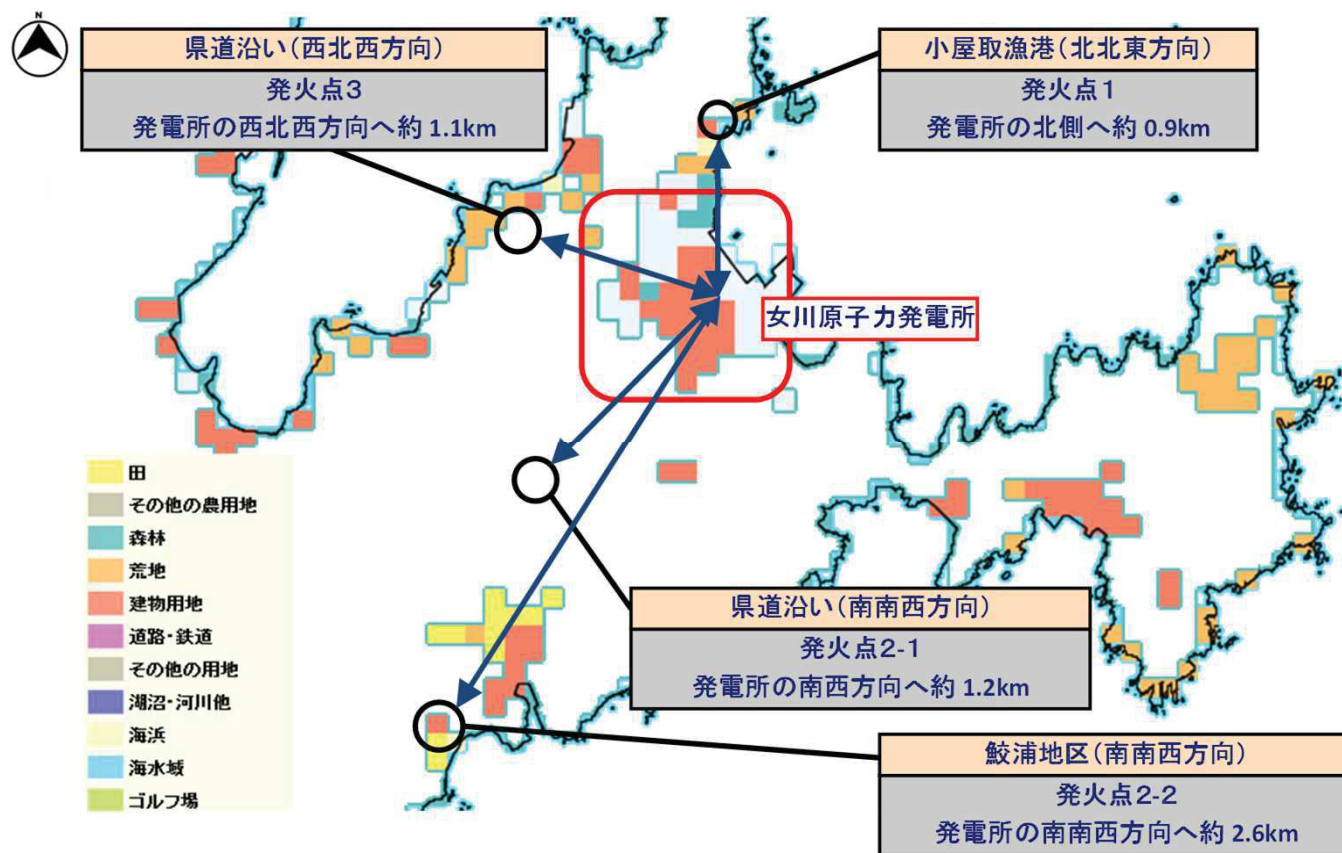


図3-4 発火点位置

#### 発火点の選定結果

- ✓ 発電所の北北東方向の風上の発火点として、民宿、社員寮等の居住地区が存在する小屋取地区の漁港沿いを発火点1として選定した。
- ✓ 発電所の南南西方向の風上の発火点として、発電所に近い県道沿いを発火点2-1、居住区及び田が存在する鮫浦地区を発火点2-2として選定した。
- ✓ 発電所の西北西方向の風上の発火点として、発電所周辺の道路沿いから発電所に近い地点を発火点3として選定した。

### 3. 森林火災による影響評価について FARSITE解析結果

➤ FARSITE解析結果を以下に示す。

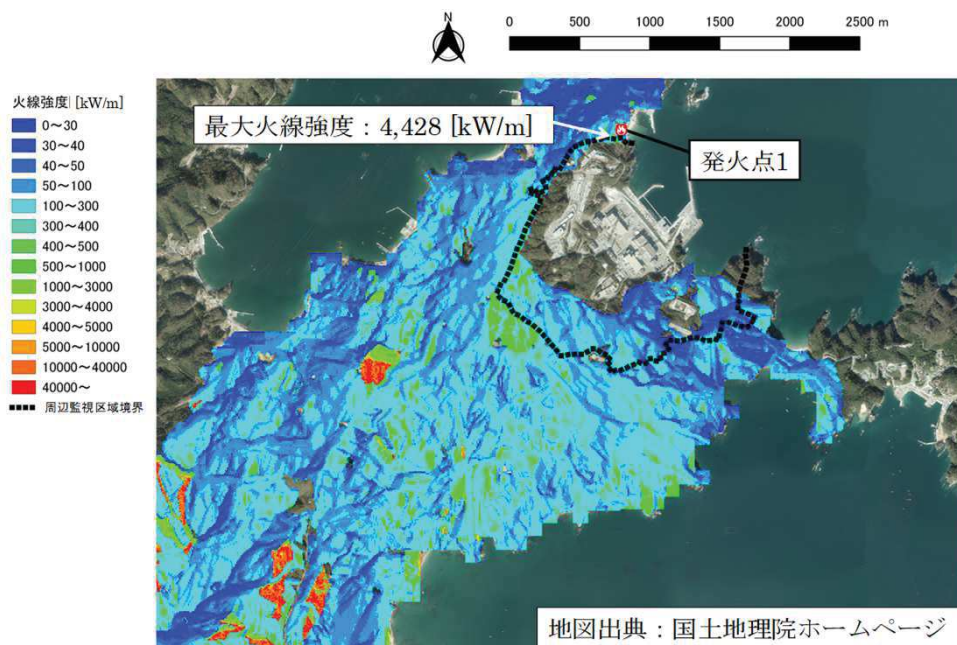


図3-5 最大火線強度(発火点1)

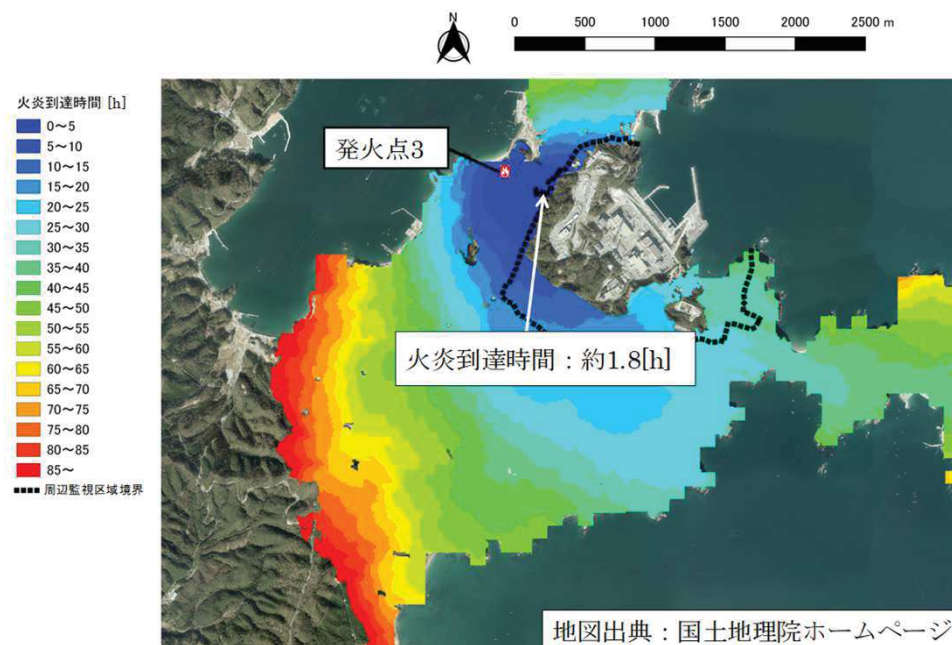


図3-6 火炎到達時間(発火点3)

表3-5 FARSITE解析結果

| 項目               | 内容                                    | 出力値  |
|------------------|---------------------------------------|--|
| 最大火線強度<br>[kW/m] | 防火帯外縁から100mの範囲において最も火線強度が大きかったときの火線強度 | 発火点1 : 4,428<br>発火点2-1 : 3,212<br>発火点2-2 : 2,901<br>発火点3 : 3,260 |
| 火炎到達時間<br>[h]    | 出火から火炎の前線が防火帯外縁に到達するまでの最短の時間          | 発火点1 : 約2.6<br>発火点2-1 : 約5.3<br>発火点2-2 : 約13.4<br>発火点3 : 約1.8    |

### 3. 森林火災による影響評価について 防火帯設定の考え方

- 森林火災の延焼防止を目的とし、森林伐採の上、評価上必要とされる防火帯(幅20m)を設置する。
- 防護対象設備及び重大事故等対処施設を囲うように設定する。
- 発電所設備及び駐車場の配置状況を考慮し、干渉しないよう設定する。
- モルタル吹付仕様を原則とする。
- 燃焼物及び初期消火活動の支障となる物品が存在しないことを確認し、除草等の管理を行う。

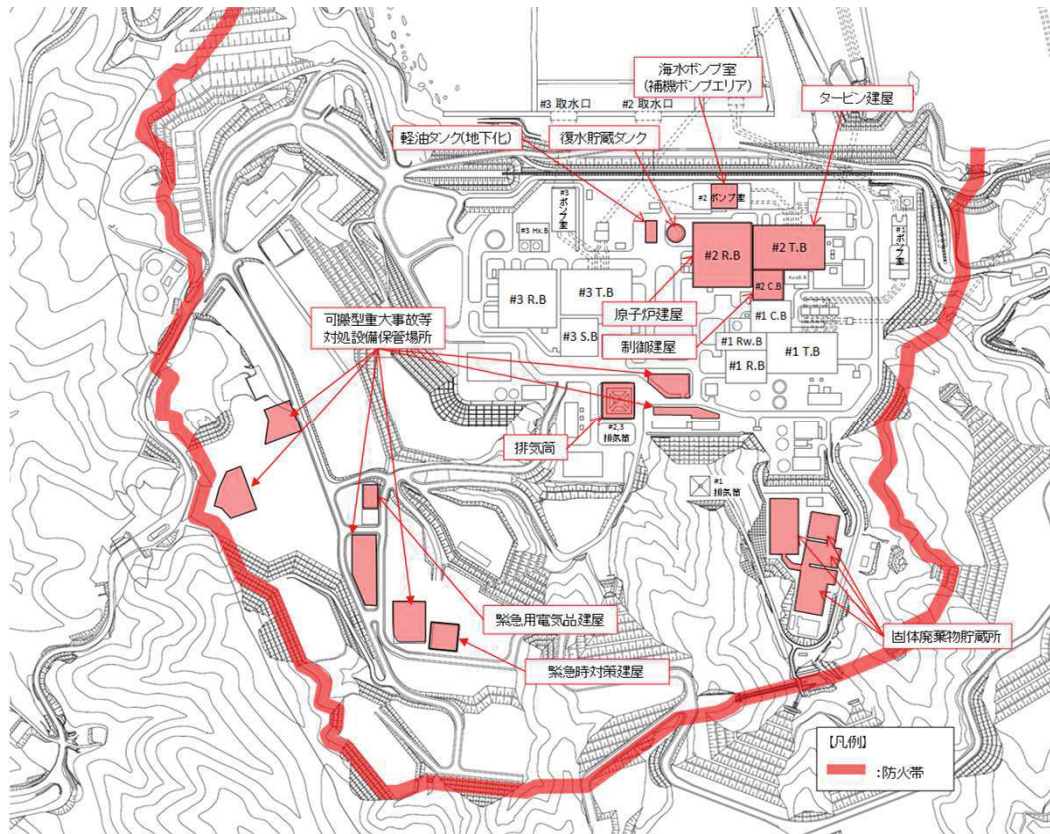


図3-7 防火帯の設定

最大火線強度 : 4,428[kW/m](発火点1)



風上に樹木が有る場合の火線強度と最小防火帯幅の関係  
(火災の防火帯突破確立1%)

|                |     |       |       |       |       |       |        |        |
|----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 火線強度<br>(kW/m) | 500 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | 10,000 | 15,000 |
| 防火帯幅<br>(m)    | 16  | 16.4  | 17.4  | 18.3  | 19.3  | 20.2  | 24.9   | 29.7   |

出典:原子力発電所の外部火災影響評価ガイド



必要とされる防火帯幅 : 19.7m



設定防火帯幅 : 20m

### 3. 森林火災による影響評価について 火災の到達時間の評価結果（1/2）

#### 【予防散水に関わる評価】

発電所周辺付近からの想定森林火災の火災到達時間が最短（約1.8時間）となる発火点3から出火した森林火災が、防火帯外縁に到達する散水地点において予防散水を実施する。過去の実績等から想定した時間で評価した結果、出動連絡後、約32分で散水活動が開始可能と評価し、火災発生後、発火点3の火災到達時間1.8時間（約108分）以内で予防散水が可能である。

#### 【外部火災の覚知方法】

発電所敷地外の覚知は以下の方法がある。

- ・自然現象監視カメラによる監視
- ・24時間常駐している警備員による覚知，運転員によるパトロールによる覚知
- ・通常勤務の構内の社員及び協力会社従業員による覚知
- ・事務所に設置している地元自治体の防災行政無線傍受による覚知
- ・消防機関からの連絡による覚知

#### 【予防散水体制】

- ・自衛消防隊の初期消火要員（10名）が24時間常駐しており，防火帯内側に配備している消防自動車により，早期に予防散水の開始が可能である。

散水開始までの所要時間

| 手順    | 内容                      | 対応者           | 経過時間（時間） |                    |             |
|-------|-------------------------|---------------|----------|--------------------|-------------|
|       |                         |               | 0        | 1                  | 1.8         |
| ①火災発生 | 森林火災発生                  | —             | ▽森林火災発生  | □ : 過去の実績等から想定した時間 |             |
| ②火災覚知 | 警備員による覚知，自然現象監視カメラによる覚知 | 正門守衛所中央制御室    |          | ▽火災発見              |             |
| ③出動準備 | 初期消火要員へ連絡               | 通報連絡責任者（発電課長） |          | ▽連絡                |             |
|       | 出動準備～消防自動車出動まで          | 初期消火要員        |          | 約15分 □             |             |
| ④移動   | 防火水槽到着まで                | 初期消火要員        |          | 約3分 □              |             |
| ⑤放水準備 | ホース敷設                   | 初期消火要員        |          | 約10分 □             |             |
| ⑥放水開始 | 消防ホース敷設後の予防散水まで         | 初期消火要員        |          | 約4分 □              | ▼32分後散水準備完了 |

図3-8 防火帯付近（発火点3）への予防散水手順と所要時間

### 3. 森林火災による影響評価について 火災の到達時間の評価結果 (2/2)

#### 【自衛消防隊による散水位置】

防火帯により森林火災が発電用原子炉施設へ影響を及ぼすことはないが、森林火災の状況に応じて防火帯付近へ予防散水を行う。発火点3から出火した森林火災が、最短で防火帯外縁に到達する散水地点において予防散水を実施する。

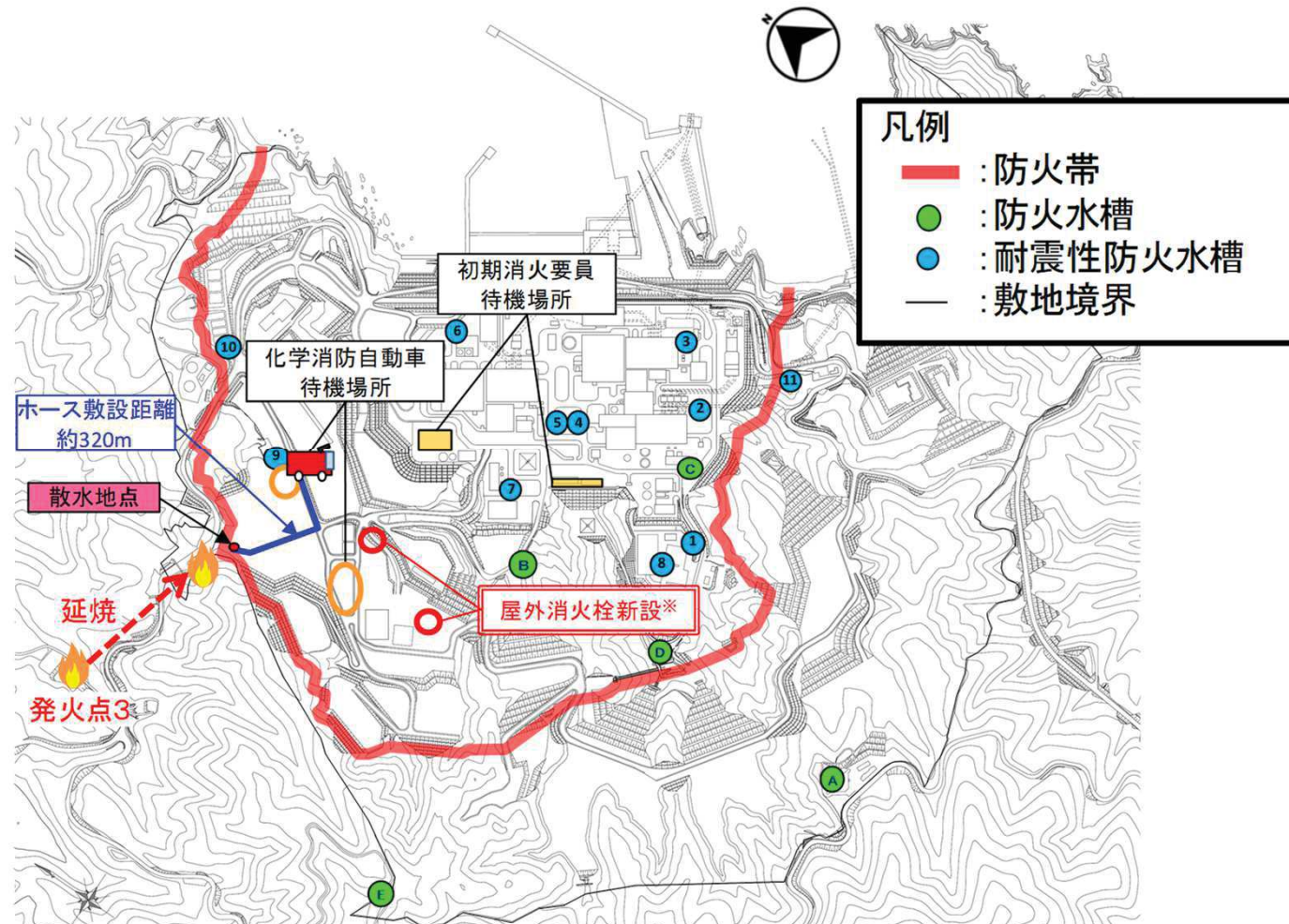


図3-9 防火帯付近の散水位置



### 3. 森林火災による影響評価について

#### FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 (1/3)

➤ FARSITE出力からの出力データ及びその出力より算出したデータを以下に示す。

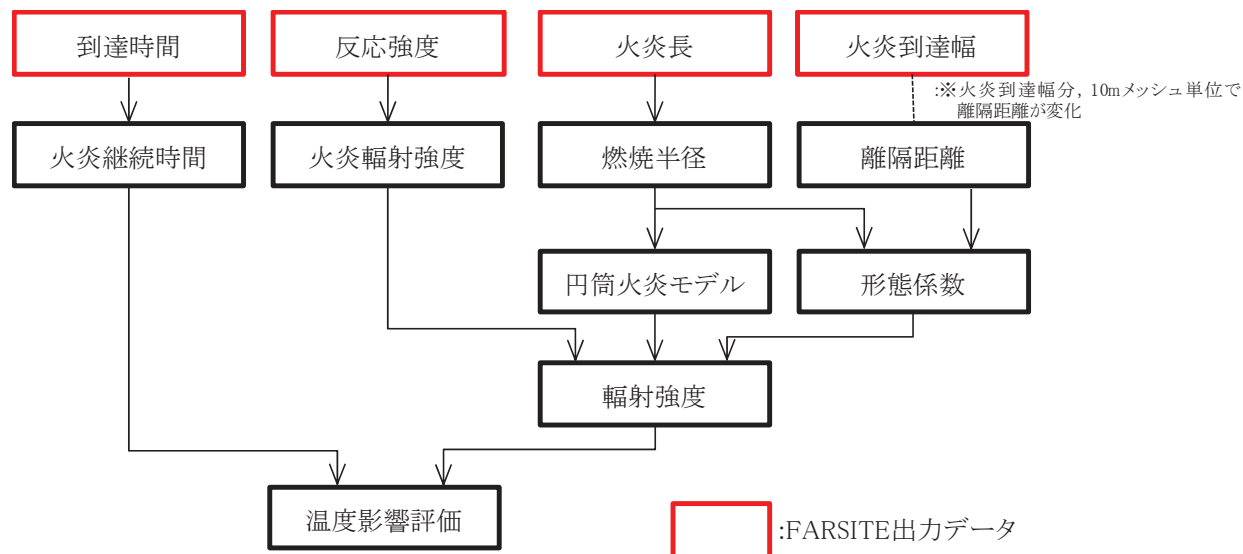


図3-10 温度影響評価(概要図)

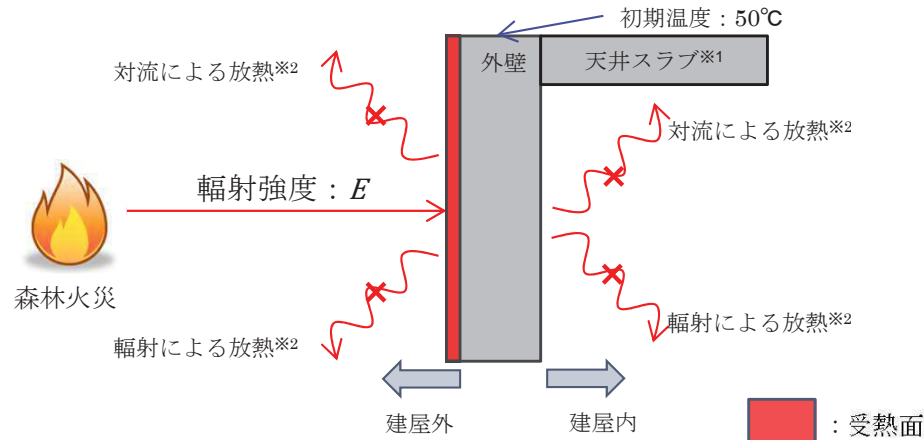
表3-6 FARSITE出力項目

| 項目                             |                             | 内容(用途)  |
|--------------------------------|-----------------------------|---|
| FARSITE<br>出力                  | 到達時間 [h]                    | 出火から火災の前線が該当地点に到達するまでの時間(火炎継続時間の算出)   |
|                                | 反応強度 [kW/m <sup>2</sup> ]   | 単位面積当たりの熱放出速度であり, 火炎輻射強度の根拠となる火災規模(火炎輻射強度の算出)   |
|                                | 火炎長 [m]                     | 火炎の高さ(円筒火炎モデルの形態係数の算出)  |
| FARSITE<br>出力より<br>算定した<br>データ | 火炎継続時間 [h]                  | 火炎到達時間より算出(円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出)  |
|                                | 火炎輻射強度 [kW/m <sup>2</sup> ] | 発電所防火帯外縁より約100m以内における反応強度(最大)に米国防火協会(NFPA)の係数0.377 <sup>※1</sup> を乗じて算出(円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出) |
|                                | 燃焼半径 [m]                    | 火炎長に基づき算出。(円筒火炎モデルの形態係数の算出)   |
|                                | 火炎到達幅 [m]                   | 発電所敷地境界の火炎最前線の長さ(円筒火炎モデル数の算出)   |

※1 発電所敷地近傍には針葉樹, 落葉広葉樹がある。そのため, 輻射熱割合は, 針葉樹:0.377並びに落葉広葉樹:0.371(全米防火協会(NFPA)「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」に定める係数)のうち保守的に大きい値である0.377を採用した。

### 3. 森林火災による影響評価について FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 (2/3)

➤ 評価対象施設に対する温度評価の概念図を以下に示す。



※1:天井スラブは外壁よりも火災源からの距離が遠いことから、天井スラブの評価は外壁の評価に包絡される  
 ※2:コンクリート表面温度評価にあたっては、対流及び輻射による放熱は考慮しないものとした

図3-11 建屋温度評価概念図

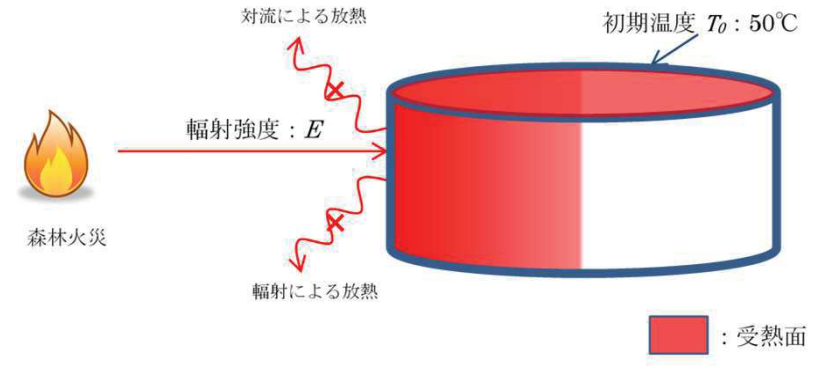


図3-12 復水貯蔵タンク温度評価概念図

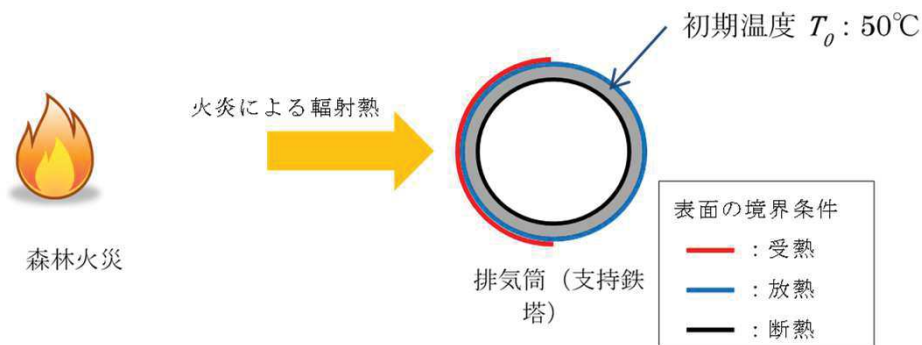


図3-13 排気筒温度評価概念図

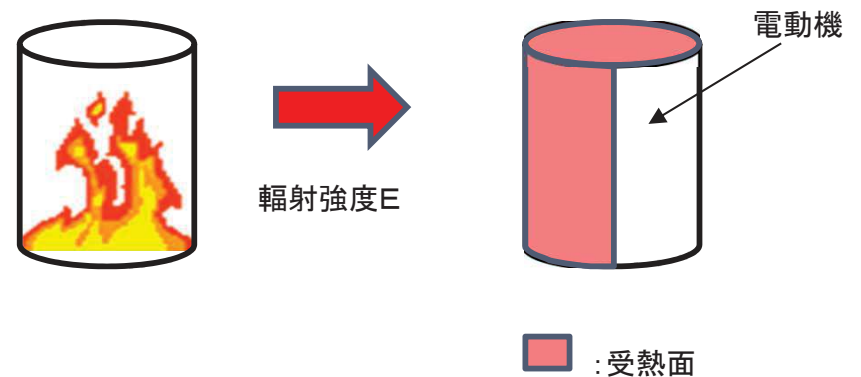


図3-14 海水ポンプ温度評価概念図

### 3. 森林火災による影響評価について

#### FARSITEの解析結果を用いた防護対象設備の評価 (3/3)

- FARSITE出力より算出したデータによる温度影響評価を以下に示す。

表3-7 危険距離評価結果

| 防護対象設備            | 危険距離                      | 説明  |
|-------------------|---------------------------|---|
| 建屋                | 16m<防火帯外縁からの最短離隔距離(約74m)  | 建屋外壁の表面温度が許容温度(200℃)を超えない最短離隔距離。<br>なお、防火帯外縁からの最短離隔距離(約74m)における外壁表面温度は約64℃である。                                      |
| 復水貯蔵タンク           | 9m<防火帯外縁からの最短離隔距離(約340m)  | 復水貯蔵タンクの温度が許容温度(66℃)を超えない最短離隔距離。<br>なお、防火帯外縁からの最短離隔距離(約340m)におけるタンク温度は約51℃である。                                      |
| 排気筒               | 16m<防火帯外縁からの最短離隔距離(約339m) | 排気筒の温度が許容温度(325℃)を超えない最短離隔距離。<br>なお、防火帯外縁からの最短離隔距離(約339m)における排気筒温度は約51℃である。   |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 31m<防火帯外縁からの最短離隔距離(約302m) | 原子炉補機冷却海水ポンプ電動機の軸受温度が許容温度(40℃)を超えない最短離隔距離。<br>なお、防火帯外縁からの最短離隔距離(約302m)における原子炉補機冷却海水ポンプの軸受温度は約28℃である。                |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 21m<防火帯外縁からの最短離隔距離(約302m) | 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機の軸受温度が許容温度(55℃)を超えない最短離隔距離。<br>なお、防火帯外縁からの最短離隔距離(約302m)における高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機の軸受温度は約41.1℃である。 |

危険距離：防護対象設備の許容温度以下となる離隔距離， 最短離隔距離：防火帯外縁(火炎側)と防護対象設備の最短距離

## 4. 石油コンビナート等の火災・爆発について 近隣の産業施設の火災・爆発の影響評価(評価内容)

- ▶ ガイドに基づき近隣の産業施設の火災・爆発の影響評価における評価項目及び評価方法を以下に示す。

表4-1 近隣の産業施設の火災・爆発の影響評価(評価内容)

| 設置場所       | 評価項目                     | 評価方法  |
|------------|--------------------------|---|
| 発電所<br>敷地外 | ①石油コンビナート等の影響評価          | ・発電所の敷地外10km以内に設置されている石油コンビナート施設の有無を確認し、当該施設の火災・爆発による発電所の防護対象設備への影響について評価   |
|            | ②石油コンビナート以外の危険物貯蔵施設の影響評価 | ・発電所の敷地外10km以内に設置されている危険物貯蔵施設(石油類及びガス貯蔵設備)の有無を確認し、当該施設の火災・爆発による発電所の防護対象設備への影響について評価<br>・評価にあたっては発電所との間の地形等を考慮し、当該施設の火災による発電所の防護対象設備への熱影響及び爆風圧の影響を評価 |

## 4. 石油コンビナート等の火災・爆発について

### ①石油コンビナート等の火災・爆発による影響評価

- 宮城県内において石油コンビナート等特別防災区域に指定されているのは塩釜地区、仙台地区の2箇所である。下図に示すとおりいずれの区域も女川原子力発電所から約40km離れており、10km圏内に該当する箇所はない。



図4-1 石油コンビナート等特別防災区域と発電所との位置関係

## 4. 石油コンビナート等の火災・爆発について

### ②石油コンビナート以外の危険物貯蔵施設による影響評価(1/2)

- 消防法等に基づき消防署へ届出されている危険物貯蔵施設等のうち発電所から10km圏内に位置する施設を抽出し、発電所から最も距離の近い施設及び危険物の最大数量貯蔵している施設をそれぞれ抽出した。  
なお、発電所から10km圏内にLPG基地がないことを確認している。

表4-2 発電所敷地外危険物火災の想定火災条件(石油類貯蔵施設)

| 発生場所            | 火災源となる燃料 | 最大貯蔵量 | 離隔距離   | 想定火災   |
|-----------------|----------|-------|--------|--|
| 発電所に最も近い石油類貯蔵施設 | ガソリン     |       | 2,500m | 発電所に最も近い位置の石油類貯蔵施設に発電所10km圏内(敷地内除く)の最大貯蔵量のガソリンがあったと仮定したときの火災 |

表4-3 石油類貯蔵施設の熱影響評価結果

| 評価対象              | 離隔距離[m] | 危険距離[m] |
|-------------------|---------|---------|
| 原子炉建屋             | 2400    | 48      |
| 制御建屋              | 2400    | 48      |
| タービン建屋            | 2300    | 48      |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 2400    | 99      |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 2400    | 65      |
| 固体廃棄物貯蔵所          | 2500    | 48      |
| 排気筒               | 2600    | 47      |
| 復水貯蔵タンク           | 2500    | 18      |



図4-2 発電所から10km圏内に位置する危険物貯蔵施設等

## 4. 石油コンビナート等の火災・爆発について

### ②石油コンビナート以外の危険物貯蔵施設による影響評価(2/2)

表4-4 発電所敷地外危険物火災の想定火災条件(高圧ガス貯蔵施設)

| 発生場所             | 火災源となる燃料       | 最大貯蔵量 | 離隔距離 | 想定火災   |
|------------------|----------------|-------|------|--|
| 発電所に最も近い高圧ガス貯蔵施設 | 液化石油ガス(プロパンガス) |       | 700m | 発電所に最も近い高圧ガス貯蔵施設に発電所から10km圏内(敷地内除く)の最大貯蔵量のプロパンガスがあったと仮定したときの爆発 |

表4-5 高圧ガス貯蔵施設の危険限界距離評価結果

| 評価対象              | 離隔距離[m] | 危険限界距離[m] |
|-------------------|---------|-----------|
| 原子炉建屋             | 747     | 70        |
| 制御建屋              | 845     |           |
| タービン建屋            | 820     |           |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 756     |           |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 756     |           |
| 固体廃棄物貯蔵所          | 1034    |           |
| 排気筒               | 766     |           |
| 復水貯蔵タンク           | 715     |           |

#### ➤ 評価結果

発電所敷地外の石油類貯蔵施設による火災、高圧ガス貯蔵施設による爆発について、すべての評価対象施設に対し、離隔距離が危険距離又は危険限界距離を越えないことを確認した。

## 5. 輸送車両による火災・爆発の影響評価について 輸送車両の事故等による火災の影響評価

枠囲みの内容は商業秘密のため公開できません

外部火災影響評価ガイドに基づき、輸送車両の火災・爆発の影響評価における評価項目、想定する火災を以下に示す。

表5-1 輸送車両の事故等による火災・爆発の影響評価(評価内容)

| 発生場所                      | 評価項目           | 想定火災   |
|---------------------------|----------------|--|
| 原子炉施設に最も近い発電所敷地外道路(牡鹿ゲート) | タンクローリ1台の火災    | ・最寄の給油所の補給に用途が限られるため、タンクローリ1台による火災を想定<br>・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       |
|                           | 高圧ガスを積載した車両の爆発 | ・発電所から10km圏内における高圧ガス貯蔵施設の最大貯蔵量 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">          </span> のプロパンガスを積載した車両のプロパンガス爆発を想定 |

表5-2 タンクローリ火災の熱影響評価結果

| 評価対象              | 離隔距離[m] | 危険距離[m] |
|-------------------|---------|---------|
| 原子炉建屋             | 727     | 21      |
| 制御建屋              | 679     | 21      |
| タービン建屋            | 639     | 21      |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 780     | 16      |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 780     | 11      |
| 固体廃棄物貯蔵所          | 609     | 21      |
| 排気筒               | 866     | 8       |
| 復水貯蔵タンク           | 834     | 15      |

表5-3 高圧ガスを積載した車両の爆発による危険限界距離評価結果

| 評価対象              | 離隔距離[m] | 危険限界距離[m] |
|-------------------|---------|-----------|
| 原子炉建屋             | 727     | 70        |
| 制御建屋              | 679     |           |
| タービン建屋            | 639     |           |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 780     |           |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 780     |           |
| 固体廃棄物貯蔵所          | 609     |           |
| 排気筒               | 866     |           |
| 復水貯蔵タンク           | 834     |           |

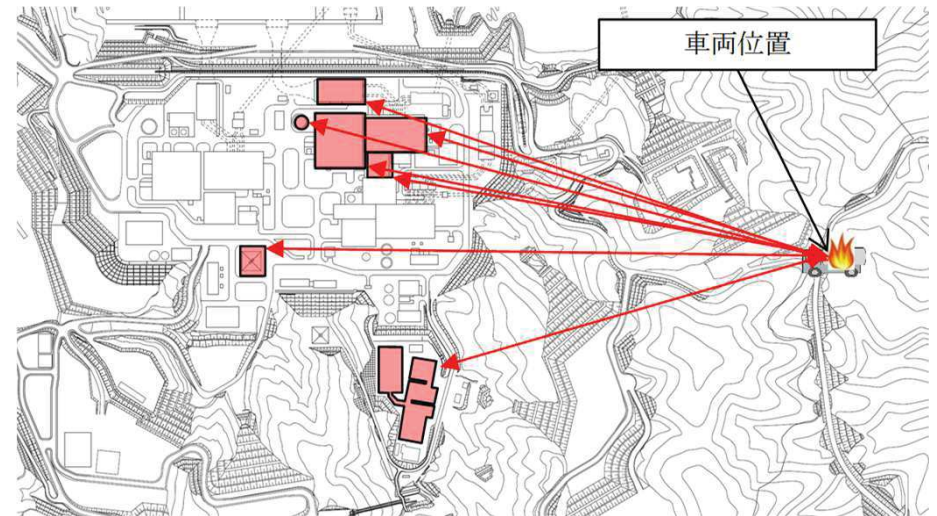


図5-1 輸送車両の火災・爆発想定位置

### 評価結果

発電所敷地外の輸送車両(ガソリン, 高圧ガス)による火災・爆発について、すべての評価対象施設に対し、離隔距離が危険距離又は危険限界距離を越えないことを確認した。



## 6. 船舶による火災の影響評価について

### 船舶による火災の影響評価

- 外部火災影響評価ガイドに基づき、船舶の火災の影響評価における評価項目、想定する火災を以下に示す。

表6-1 船舶の事故等による火災の影響評価(評価内容)

| 発生場所        | 評価項目           | 想定火災  |
|-------------|----------------|---|
| 発電所<br>港湾道路 | 重油運搬船1隻の<br>火災 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所港湾に停泊する熱影響が最大規模となる船舶として、1号炉補助ボイラーに重油を補給する重油運搬船による火災を想定*</li> <li>・保守的に防潮堤がないものとする。</li> <li>・津波により船舶がカーテンウォール上部を越え、港湾道路まで接近し、火災が発生したものと想定</li> </ul> |

※: 1号炉補助ボイラーは震災の影響により稼動を停止しており、現在は重油運搬船による重油の補給を行っていないが、保守的に港湾内に侵入する船舶の中で最大規模の船舶である重油運搬船による火災を想定している。

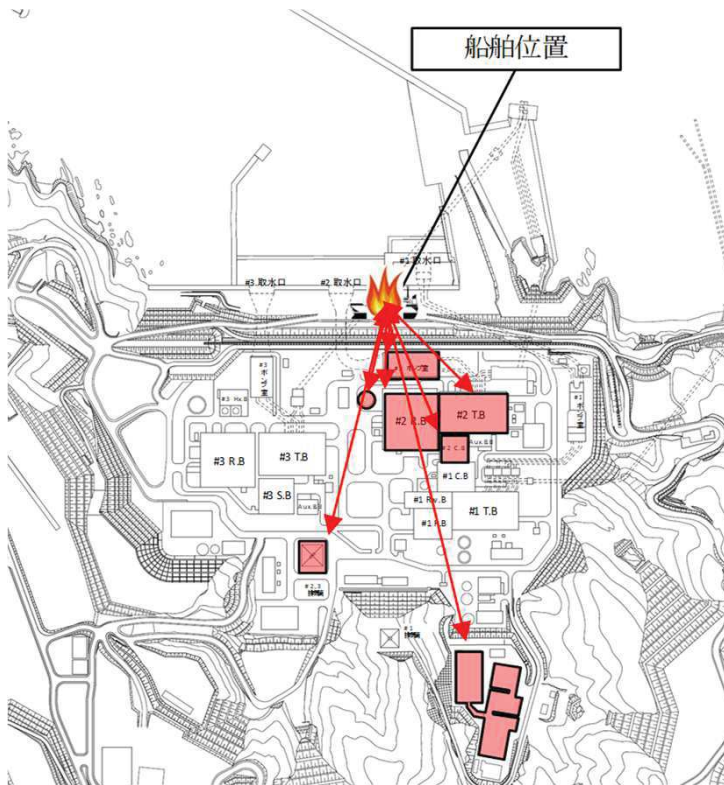


図6-1 重油運搬船火災想定位置

表6-2 重油運搬船火災の評価結果

| 評価対象              | 離隔距離[m] | 危険距離[m] |
|-------------------|---------|---------|
| 原子炉建屋             | 114     | 110     |
| 制御建屋              | 189     | 110     |
| タービン建屋            | 160     | 110     |
| 原子炉補機冷却海水ポンプ      | 71      | 55      |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 71      | 31      |
| 固体廃棄物貯蔵所          | 504     | 110     |
| 排気筒               | 340     | 20      |
| 復水貯蔵タンク           | 122     | 109     |

#### 評価結果

発電所港湾に停泊する重油運搬船が、津波により港湾道路まで乗り上げた場合を想定した評価を行い、全ての建屋、構造物において離隔距離が危険距離を上回っていることを確認した。

## 7. 敷地内における危険物施設の火災について 評価対象の抽出

- 外部火災影響評価ガイドに基づき、発電所敷地内の危険物施設から評価対象抽出フローに基づき、1号炉軽油タンク、3号炉軽油タンク及び大容量電源装置を熱影響評価の対象として抽出した。

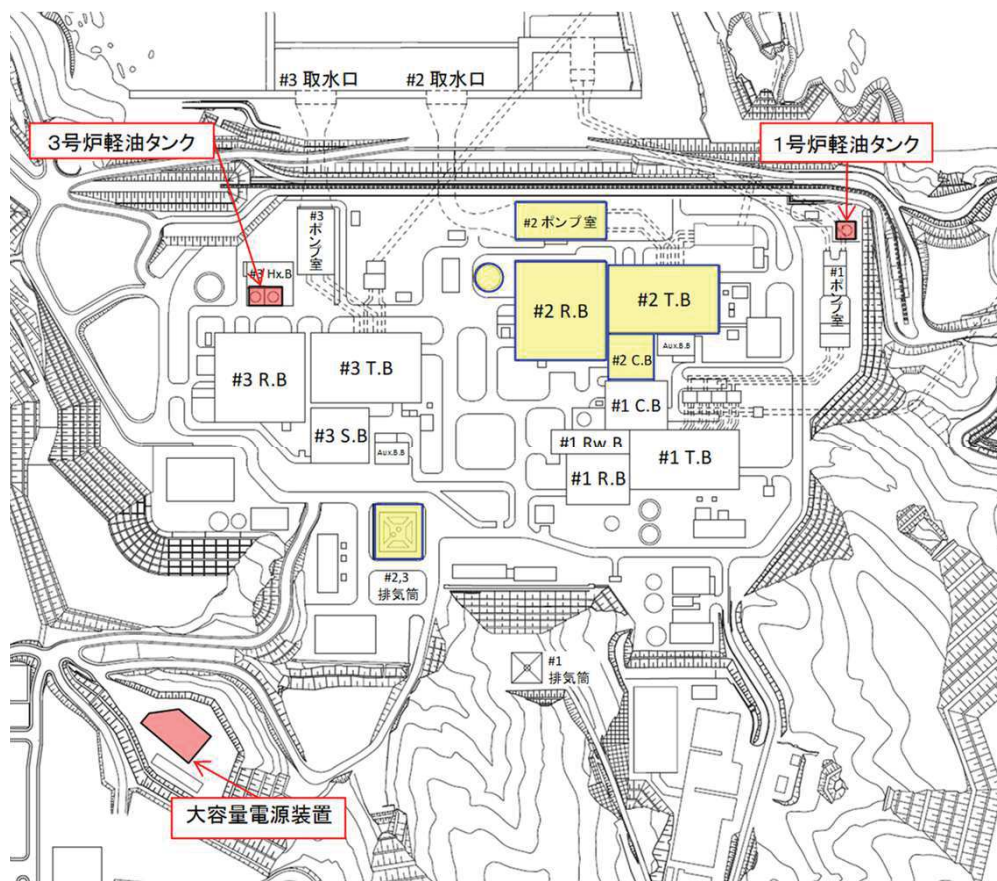


図7-1 発電所敷地内における主要な危険物施設等の位置

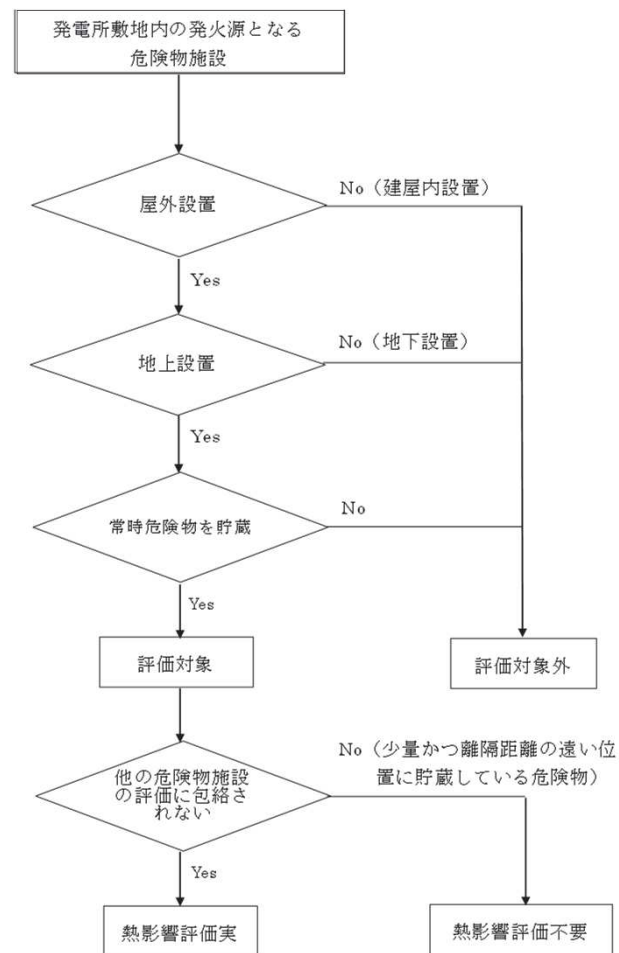


図7-2 敷地内危険物施設のうち評価対象抽出フロー

## 7. 敷地内における危険物施設の火災について 熱影響評価の結果

- 発電所敷地内の危険物タンクにおいて火災が発生した場合でも、発電用原子炉施設の外壁温度、原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機軸受上昇温度、復水貯蔵タンク温度及び排気筒温度は許容温度を下回ることから、安全機能への影響はない。

表7-1 敷地内における危険物施設による熱影響評価結果

|                            | 1号炉<br>軽油タンク | 3号炉軽油タンク |     |     | 大容量<br>電源装置 | 許容温度 |
|----------------------------|--------------|----------|-----|-----|-------------|------|
|                            |              | A        | B   | A+B |             |      |
| 原子炉建屋<br>外壁温度 [°C]         | 約74          | 約63      | 約64 | 約79 | 約51         | 200  |
| 制御建屋<br>外壁温度 [°C]          | 約80          | 約56      | 約57 | 約63 | 約51         | 200  |
| タービン建屋<br>外壁温度 [°C]        | 約136         | 約56      | 約57 | 約63 | 約51         | 200  |
| 原子炉補機冷却<br>海水ポンプ [°C]      | 約28          | 約28      | 約28 | 約28 | 約28         | 40   |
| 高圧炉心スプレイ補機<br>冷却海水ポンプ [°C] | 約42          | 約42      | 約42 | 約42 | 約42         | 55   |
| 復水貯蔵<br>タンク温度 [°C]         | 約51          | 約52      | 約52 | 約53 | 約51         | 66   |
| 排気筒温度 [°C]                 | 約52          | 約53      | 約53 | 約57 | 約51         | 325  |

下線部は評価対象に対し温度上昇が最大であることを示す

## 8. 発電所敷地内への航空機墜落による火災について

### 発電所敷地内への航空機墜落による火災の影響評価(評価内容)

#### ➤ 評価の方針

- ✓ 発電所敷地内への航空機墜落により発生する火災に対して、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包する原子炉施設に影響を及ぼさないことを原子力発電所の外部火災評価ガイドに基づき評価する。

#### 1. 評価方法

- ✓ 航空機の落下確率評価については、落下事故の発生状況等により評価手法が異なることから、機種ごとに分類し、落下確率を求めている。

表8-1 発電所における航空機墜落評価の対象航空機

| 項目   | 民間航空機               | 自衛隊機又は米軍機         |        |             |
|------|---------------------|-------------------|--------|-------------|
|      | 計器飛行方式及び有視界飛行方式(大型) | 訓練空域外を飛行中         |        | 基地—訓練空域間往復時 |
|      |                     | 高高度巡航が想定される大型固定翼機 | その他の機種 |             |
| 対象機種 | B747-400            | KC-767            | F-15   | F-2         |

#### 2. 想定する火災

- ✓ 航空機は燃料を満載した状態であり、航空機の墜落によって燃料に着火し火災が起こることを想定した。
- ✓ 航空機の墜落は発電所敷地内であって墜落確率が $10^{-7}$ [回/炉・年]に相当する標的面積となる範囲のうち、原子炉施設への影響が最も厳しくなる地点で火災が発生することを想定し、火災による原子炉施設外壁の表面温度を評価し、許容温度を超えないことを確認する。

## 8. 発電所敷地内への航空機墜落による火災について 航空機の落下確率評価(離隔距離の評価)

- 離隔距離は、航空機の落下確率が $10^{-7}$ [回/炉・年]に相当する原子炉施設(合計)への標的面積(0.297143[km<sup>2</sup>])を基に、表8-2のとおり各原子炉施設からの距離がそれぞれ等しくなるよう標的面積を設定(図8-1)して算出した(表8-3)。なお、落下確率が $10^{-7}$ [回/炉・年]となる標的面積の縁へ航空機が落下して火災が発生するものとして評価した。

表8-2 原子炉施設ごとの標的面積と離隔距離(民間航空機の場合)

| 原子炉施設                                    | 標的面積[km <sup>2</sup> ] | 離隔距離[m] |
|--|------------------------|---------|
| 2号炉制御建屋                                  | 0.0385974              | 85      |
| 2号炉タービン建屋                                | 0.0549576              | 85      |
| 2号炉原子炉建屋                                 | 0.0571376              | 85      |
| 2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア<br>(原子炉補機冷却海水ポンプ(A系))  | 0.0283158              | 85      |
| 2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア<br>(高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ) | 0.0248127              | 85      |
| 2号炉海水ポンプ室補機ポンプエリア<br>(原子炉補機冷却海水ポンプ(B系))  | 0.0282388              | 85      |
| 復水貯蔵タンク                                  | 0.028786               | 85      |
| 排気筒                                      | 0.036297               | 85      |
| 原子炉施設(合計)                                | 0.297143               | —       |

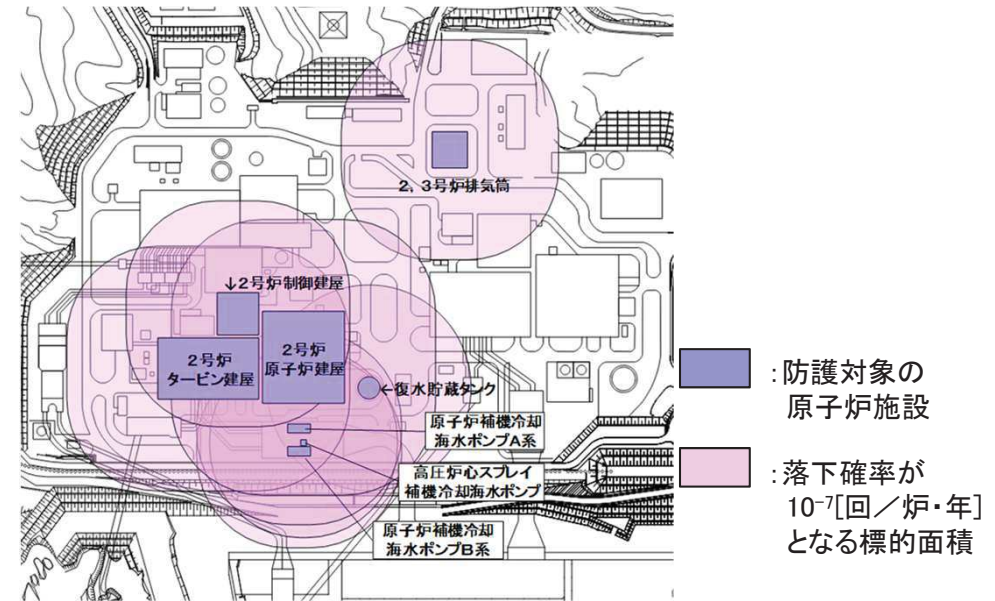


図8-1 2号炉原子炉施設の総標的面積(民間航空機)

表8-3 算出した離隔距離

| カテゴリ                             | 離隔距離[m]                          |     |
|----------------------------------|----------------------------------|-----|
| 民間航空機: B747-400(計器飛行方式及び有視界飛行方式) | 85                               |     |
| 自衛隊機又は米軍機                        | 高高度巡航が想定される大型固定翼機: KC-767(訓練空域外) | 111 |
|                                  | その他機種: F-15(訓練空域外)               | 21  |
|                                  | 基地-訓練空域間往復時: F-2                 | 25  |

## 8. 発電所敷地内への航空機墜落による火災について 航空機落下による火災の影響評価(評価結果)

- 各機種別の火災による熱影響評価に必要なデータを以下に示す。

表8-4 落下を想定する機種とそのデータ

| データ種類                     | 民間航空機                   |                       | 自衛隊機又は米軍機             |                       |  |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
|                           | 計器飛行方式及び<br>有視界飛行方式(大型) | 訓練空域外を飛行中             |                       | 基地—訓練空域間<br>往復時       |  |
|                           |                         | 高高度巡航が想定される<br>大型固定翼機 | その他の機種                |                       |  |
| 対象機種                      | B747-400                | KC-767                | F-15                  | F-2                   |  |
| 燃料量 [m <sup>3</sup> ]     | 216.84                  | 145.04                | 14.87                 | 10.43                 |  |
| 輻射発散度 [W/m <sup>2</sup> ] | 50,000                  | 58,000                | 58,000                | 58,000                |  |
| 燃焼速度 [m/s]                | $4.64 \times 10^{-5}$   | $6.71 \times 10^{-5}$ | $6.71 \times 10^{-5}$ | $6.71 \times 10^{-5}$ |  |
| 離隔距離 <sup>※1※2</sup> [m]  | 85                      | 111                   | 21                    | 25                    |  |

※1:「平成23年度 航空機墜落事故に関するデータの整備」(平成24年9月 独立行政法人 原子力安全基盤機構)による。

※2:平成28年6月に原子力規制委員会が航空機墜落事故に関するデータを更新しているが、平成24年9月版データよりも離隔距離が長くなるか同一であるため、平成28年6月版データによる熱影響評価は平成24年9月版データによる熱影響評価に包絡される。

### 評価結果

火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、一定の輻射強度で原子炉施設外壁が昇温されるものとして熱影響評価し、許容温度を越えないことを確認した。

表8-5 評価結果

| データ種類                 | 民間航空機                   |                       | 自衛隊機又は米軍機  |                 |     | 許容温度 |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|------------|-----------------|-----|------|
|                       | 計器飛行方式及び<br>有視界飛行方式(大型) | 訓練空域外を飛行中             |            | 基地—訓練空域<br>間往復時 |     |      |
|                       |                         | 高高度巡航が想定<br>される大型固定翼機 | その他<br>の機種 |                 |     |      |
| 原子炉施設外壁の<br>表面温度 [°C] | 約179                    | 約99                   | 約184       | 約124            | 200 |      |
| 復水貯蔵タンク温度 [°C]        | 約55                     | 約52                   | 約54        | 約53             | 66  |      |
| 排気筒温度 [°C]            | 約124                    | 約82                   | 約139       | 約102            | 325 |      |

## 8. 発電所敷地内への航空機墜落による火災について 航空機と敷地内危険物タンクによる重畳火災

- 発電用原子炉施設に対して熱影響が厳しい航空機墜落による火災及び危険物施設火災の重畳火災を表8-6のとおり想定し、各評価対象施設の熱影響評価を実施した。

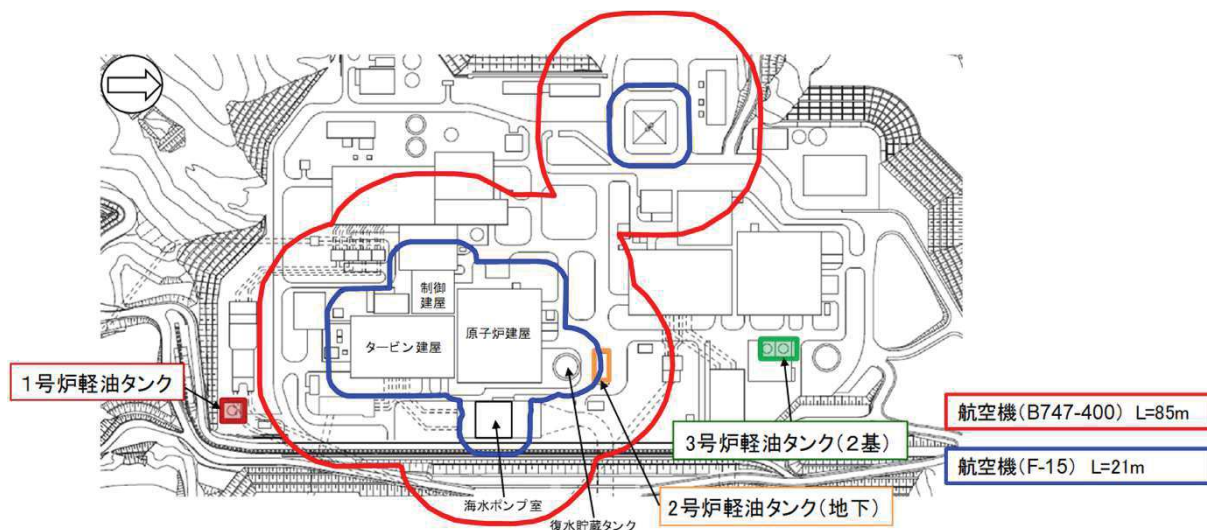


表8-6 重畳評価で想定するケース

| 想定ケース              | 評価対象施設                          |
|--------------------|---------------------------------|
| F-15及び3号炉<br>軽油タンク | 原子炉建屋                           |
|                    | 排気筒                             |
| F-15及び1号炉<br>軽油タンク | 制御建屋                            |
|                    | タービン建屋                          |
|                    | 原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ |
| B747及び3号炉<br>軽油タンク | 復水貯蔵タンク                         |

第8-2図 航空機落下位置と危険物タンク火災の重畳を考慮する位置

### ➤ 評価結果

- ・評価対象施設の評価温度は表8-7のとおり、許容温度を超えないことを確認した。

表8-7 重畳評価結果

| 重畳評価の想定           | 評価対象施設       | 評価温度[°C]  | 許容温度[°C]  |
|-------------------|--------------|-----------|-----------|
| F15及び3号炉軽油タンク     | 原子炉建屋        | 約143      | <200      |
|                   | 排気筒          | 約146      | <325      |
| F15及び1号炉軽油タンク     | 制御建屋         | 約143      | <200      |
|                   | タービン建屋       | 約156      | <200      |
|                   | 原子炉補機冷却海水ポンプ | 約38(上部軸受) | <40(上部軸受) |
|                   |              | 約30(下部軸受) | <55(下部軸受) |
| 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ | 約36(上部軸受)    | <55(上部軸受) |           |
|                   | 約45(下部軸受)    | <55(下部軸受) |           |
| B747及び3号炉軽油タンク    | 復水貯蔵タンク      | 約58       | <66       |

## 9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

### ばい煙による影響評価(1/3)

- ▶ 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おいて発生するばい煙が設備及び居住性に与える影響について評価した。

表9-1 ばい煙による影響評価結果

| 分類                  | 対象設備  | 評価結果   |
|---------------------|---|--|
| 換気空調系で給気されるエリアの設置機器 | 換気空調系統  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取入経路のフィルタは粒径<math>2\mu\text{m}</math>以上に対して80%以上を捕獲する性能を有しているため、一定粒径以上のばい煙の侵入を阻止</li> <li>・中央制御室は外気取入ダンパ閉止や再循環運転への切替により、ばい煙の侵入を阻止することが可能</li> <li>・その他の換気空調系は、空調機を停止することでばい煙の侵入を阻止することが可能</li> </ul>                             |
|                     | 非常用ディーゼル発電機(高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取入経路のフィルタは、粒径<math>2\mu\text{m}</math>以上に対して80%以上を捕獲する性能を有しているため、一定粒径以上のばい煙の侵入を阻止</li> <li>・ディーゼル機関に吸入されたばい煙粒子は、機関のシリンダ内へ送気され、シリンダ/ピストン間隙に侵入するが、流路の隙間よりも小さいため閉塞はなく、運転機能を阻害することはない</li> </ul>                                     |
|                     | 安全保護系   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気取入経路のフィルタは、粒径<math>2\mu\text{m}</math>以上に対して80%以上を捕獲する性能を有しているため、一定粒径以上のばい煙の侵入を阻止</li> <li>・中央制御室は外気取入ダンパ閉止や再循環運転への切替により、ばい煙の侵入を阻止することが可能</li> <li>・制御盤等の集積回路があるが、樹脂による保護、端子間の距離が確保されていることから、ばい煙付着により直ちに短絡等が発生することはない</li> </ul> |
| 外気を取込む屋外設備          | <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉補機冷却海水ポンプ</li> <li>・高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・全閉構造であることから、電動機内部にばい煙粒子は侵入することはない</li> <li>・外気通風部は口径、配管径ともにばい煙粒子の粒径より十分大きいいため閉塞しない</li> <li>・軸貫通部の軸シール部は防水カバー、スリング、油切ラビリンス等により侵入防止構造となっているため、ばい煙粒子が軸受部へ侵入することはない</li> </ul>  |



## 9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

### ばい煙による影響評価(2/3)

➤ 外部火災発生時、外気取込みを停止した場合の中央制御室の居住性評価を実施する。

#### (1) 二酸化炭素濃度

○ 評価条件

- 空気流入はないものとする。
- 初期二酸化炭素濃度 0.03[%]
- 一人あたりの炭酸ガス吐出量は事故時の運転操作を想定し、0.046[m<sup>3</sup>/h]
- 許容二酸化炭素濃度 1.0%(労働安全衛生規則の許容炭酸ガス濃度1.5%に管理上の余裕を見た数値)
- 在室人数 7人
- バウンダリ内体積 8,800[m<sup>3</sup>]

表9-2 二酸化炭素濃度の時間変化

| 時間          | 6時間  | 12時間 | 24時間 |
|-------------|------|------|------|
| 二酸化炭素濃度 [%] | 0.06 | 0.08 | 0.12 |

#### (2) 酸素濃度

○ 評価条件

- 空気流入はないものとする。
- 初期酸素濃度 20.95[%]
- 一人あたりの酸素消費量は事故時の運転操作を想定し、1.092[L/min]
- 許容酸素濃度 18%以上(酸素欠乏症等防止規則)
- 在室人数 7人
- バウンダリ内体積 8,800[m<sup>3</sup>]

表9-3 酸素濃度の時間変化

| 時間       | 6時間  | 12時間 | 24時間 |
|----------|------|------|------|
| 酸素濃度 [%] | 20.9 | 20.8 | 20.8 |

#### ➤ 評価結果

長期間の影響をもたらす航空機墜落による火災と軽油タンク火災の重畳火災(約10時間)の場合でも、二酸化炭素濃度及び酸素濃度ともに許容濃度範囲内であり、運転員の作業環境に影響を与えないことを確認した。

## 9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について

### ばい煙による影響評価(3/3)

➤ 外部火災発生時、外気取込みを停止した場合の緊急時対策所の居住性評価を実施する。

#### (1) 二酸化炭素濃度

○ 評価条件

- 空気流入はないものとする。
- 初期二酸化炭素濃度 0.03[%]
- 一人あたりの炭酸ガス吐出量は事故時の運転操作を想定し、0.046[m<sup>3</sup>/h]
- 許容二酸化炭素濃度 1.0%(労働安全衛生規則の許容炭酸ガス濃度1.5%に管理上の余裕を見た数値)
- 在室人数 79人
- バウンダリ内体積 8,661 [m<sup>3</sup>]

表9-4 二酸化炭素濃度の時間変化

| 時間          | 6時間  | 12時間 |
|-------------|------|------|
| 二酸化炭素濃度 [%] | 0.29 | 0.54 |

#### (2) 酸素濃度

○ 評価条件

- 空気流入はないものとする。
- 初期酸素濃度 20.95[%]
- 一人あたりの酸素消費量は事故時の運転操作を想定し1.092[L/min]
- 許容酸素濃度 18%以上(労働安全衛生規則)
- 在室人数 79人
- バウンダリ内体積 8,661 [m<sup>3</sup>]

表9-5 酸素濃度の時間変化

| 時間       | 6時間  | 12時間 |
|----------|------|------|
| 酸素濃度 [%] | 20.5 | 20.2 |

#### ➤ 評価結果

緊急時対策所周囲で発生する長期間の影響をもたらす航空機墜落による火災(約1.9時間)の場合でも、二酸化炭素濃度及び酸素濃度ともに許容濃度範囲内であり、対策要員の作業環境に影響を与えないことを確認した。

## 9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について 有毒ガスによる影響評価(1/2)

- 中央制御室内に侵入する外部火災による有毒ガスの最大濃度について、IDLH(Immediately Dangerous to Life of Health※)値を判断基準として比較評価を実施した。

※:30分暴露によって生命及び健康に対する即時の危険な影響を与える濃度限界値であり、脱出を妨げる目や呼吸器への刺激も考慮されている。

### ○評価対象

女川2号炉中央制御室空調の給気口に距離が近く、多量の油を内蔵する危険物タンク(1号炉軽油タンク, 3号炉軽油タンク(2基))からの火災, 航空機落下(燃料油量が多い機種及び給気口に対し近距離で落下する機種)による火災, 給気口付近に設置している変圧器火災を評価対象とする。

### ○評価方法

危険物タンク火災, 航空機落下による火災及び変圧器火災を想定し, それぞれの火災により発生する有毒ガスの給気口位置における濃度を求める。それぞれの火災源に対して算出した給気口位置の有毒ガス濃度を判断基準であるIDLH値と比較する。

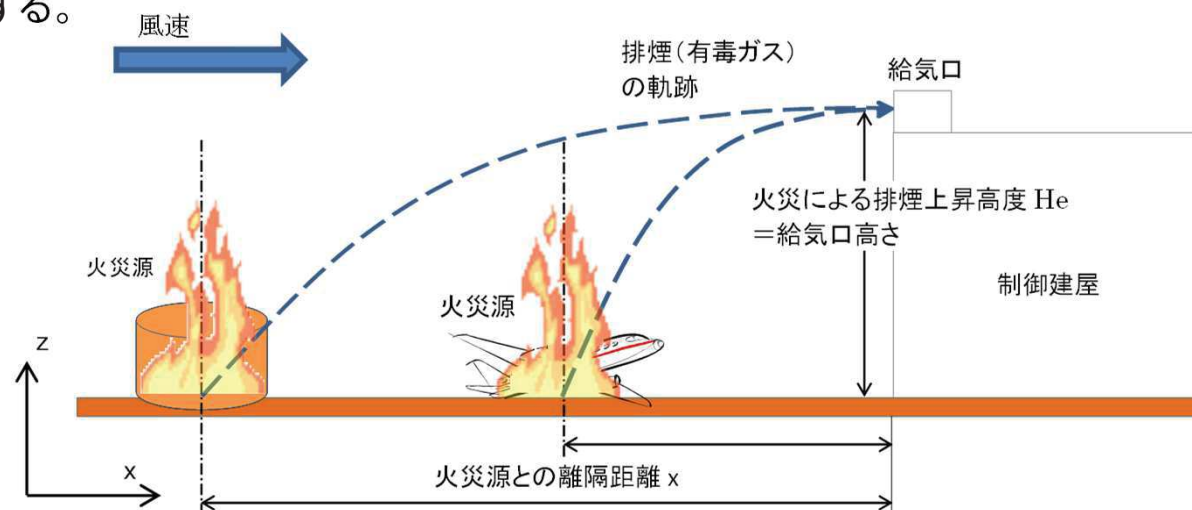


図9-1 中央制御室給気口における有毒ガス濃度評価手法の概要

## 9. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について 有毒ガスによる影響評価(2/2)

### ➤ 評価結果

- ✓ 評価した結果, 表9-6のとおりIDLH値に比べ十分に裕度を持っており, 有毒ガスにより中央制御室の居住性が損なわれることはない。
- ✓ 中央制御室に有毒ガスが流入してくる場合には, 覚知・判断を含めても中央制御室からの操作により外気取入れを10分程度で遮断することが可能であるため, 長期的にも居住性に影響を与えることはない。

表9-6 有毒ガス影響評価結果

| 評価対象            | CO <sub>2</sub> 濃度[ppm]<br>(IDLH: 40,000) | CO濃度[ppm]<br>(IDLH: 1,200) | SO <sub>2</sub> 濃度[ppm]<br>(IDLH: 100) | NO <sub>2</sub> 濃度[ppm]<br>(IDLH: 13) |
|-----------------|---|----------------------------|--|---------------------------------------|
| 航空機火災(B747-400) | 3,719                                     | 55.28                      | 1.62                                   | 6.75                                  |
| 航空機火災(F-15)     | 7,930                                     | 123.60                     | 1.13                                   | 12.59                                 |
| 1号炉軽油タンク        | 404                                       | 6.36                       | 0.75                                   | 0.53                                  |
| 3号炉軽油タンク2基      | 134                                       | 2.10                       | 0.25                                   | 0.18                                  |
| 起動変圧器           | 1,120                                     | 16.13                      | 19.40                                  | 2.45                                  |
| 補助ボイラ変圧器        | 5,007                                     | 73.93                      | 86.67                                  | 10.20                                 |

※1 人に対する急性吸入毒性データに基づく。(NIOSH, “NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards”, September 2007)

※2 ボランティアに対する70分間のばく露後の呼吸器系への刺激及び重度の咳に対する最小毒性量(LOAEL)に基づく。

(NIOSH, “IDLH Value Profile: Nitrogen Dioxide”, September 2017)