

東海第二発電所

外部火災影響評価について

平成29年9月1日

日本原子力発電株式会社

本資料のうち、 の内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

下線部：今回提出資料

1. 外部火災防護対象と影響評価対象の考え方について P. 3
2. 森林火災による影響評価について P. 12
3. 石油コンビナート等の火災・爆発について P. 43
4. 燃料輸送車両の火災・爆発について P. 53
5. 漂流船舶の火災・爆発について P. 59
6. 敷地内における危険物貯蔵施設等の火災・爆発について P. 66
7. 原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災について . . . P. 81
8. ばい煙及び有毒ガスの影響について P.111

目 次

- 2.1 森林火災の発火点の設定について
- 2.2 FARSITEに用いる気象条件等の選定
- 2.3 FARSITEの結果
- 2.4 防火帯幅について
- 2.5 火炎到達時間の評価結果
- 2.6 温度影響評価 (円筒火炎モデル)

2.1 森林火災の発火点の設定について

(1) 発火点の設定方針

評価ガイドにある森林火災の想定に基づき、発火点の設定は以下の方針とした。

- ・卓越風向及び最大風速記録時の風向が発電所の風上になる地点
- ・たき火等の人為的な火災発生原因が想定される地点

(2) 立地条件を考慮した発火点の設定

発電所周囲の特徴としては、以下の4点が挙げられる。

- ・発電所周囲は平坦な地形であり、住宅街や水田が多い。
- ・発電所のすぐ脇を国道が通る。
- ・発電所近傍に砂浜海岸がある。
- ・発電所に産業施設が隣接する。

上記を踏まえ、卓越風向及び最大風速記録時の風向として抽出した以下の4方向に対し発火点を設定した。

- ・卓越風向：北，西北西
- ・最大風速記録時の風向：南西，北東

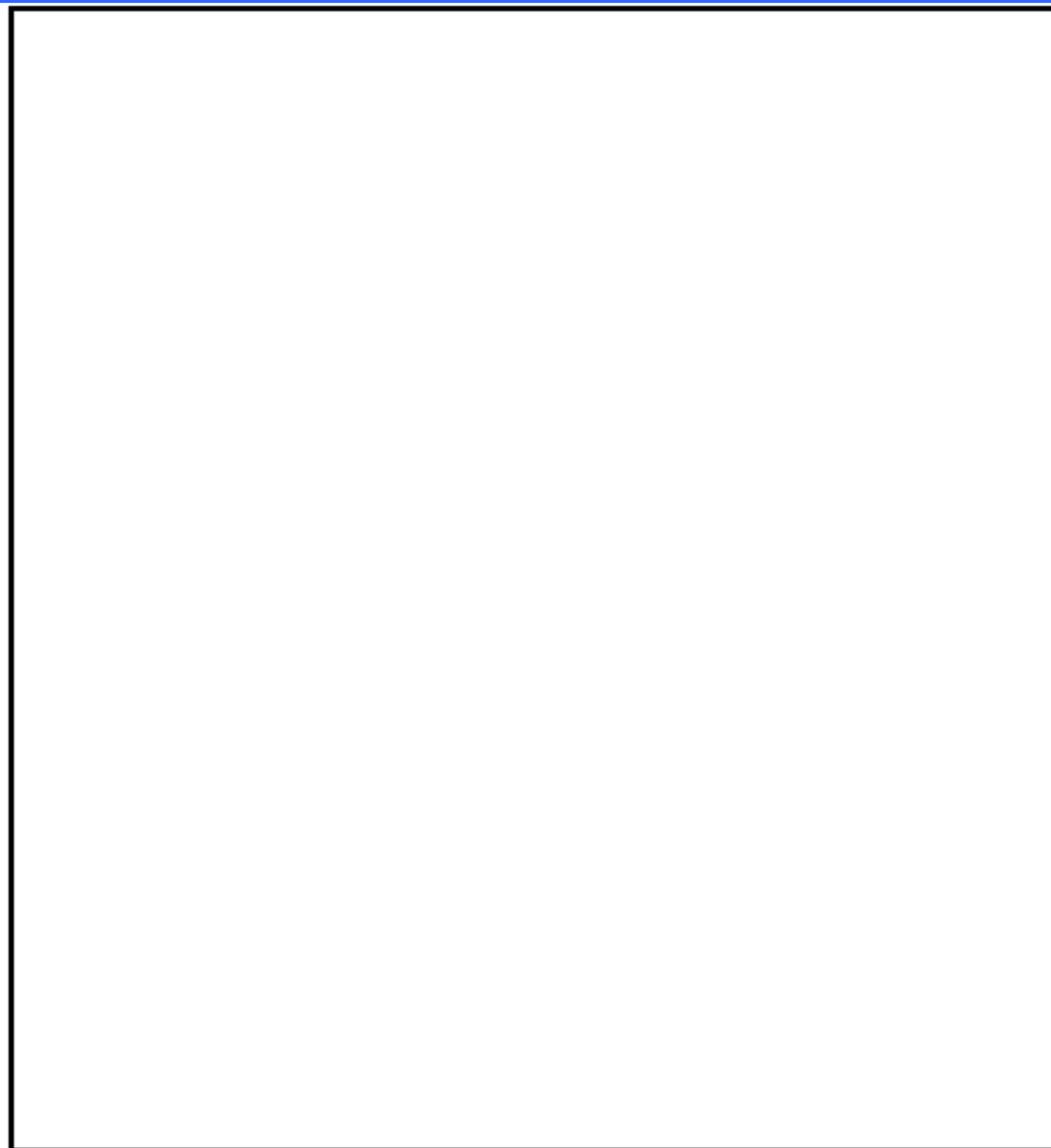
2. 森林火災による影響評価について (3/31)



(3) 発火点の設定の設定結果

想定風向	発火点	場所※ (発電所までの距離)	設定根拠	設定の妥当性
卓越 風向	発火点 1	国道 2 4 5 号沿いの霊園 (約20m)	霊園における線香等の 裸火の使用と残り火の 不始末を想定	発火点1の周辺はマツ40年以上（評価ではマツ10年以上20年未満 を入力）と広葉樹の森林、発火点3の周辺は水田（評価ではTall grassを入力）である。発火点を多少移動させたとしても周囲の 植生・標高差に大きな違いはないことから、風が発電所に向う 発火点1, 3の評価結果に包絡される。また、同じ風向で評価を 行う発火点1, 3を比較することで、発火地点から発電所までの 距離の違いによる延焼速度、火災規模等の確認が可能である。
		発火点 3	県道 2 8 4 号沿い水田 (約560m)	
	発火点 2	海岸沿い (約550m)	バーベキュー及び花火 の不始末等を想定	
		発火点 4	海岸沿い (約1, 280m)	
最大風速 記録時の 風向	北東	発火点 7	海岸沿い (約60m)	釣り人によるたばこの 投げ捨て等を想定
		南西	発火点 5	危険物貯蔵施設 (約890m)
	発火点 6		国道 2 4 5 号沿い (約550m)	交通量が多い交差点で の交通事故による車両 火災を想定

※：発火点より遠方は河川があり、また居住区域が多く存在することから、遠方からの火災は発電所に到達しにくいこと、森林火災影響評価結果は発電所近傍の植生の寄与が大きいことから、発火点の場所は発電所に比較的近い場所を設定している。



第2.1-1図 発火点及び延焼距離並びに風向及び敷地境界

2. 森林火災による影響評価について (5/31)



2.1.1 発火点に基づく評価

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」において推奨されている森林火災シミュレーション解析コードFARSITEを使用し解析を実施した。

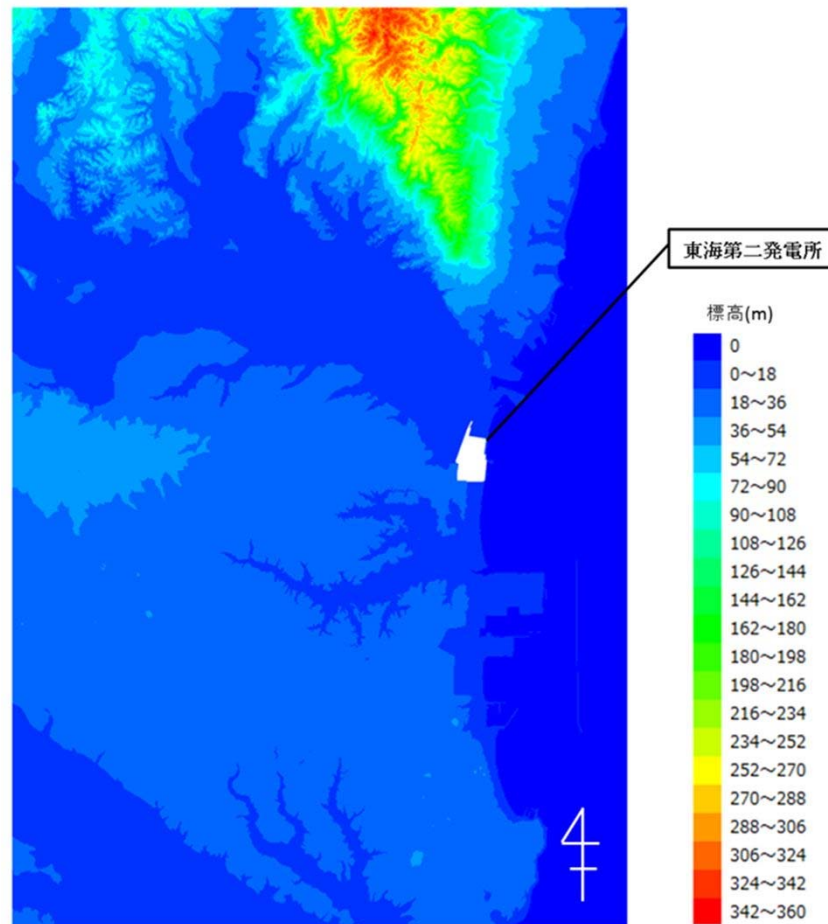
a. 入力条件 (第 2.1.1-1 図～第 2.1.1-3 図)

第 2.1.1-1 表 FARSITE入力データ

データ種類	入力データ
地形データ	公開情報の中でも高い空間解像度である「基盤地図情報数値標高モデル 10m メッシュ」の標高データを用いた。傾斜、傾斜方位については標高データから計算した。
土地利用データ	公開情報のなかでも高い空間解像度である「国土数値情報土地利用細分メッシュ (100m)」の土地利用データを用いた。
植生データ	茨城県より受領した森林簿 (東西南北 12km) の情報を用いて、土地利用データにおける森林領域を、樹種・林齢にて細分化し 10m メッシュで入力した。発電所敷地内は、植生調査を実施し、入力データに反映した。
気象データ	茨城県に森林火災の発生件数の多い 12 月～5 月の過去 10 年間の気象条件を調査し、最大風速、最高気温、最小湿度、卓越風向、最大風速時の風向を用いた。

(1) 地形データの設定

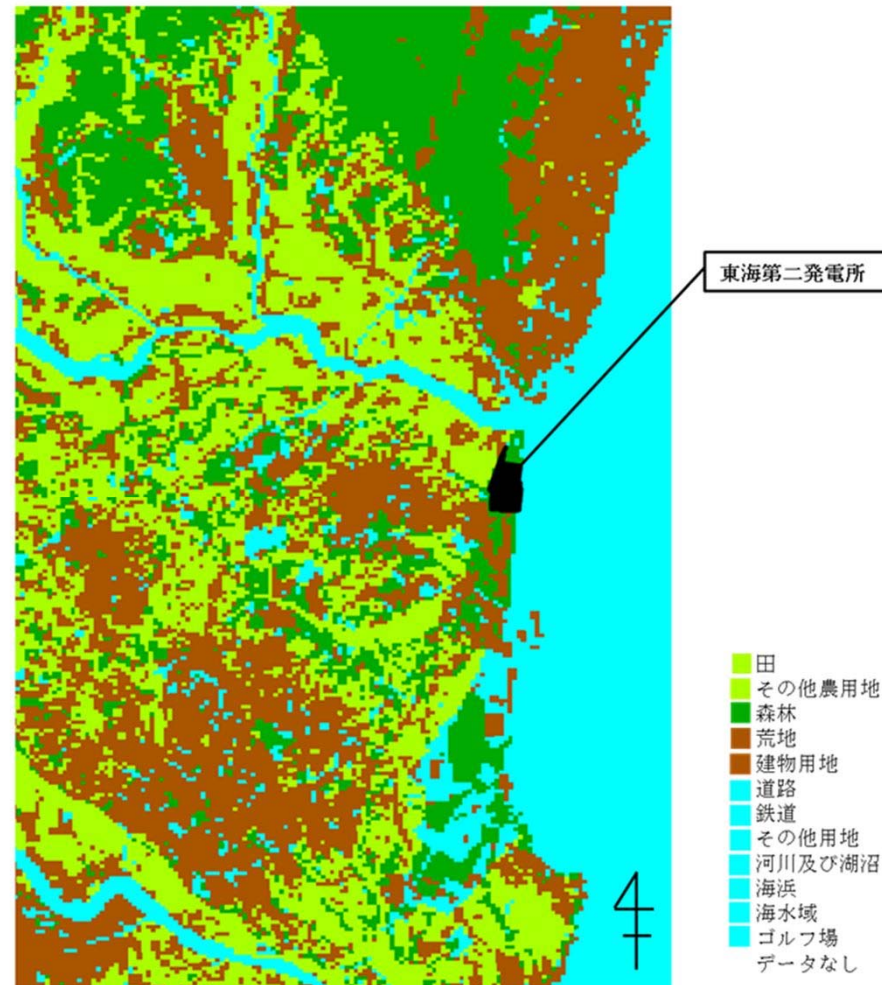
公開情報の中でも高い空間解像度である「基盤地図情報 数値標高モデル10mメッシュ」の標高データを用いた。傾斜，傾斜方位については標高データから計算した。設定した地形データを第2.1.1-1図に示す。



第 2.1.1-1 図 東海第二発電所の地形データ

(2) 土地利用データの設定

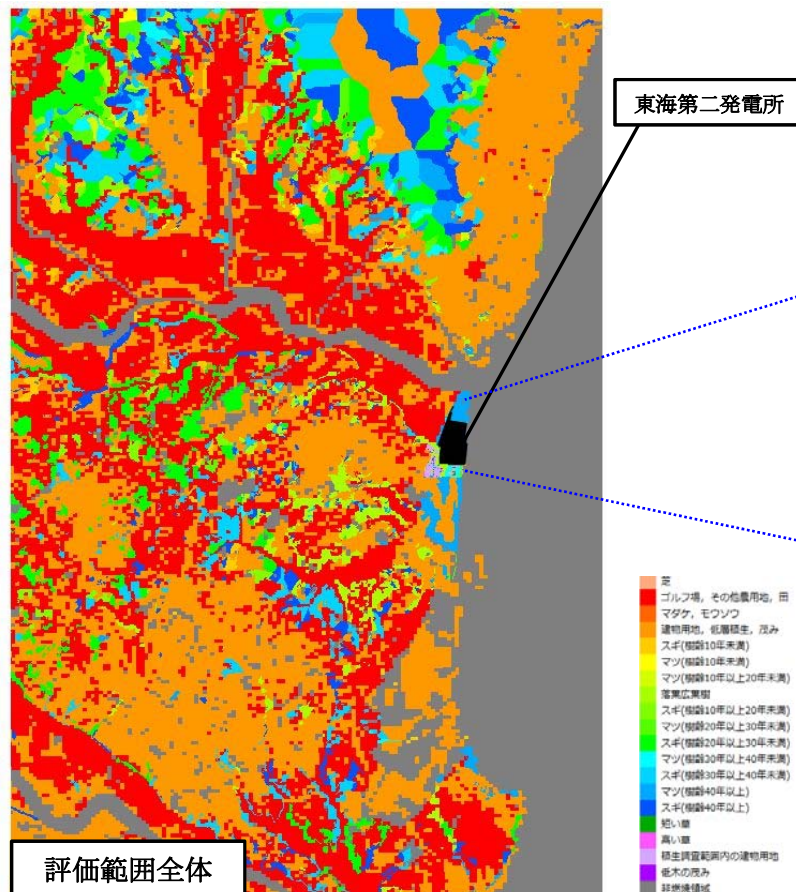
公開情報の中でも高い空間解像度である「国土数値情報 土地利用細分メッシュ (100m)」の土地利用データを用いた。設定した土地利用データを第2.1.1-2図に示す。



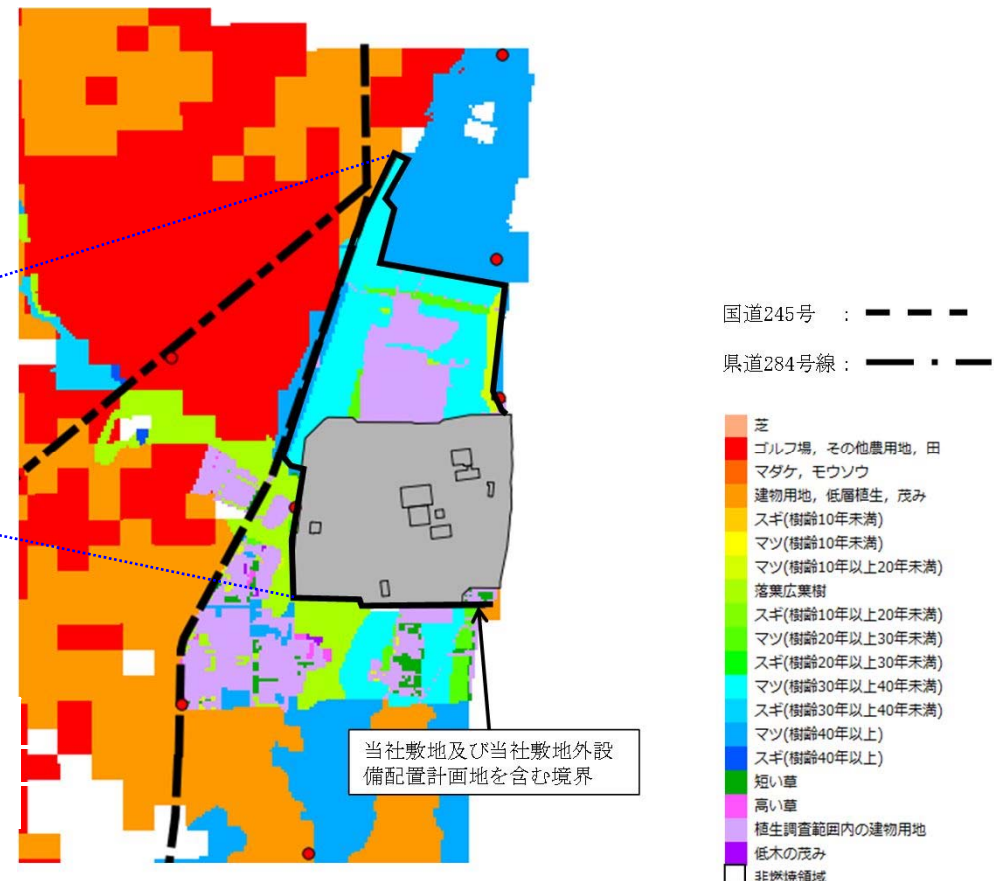
第 2.1.1-2 図 土地利用データ

(3) 植生データの設定

茨城県より受領した森林簿（東西南北12km）の情報を用いて，土地利用データにおける森林領域を，樹種・林齢にて細分化し10mメッシュで入力した。発電所敷地周辺は，植生調査を実施し，入力データに反映した。設定した植生データを第2.1-3図に，拡大図を第2.1.1-4図に示す。



第 2.1.1-3 図 植生データ



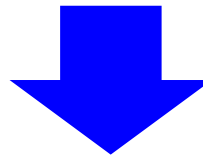
第 2.1.1-4 図 植生データ (拡大図)

2.2 F A R S I T Eに用いる気象条件の選定

気象データの設定方法の概要については以下の通り

【データの整理】

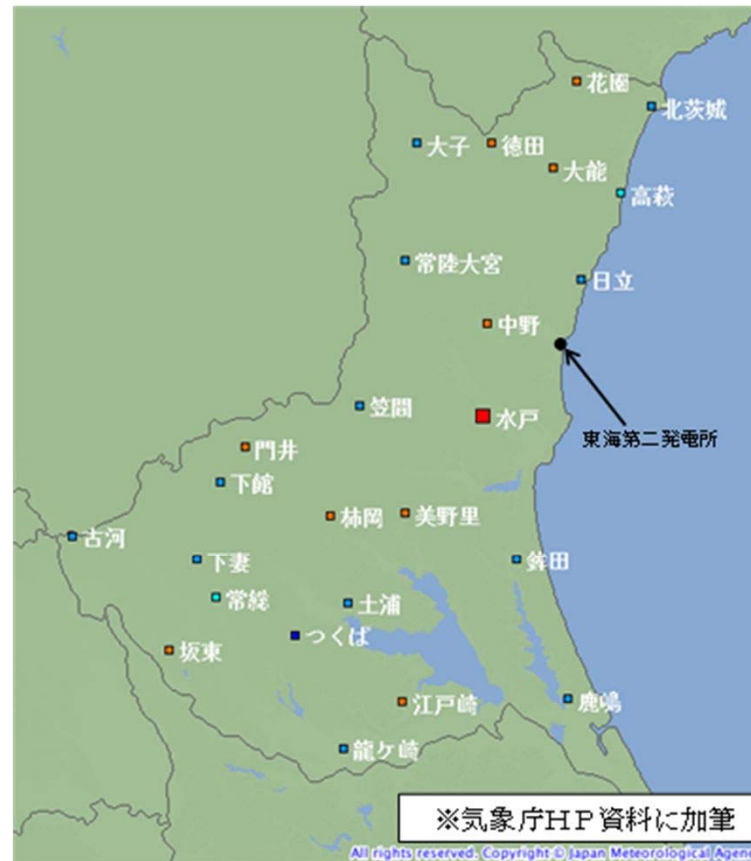
- ①気象データは気象庁が公開している気象統計情報を用い、F A R S I T E入力に必要なデータ（最高気温、最大風速、最大風速記録時の風向、最小湿度）を全て観測・記録している観測所のうち、東海第二発電所に最も近い距離（約15km）にある水戸地方気象台の気象観測データをそれぞれ過去10年間（2007年～2016年）の月別データから抽出・整理した。
- ②卓越風向は、水戸地方気象台と発電所の過去10年間（2007年～2016年）の観測データから抽出・整理した。
- ③「消防防災年報」（茨城県 2006年～2015年）により、茨城県内の月別森林火災件数を抽出・整理した。



【気象データの選定】

- ①森林火災件数の多い12月から5月の最高気温（30.8℃）、最大風速（17.5m/s）、及び最小湿度（11%）を選定した。
- ②最大風速記録時の風向は第1位の北東に加え、第2位の最大風速記録時の風向となる3月の南西を選定した。
- ③卓越風向は、水戸地方気象台観測データの高い割合を占める北と、発電所の気象観測データの最多割合を占める西北西を選定した。

気象観測地点



シンボル	観測所の種類	観測要素
■	気象台	気温・降水量・風向風速・日照時間・積雪深・湿度・気圧
■	地域気象観測所(アメダス)	降水量
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速・日照時間
■	地域気象観測所(アメダス)	気温・降水量・風向風速・日照時間・積雪深

〈出典〉気象庁HP
http://www.jma.go.jp/jp/amedas_h/map26.html

第 2.2-1 図 茨城県内の気象観測所位置

2. 森林火災による影響評価について (11/31)



・ 月別火災発生件数及び気象データの収集

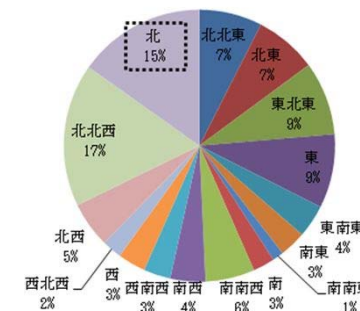
【気象データの選定】

- ①森林火災件数の多い12月から5月の最高気温（30.8℃），最大風速（17.5m/s），及び最小湿度（11%）を選定した。
 - ②最大風速記録時の風向は第1位の北東に加え，第2位の最大風速記録時の風向となる3月の南西を選定した。
 - ③卓越風向は，水戸地方気象台観測データの高い割合を占める北と，発電所の気象観測データの最多割合を占める西北西を選定した。
- 上記で選定したデータを第2.2-1表に赤枠で示す。

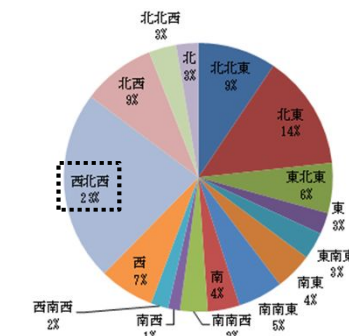
第2.2-1表 月別火災発生件数及び気象データ（過去10年間）

月	水戸地方気象台 気象観測データ				茨城県内の月別 森林火災件数*	
	最高気温 (℃)	最大風速 (m/s)	最大風速記録 時の風向			最小湿度 (%)
			第1位	第2位		
1	16.9	17.5	北東	北東	79	
2	24.3	17.5	北北東	北東	86	
3	25.9	14.3	北東	北北東, 南西	131	
4	29.3	15.1	北北東	北東	126	
5	30.8	13.5	北東	北北東	54	
6	33.5	14.2	北北東	北北東	10	
7	36.4	11.8	北北東	北北東	13	
8	37.0	12.9	北東	北北東	24	
9	36.1	13.9	北北東	南南西	23	
10	31.4	17.4	北北東	北北東	11	
11	24.5	11.8	北北東	北北東	4	
12	23.8	10.6	北東	西	33	

※：「消防防災年報」（茨城県 2006年～2015年）より



第2.2-2図 卓越風向割合
(水戸地方気象台：2007年～2016年)

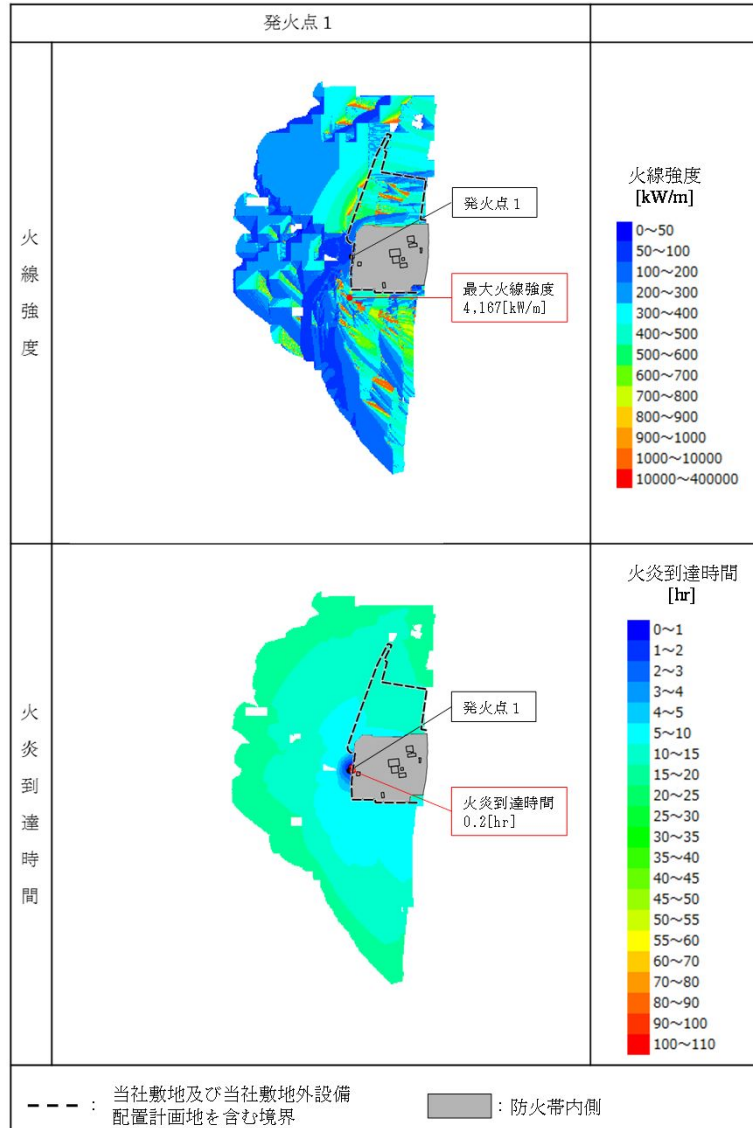


第2.2-3図 卓越風向割合
(発電所：2007年～2016年)

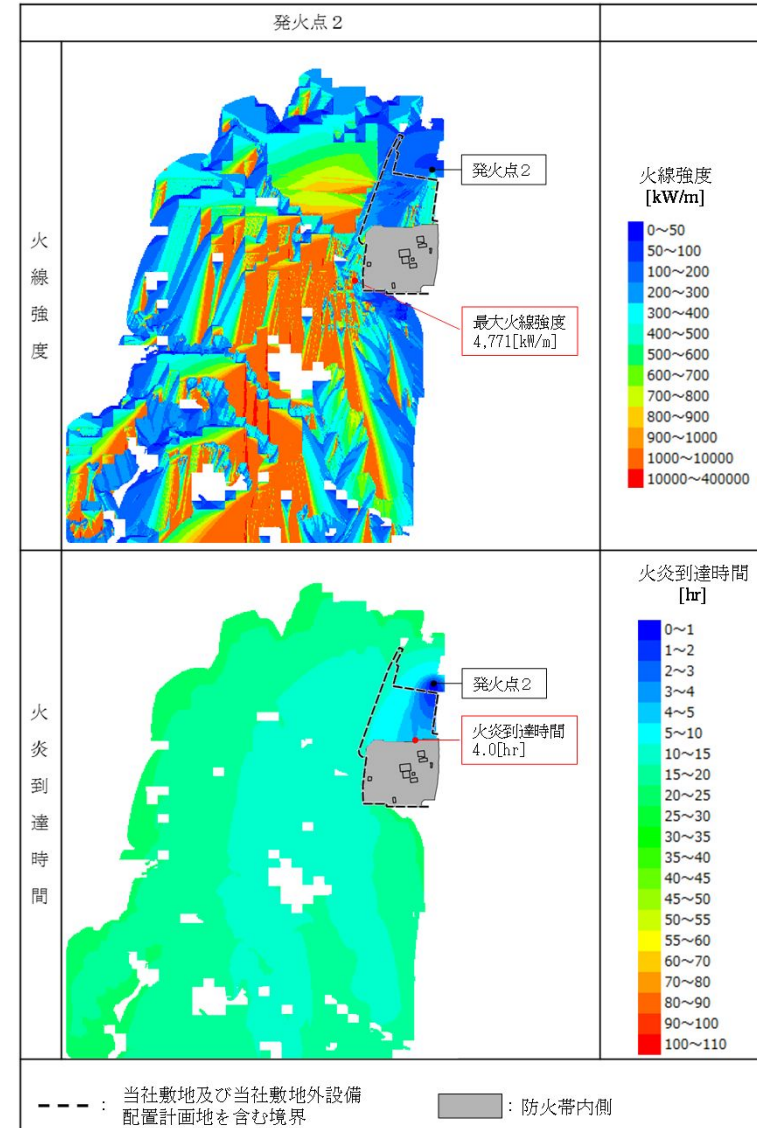
2. 森林火災による影響評価について (12/31)

2.3 FARSITEの結果 (延焼状況結果)

第2.3-1表 発火点1の延焼状況

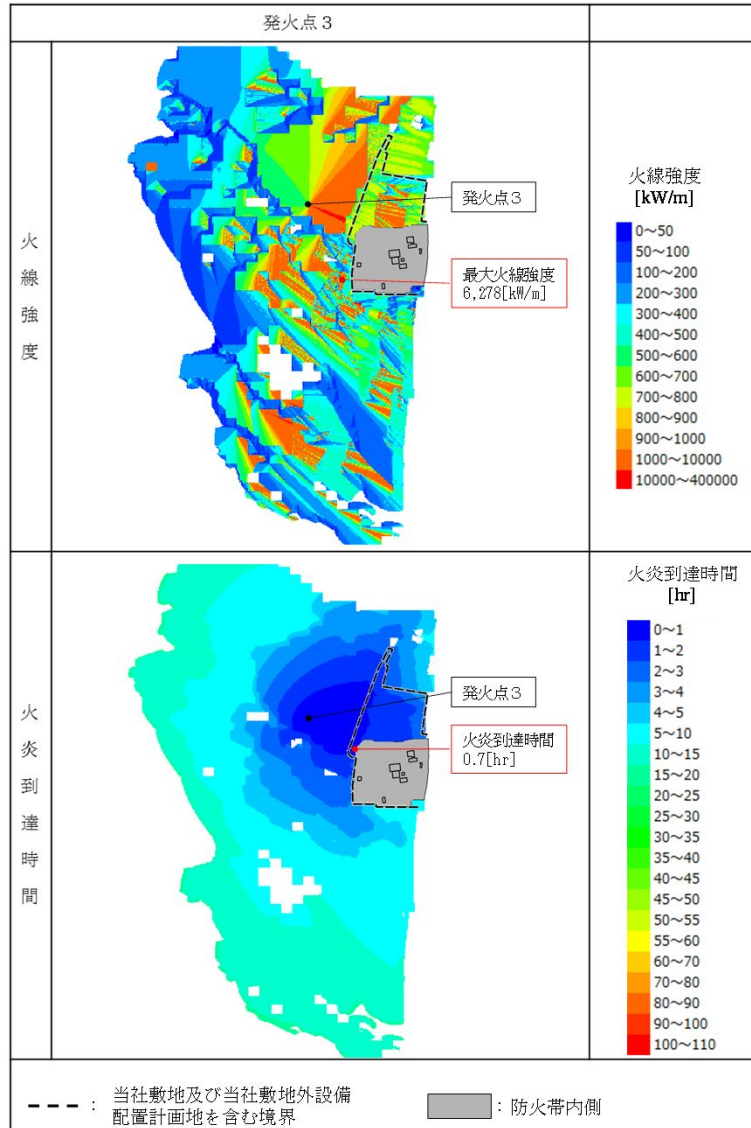


第2.3-2表 発火点2の延焼状況

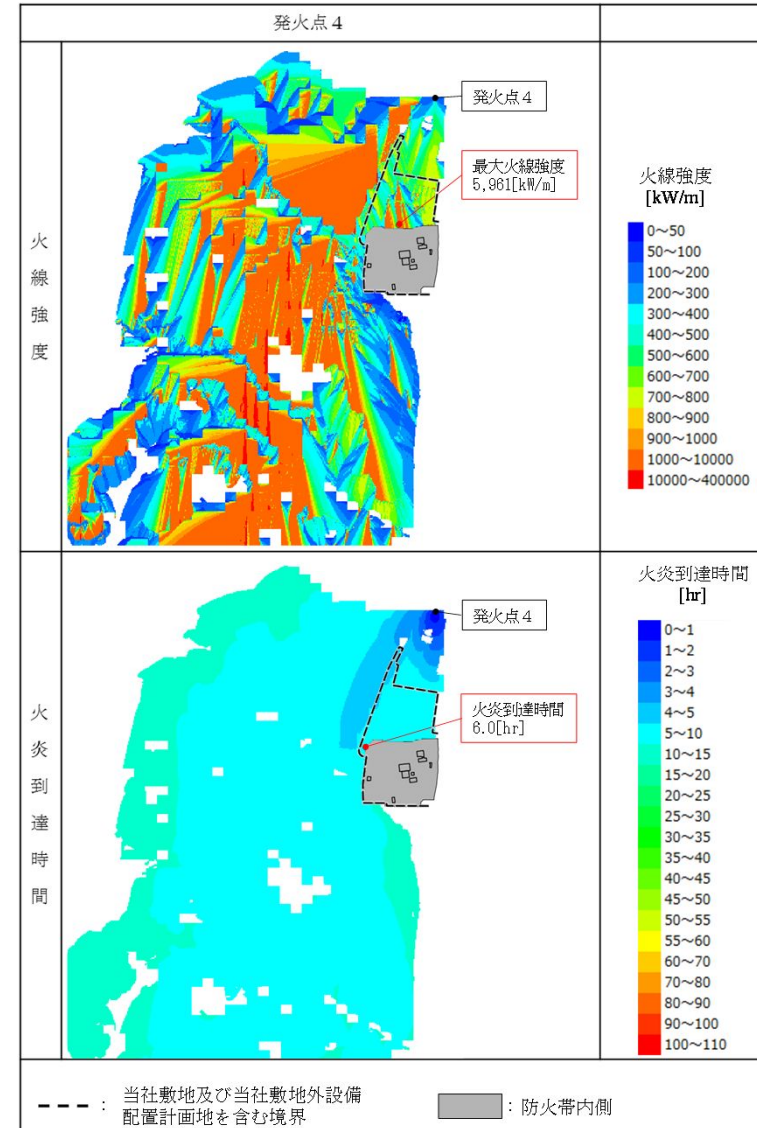


2. 森林火災による影響評価について (13/31)

第2.3-3表 発火点3の延焼状況

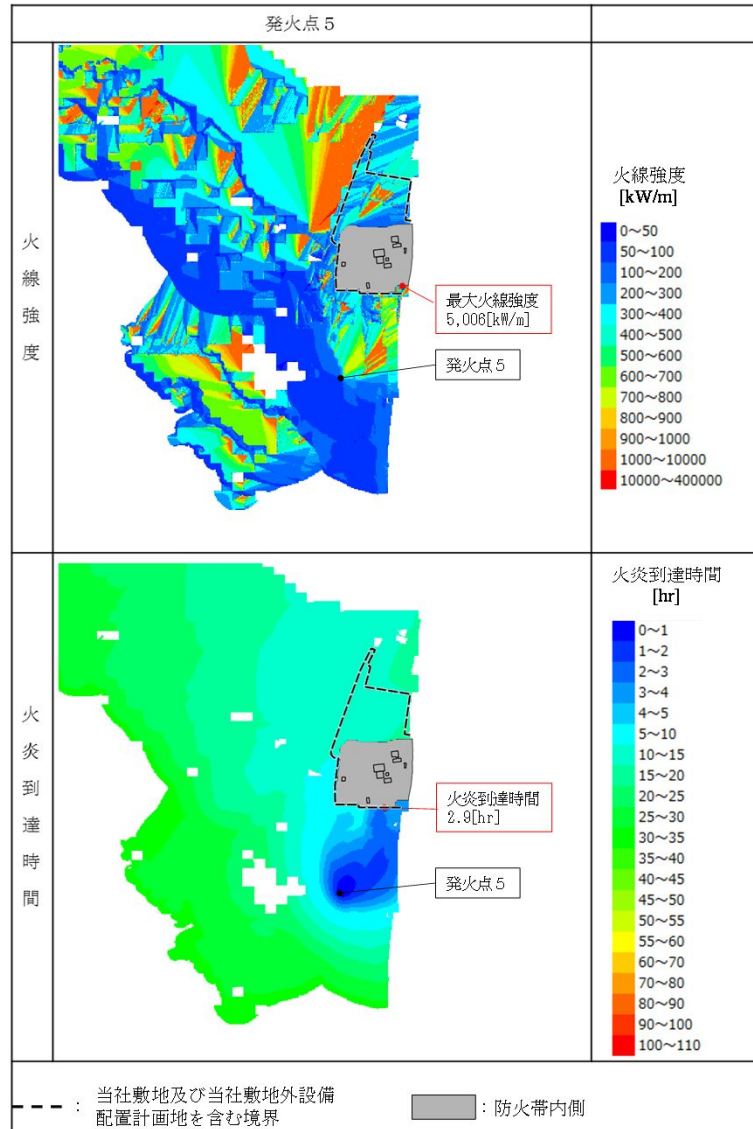


第2.3-4表 発火点4の延焼状況

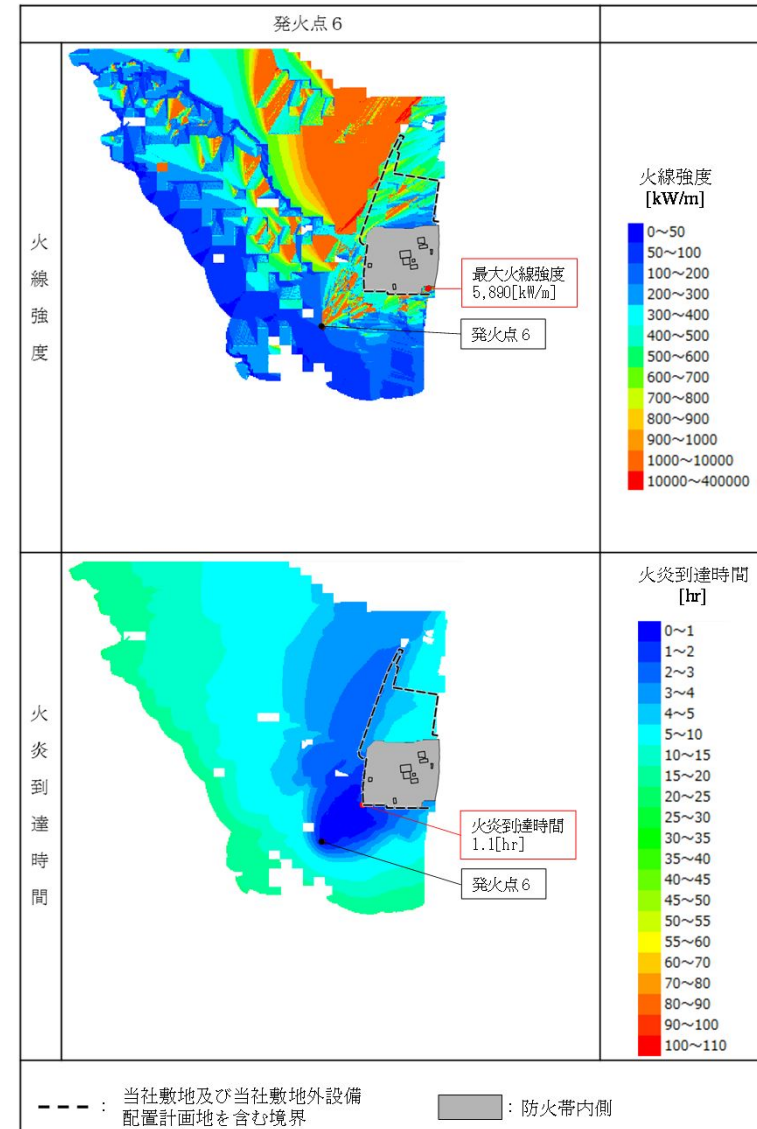


2. 森林火災による影響評価について (14/31)

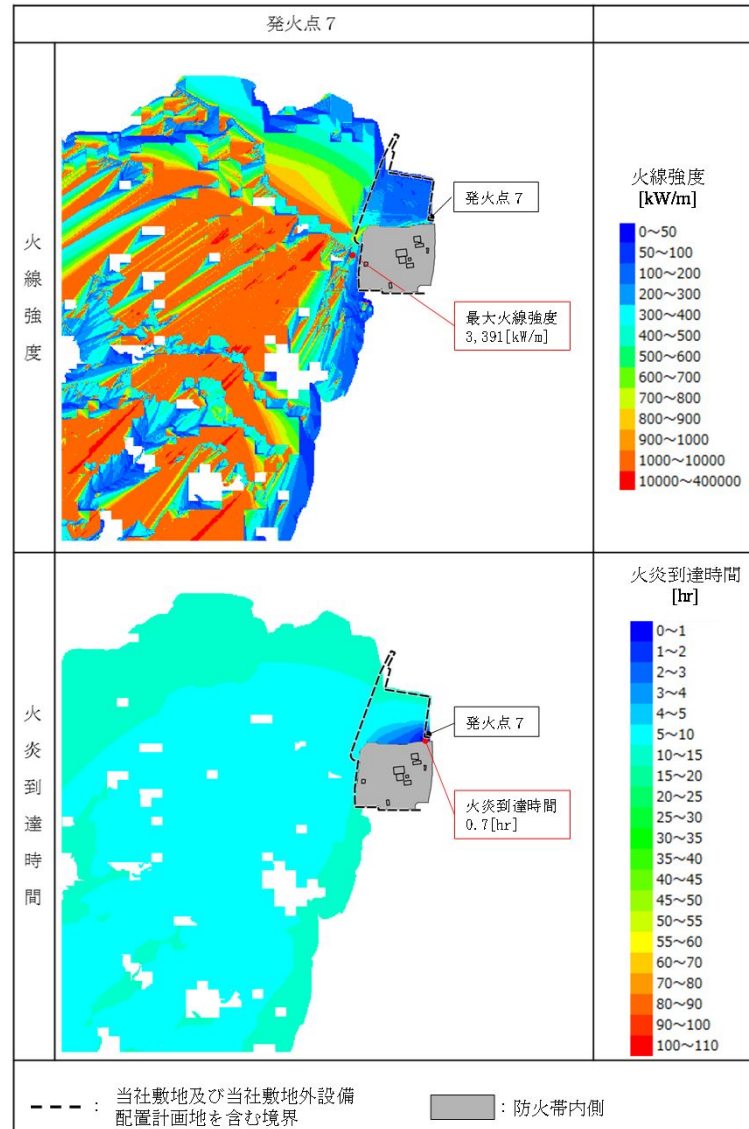
第2.3-5表 発火点5の延焼状況



第2.3-6表 発火点6の延焼状況



第2.3-7表 発火点7の延焼状況



2. 森林火災による影響評価について (16/31)



2.3.1 FARSITE解析結果及び算出データ

第2.3.1-1表 FARSITE解析結果及び算出データ

項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7
火炎到達時間 (hr)	0.2	4.0	0.7	6.0	2.9	1.1	0.7
最大火線強度 (kW/m)	4,167	4,771	6,278	5,961	5,006	5,890	3,391
火炎長 (m)	0.7	0.9	1.6	1.1	1.5	1.6	1.5
火炎継続時間 (hr)	0.36	0.16	0.07	0.16	0.10	0.06	0.08
火炎輻射強度 (kW/m ²)	442	441	442	440	444	443	439
燃焼半径 (m)	0.2	0.3	0.5	0.4	0.5	0.5	0.5
火炎到達幅 (m)	1,960	1,550	1,960	1,460	1,960	1,960	1,330

(1) 防火帯幅の設定

火線強度の最大値は発火点3の6,278kW/mとなり、評価上必要とされる防火帯幅21.4mに対し、森林火災の延焼を防止するために、23mの防火帯を設定する。

第2.3.1-2表 火炎の防火帯突破率1%となる最小防火帯幅

風上に樹木がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係(火炎の防火帯突破確率1%)

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」附属書A A-6

2.4 防火帯について

(4) 防火帯の設定

a. 防火帯の設定方針

- (a) 防火帯幅は、防護対象設備（クラス1，クラス2，クラス3のうち防火帯幅の確保により防護する設備）を囲むように設定する。
- (b) 駐車場等，延焼の可能性のあるものと干渉しないように設定する。

b. 防火帯の設定方法

防火帯の設定方法を第4.2-3図に示す。

防潮堤のない領域については，防火帯の外側のラインが敷地境界に接するように防火帯を設定する。
【①】

ただし，霊園付近は，霊園からの景観を考慮し，敷地境界内側に幅10m程度の森林を残し，その内側に防火帯を設定する。【②】

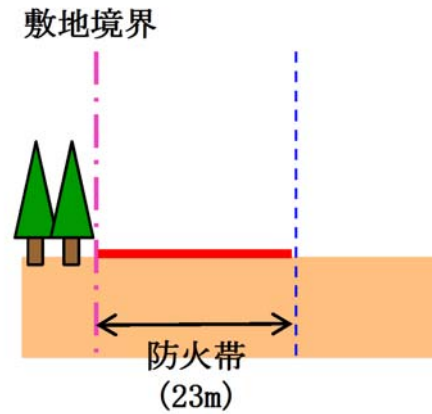
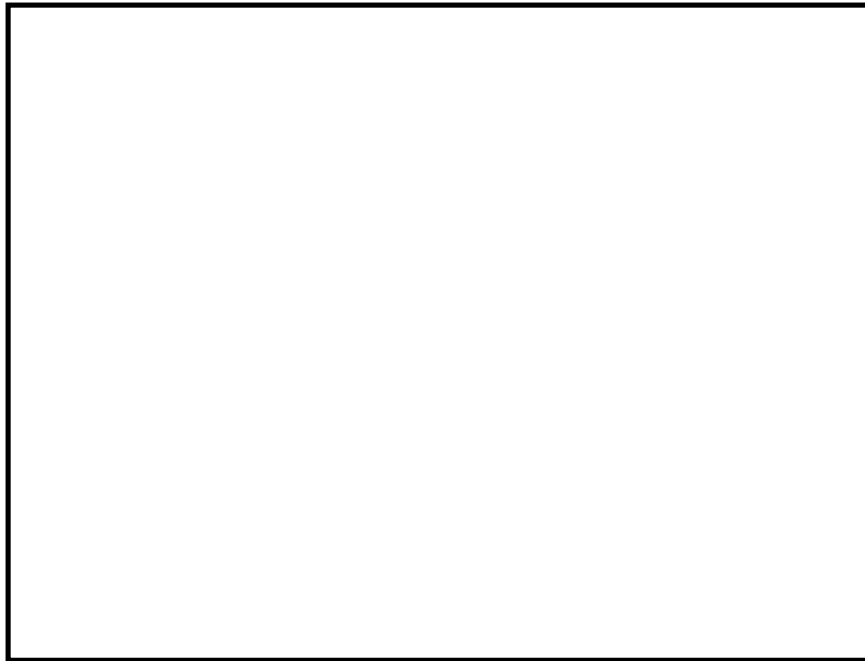
防潮堤のある領域については，周囲に森林が無ければ防火帯内側が防潮堤外側のラインに接するように防火帯を設定する。東側は海に到達させる。【③】

周囲に森林があれば防火帯の外側のラインが防潮堤から21mのライン^(※)に接するように防火帯を設定する。東側は海に到達させる。【④】

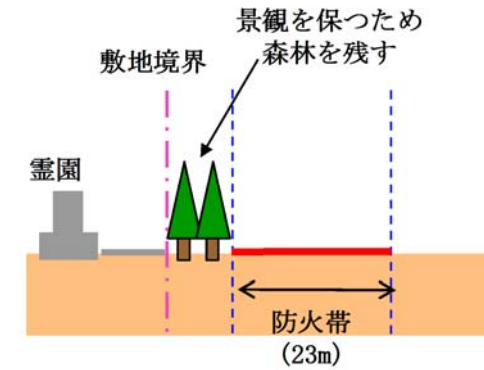
ただし，防潮堤から21mのラインの間に敷地境界がある場合は，

- ・防潮堤北部，南部：防火帯の外側のラインが敷地境界に接するように防火帯を設定する。【⑤】
- ・防潮堤北西部：防火帯の内側のラインが敷地境界に接するように防火帯を設定する。
④部との境界は防火帯が切れないよう設定する。【⑥】

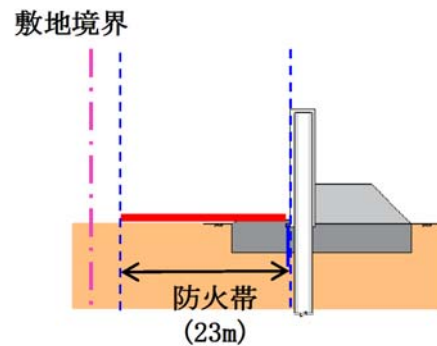
(※) 森林火災時の熱影響から防潮堤を防護するために必要な離隔距離21mを確保するライン



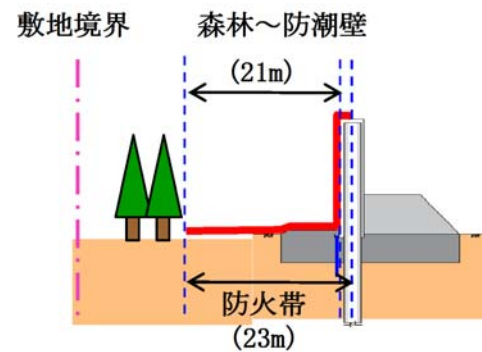
①の概念図



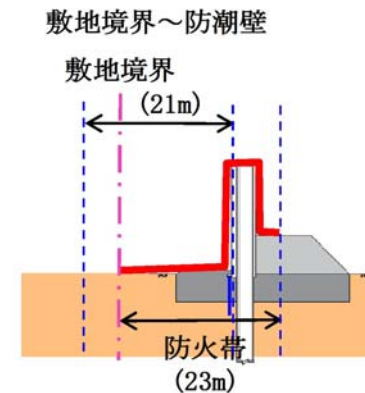
②の概念図



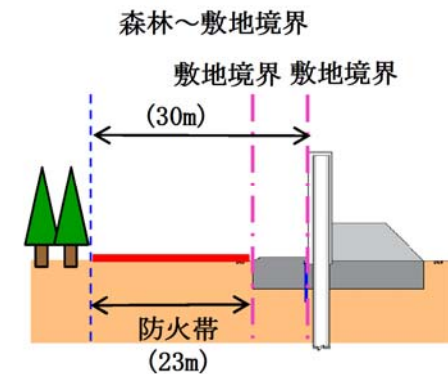
③の概念図



④の概念図

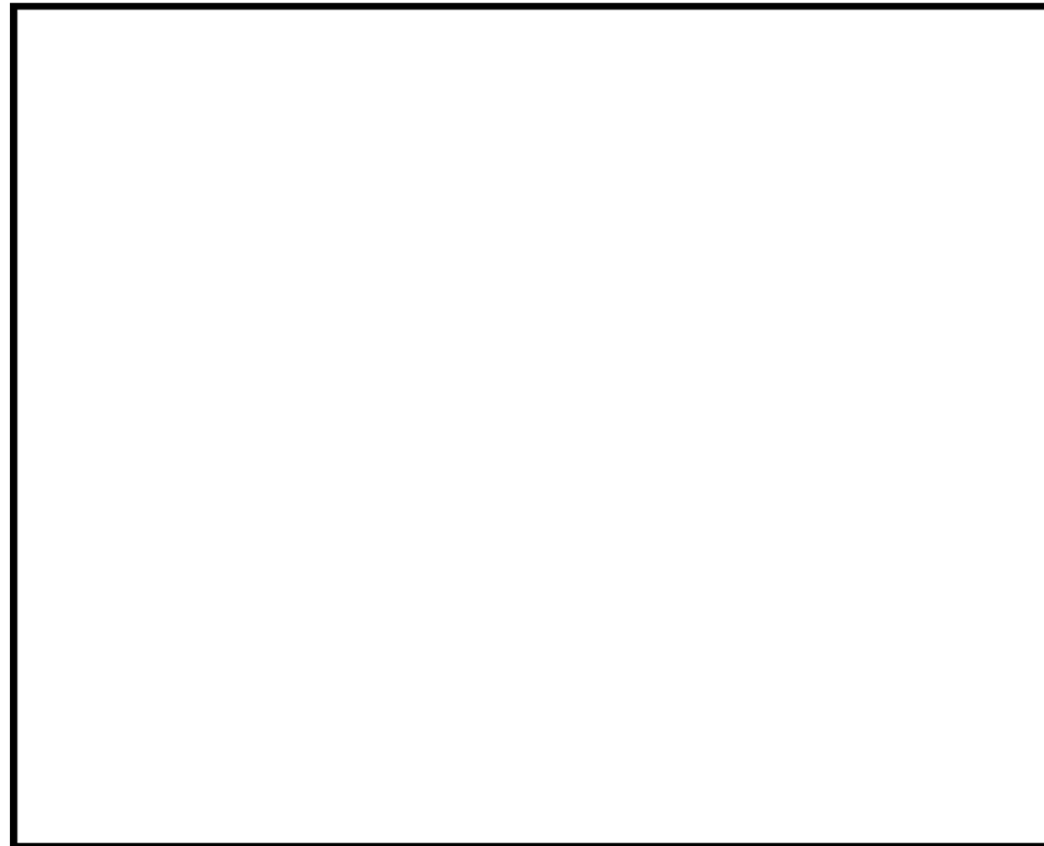


⑤の概念図



⑥の概念図

第2.4-1図 防火帯幅の設定方法



第2.4-2図 影響評価対象施設と防火帯の位置関係，離隔距離

(2) 防火帯の管理

防火帯の管理については火災防護計画に定め，駐車車両等の可燃物及び消火活動に支障となるものは原則として配置しない管理を行う。(別紙2.6)

2.5 火災到達時間の評価結果

【到達時間】

F A R S I T E解析結果より，発火点1の火災が防火帯外縁に到達する最短時間は0.2時間（約12分）である。

【評価】

火災が到達する時間は，約12分程度と短時間であるが，防火帯23mを確保しており，防火帯設置により内側への延焼の可能性は低いため，以下に示す通り，森林火災の検知や消火活動は可能である。

・火災の覚知

- (1) 発電所構内で作業を行う者に対し、火災を発見した場合、当直守衛員に速やかに通報する事を、社内規程で定めている。通報を受けた者は所内関係者に連絡するとともに、消防機関（119番）に連絡を行う。
- (2) 想定される自然現象等の影響について、昼夜にわたり発電所周辺の状態を把握する目的で設置する監視カメラを使用して森林火災に対する監視を行う。監視カメラは、発電所周辺の森林火災を監視できる位置に設置し、24時間要員が常駐する中央制御室及び守衛所からの監視が可能な設計とする。
- (3) 防潮堤に囲まれていない範囲を監視する火災感知器（サーモカメラ）を設けることで早期覚知が可能な設計とする。
- (4) 下記の火災が発生した場合、消防機関から発電所へ連絡が入る。
 - ・発電所周辺で発生した森林火災
 - ・発電所へ迫る可能性があるると消防機関が判断した火災

・消火活動

発電所の初期消火活動要員を、発電所の防火帯内に24時間常駐させる。

【初期消火活動要員】

現場指揮者（1名），現場連絡責任者（1名）， 通報連絡責任者（1名），連絡担当（1名），消火担当（7名）	合計：11名
---	--------

【消防自動車】

化学消防自動車：1台	水槽付消防ポンプ自動車：1台
------------	----------------

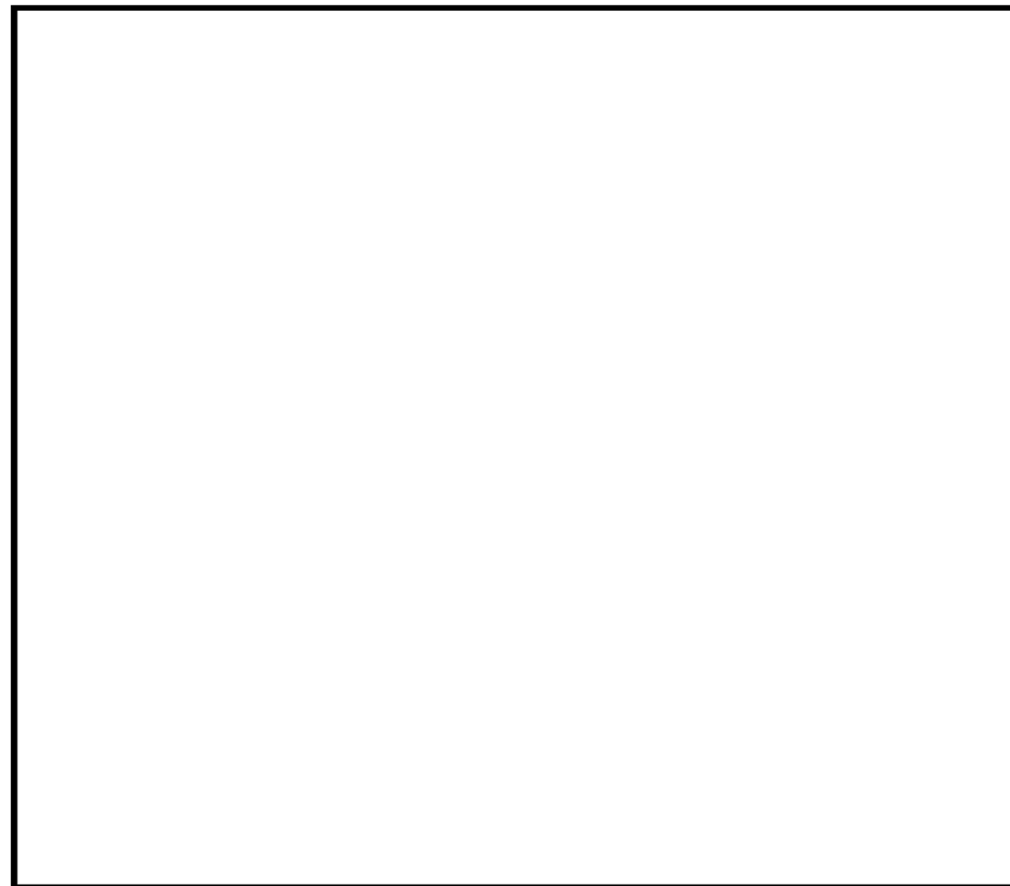
2.5.1 消火活動の説明

【散水開始までの所要時間】

(1) 防火帯への散水

火炎到達時間が最短となる発火点1から出火した森林火災が、最短で発電所に到達する散水地点Aにおいて散水活動を行う。

散水位置と消火栓の配置を第2.5.1-1図に示す。



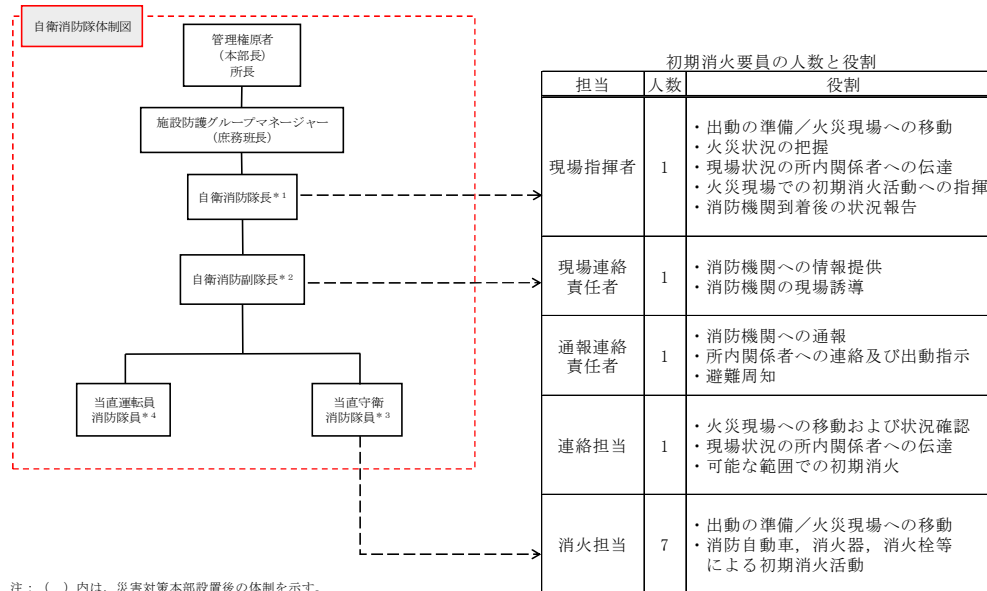
第2.5.1-1図 散水位置 (防火帯)

2. 森林火災による影響評価について (23/31)



初期消火活動要員の人数と役割を第2.5.1-1表に、散水開始までの所要時間を第2.5.1-2表に示す。

第2.5.1-1表 初期消火活動要員の人数と役割



注：() 内は、災害対策本部設置後の体制を示す。
 * 1：現場指揮者（夜間・休日は宿直当番者対応）
 * 2：現場連絡責任者（夜間・休日は宿直当番者対応）
 * 3：構内全域における初期消火活動等
 * 4：東海第二発電所の管理区域及び周辺防護区域内における初期消火活動等

第2.5.1-2表 散水開始までの所要時間（防火帯）

項目	活動内容	活動に必要な所要時間（分）				
		0	10	20	30	
火災発生		▽				
連絡・火災延焼確認	火災情報を入手	▽	5分			
消火活動準備	出動準備		□			
	消火活動場所までの移動			□	2分	
	ホース展張・散水準備				□	4分
消火活動開始	防火帯への散水開始				▼	11分後 散水が完了

□：訓練実績 □：過去の実績等から想定した時間

2.6 温度影響評価 (円筒火炎モデル)

2.6.1 温度評価用データの選定

前述の森林火災解析結果から、①火炎輻射強度 ②火炎長 ③燃焼継続時間の組合せによる温度評価結果を確認し、温度評価結果が最も厳しくなるメッシュを選定する。

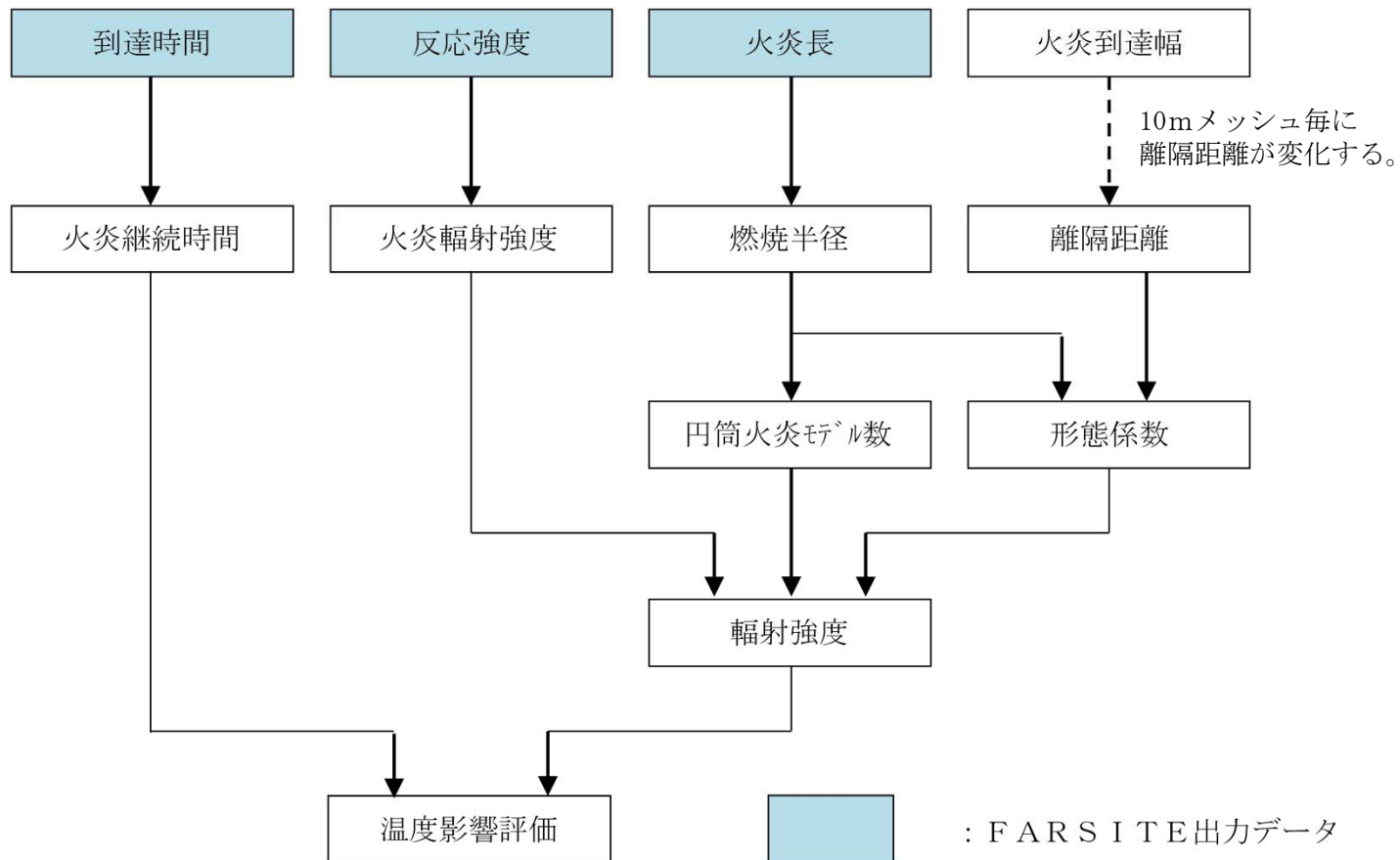
2.6.2 温度評価

選定したメッシュの以下のパラメータを用いて評価した。

第2.6.2-1表 温度評価に用いたデータ内容

項 目		内 容
FARSITE 解析結果	火炎到達時間 (hr)	出火から火炎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に使用する。
	反応強度 (kW/m ²)	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に使用する。
	火炎長 (m)	反応強度が最大位置の火炎の高さ。円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
FARSITE 解析結果 より算出 したデータ	火炎継続時間 (hr)	到達時間から算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	火炎輻射強度 (kW/m ²)	反応強度に米国 NFPA の係数 0.377 を乗じて算出され、円筒火炎モデルを用いた温度上昇の算出に使用する。
	燃焼半径 (m)	火炎長に基づき算出され、円筒火炎モデルの形態係数の算出に使用する。
	火炎到達幅 (m)	防火帯外縁における火炎到達セル数×セル幅 (10m)

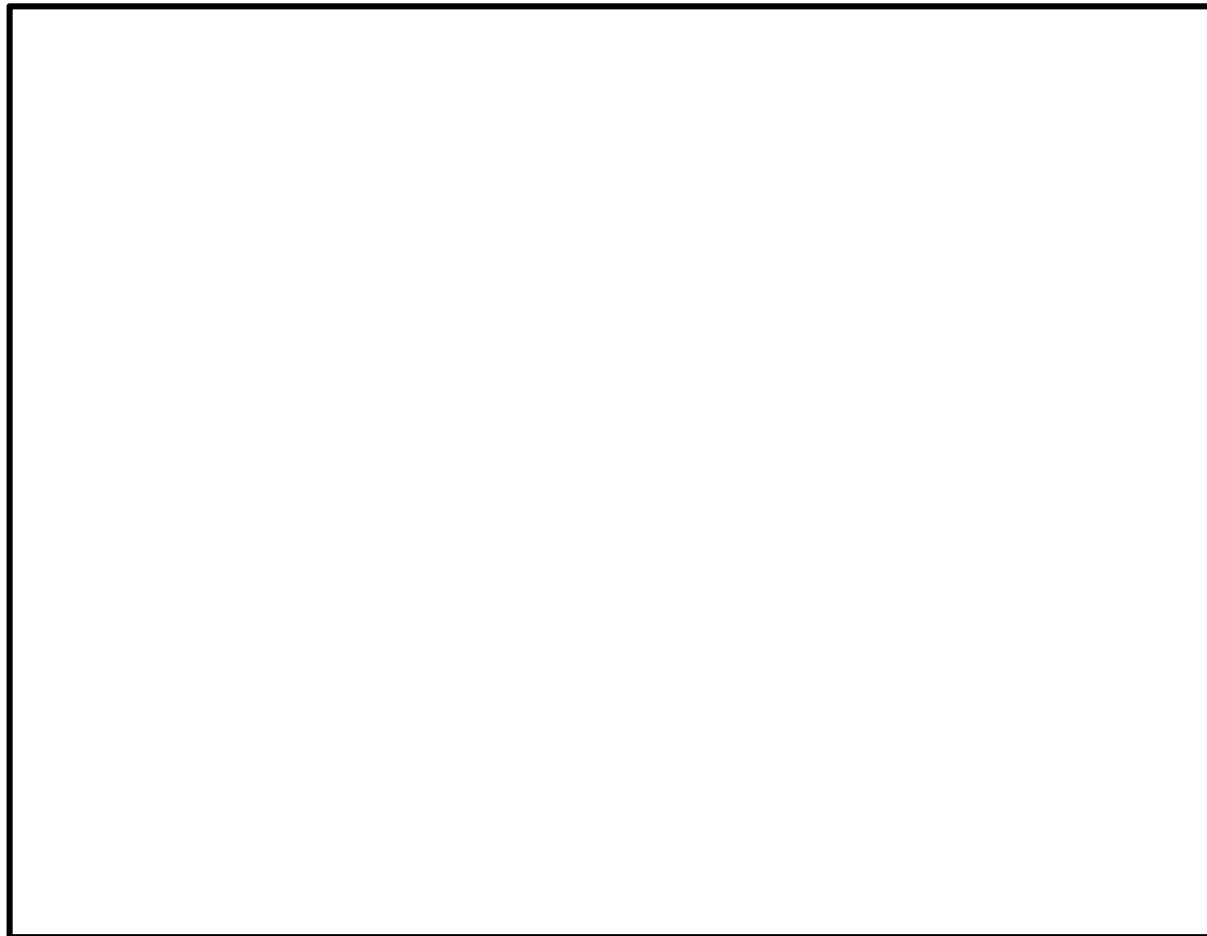
2.6.3 温度影響評価 (熱評価の流れ)



第2.6.3-1図 温度評価流れ図

影響評価対象施設と防火帯の位置関係，及び離隔距離を第2.6.3.-1図に示す。

- 各影響評価対象施設から，防火帯外縁までの最短となる距離
- 防火帯外縁から100mの範囲より抽出した最大の火炎輻射発散度となる火災が，各影響評価対象から最短となる位置で発生したことを想定



第2.6.3.-1図 影響評価対象施設と防火帯の位置関係，離隔距離

2. 森林火災による影響評価について (27/31)



2.6.4 温度影響評価結果

(1) 各影響評価対象施設外壁の温度上昇を評価した結果、許容温度を下回ることを確認した。

第2.6.4-1表 各影響評価対象施設外壁の熱影響評価結果

影響評価 対象施設	評価温度 (°C)							許容 温度 (°C)
	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7	
原子炉建屋	51	51	52	52	52	52	52	<200
海水ポンプ室	52	52	52	52	52	52	52	
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	79	77	85	82	88	83	83	
タービン建屋	52	52	52	52	52	52	52	
排気筒	51	52	52	52	52	52	52	<325
D/G 吸気系フィルタ	43	43	43	43	43	43	43	<53

2. 森林火災による影響評価について (28/31)



(2) 各影響評価対象の室内温度上昇を評価した結果、許容温度を下回ることを確認した。

第2.6.4-2表 各影響評価対象施設外壁内面の熱影響評価結果

影響評価 対象施設	評価温度 (°C)							許容 温度 (°C)
	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7	
原子炉建屋	51	51	51	51	51	51	51	<200
海水ポンプ室	51	51	51	51	51	51	51	
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	54	52	52	53	52	52	52	
タービン建屋	51	51	51	51	51	51	51	

第2.6.4-3表 室内温度熱影響評価結果

火災源	評価対象	建屋内部の到達温度 (°C)	許容温度 (°C)
森林火災 (発火点 1)	中央制御室 (原子炉建屋)	33	<40°C

2.6.5 危険距離評価結果

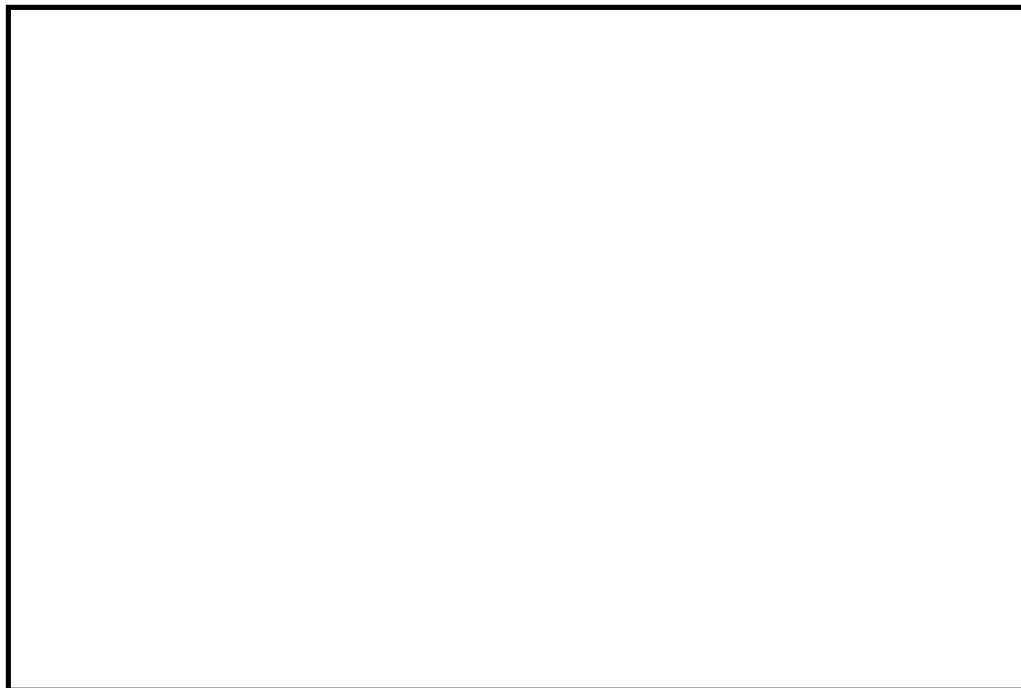
各影響評価対象の危険距離を評価した結果、危険距離が離隔距離を下回ることを確認した。

第2.6.5-1表 各影響評価対象施設に対する危険距離

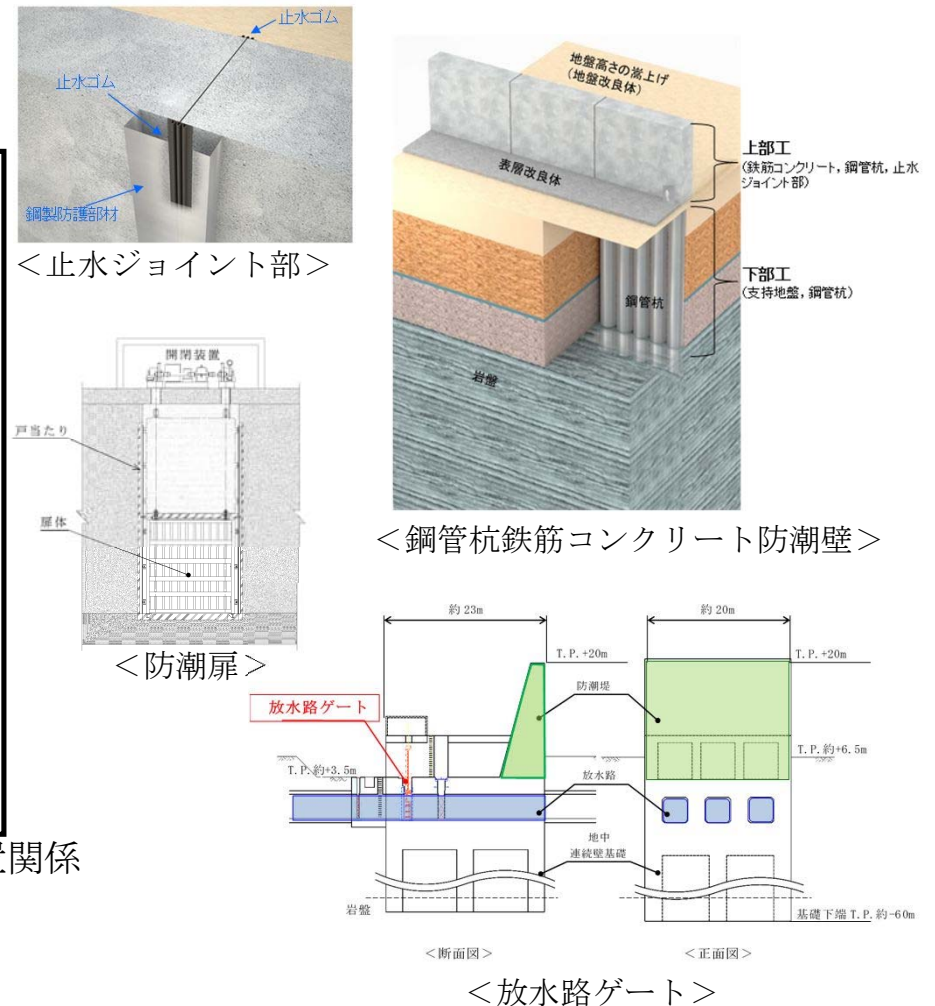
影響評価 対象施設	危険距離 (m)							離隔 距離 (m)
	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4	発火点 5	発火点 6	発火点 7	
原子炉建屋	14	13	15	15	16	15	15	267
海水ポンプ室	14	13	15	15	16	15	15	242
使用済燃料 乾式貯蔵建屋	14	13	15	15	16	15	15	37
タービン建屋	14	13	15	15	16	15	15	221
排気筒	12	14	20	15	19	20	19	266
D/G 吸気系フィルタ	16	18	25	20	25	25	24	267

2.6.6 防潮堤に対する危険距離評価結果

防潮堤及び防火帯と近接する森林との位置関係を第2.6.6-1図に示す。また、防潮堤の各影響評価対象の概念図を第2.6.6-2図に示す。



第2.6.6-1図 防潮堤及び防火帯と近接する森林との位置関係



第2.6.6-2図 防潮堤の各影響評価対象の概念図

2.6.6 防潮堤に対する危険距離評価結果

防潮堤の各影響評価対象の危険距離を評価した結果、危険距離が離隔距離を下回ることを確認した。

第2.6.6-1表 防潮堤の各影響評価対象に対する危険距離

影響評価対象	危険距離 (m)	森林からの離隔距離 (m)
鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁	16	21
止水ジョイント部	20	21
防潮扉	20	35