

発火点の考え方について

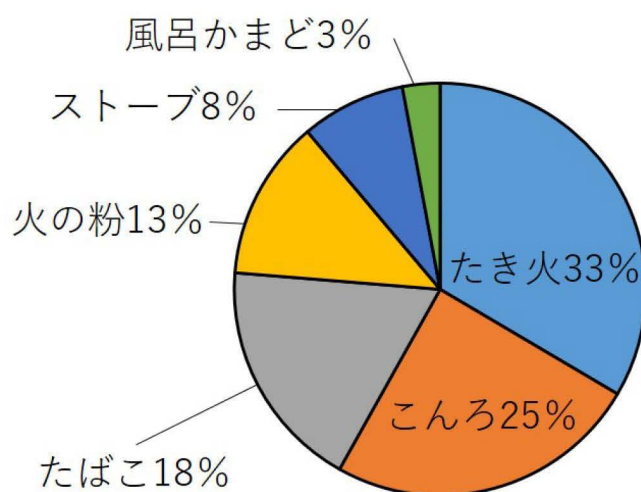
1. 発火点の設定方針

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について^[1]」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，最大風速記録時の風向が再処理施設の風上になる地点
- ・たき火等の人為的な火災発生原因が想定される地点

なお，茨城県内での主な発火源は，「消防防災年報」（茨城県 平成 29 年）によると，たき火，こんろ及びたばこであった。発火源の割合を図 1-1 に示す。

この結果に加え，再処理施設周囲の地理的状況等を考慮し，人為的な火災発生原因を想定した。



「消防防災年報」（茨城県 平成29年）より
平成17年から平成28年までの統計

図 1-1 発火源の割合

2. 発火点の設定

再処理施設周囲の特徴として以下のことがあげられる。

- ・再処理施設の西側に国道 245 号線が通る。
- ・再処理施設の南側に県道 62 号線が通る。
- ・再処理施設の北側に川がある。
- ・再処理施設の南西に住宅地が多い。

第 1 項で設定した方針及び上記の特徴を踏まえ、発火点を以下のとおり設定した。発火点位置と植生データを図 2-1 に示す。

発火点 1：最大風速記録時の風向である北北東において、海岸でのたき火の不始末、たばこの投げ捨て等により原子力科学研究所敷地内の森林に引火することを原因とし、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟から北北東の方角上に当たる点を発火点とした。

発火点 2：卓越風向である西北西において、国道 245 号線からのたばこの投げ捨てにより、茨城東病院の森林に引火することを原因とし、周辺の植生も同程度の燃えやすさであることから、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟から西北西の方角上に当たる点を発火点とした。

発火点 3：南西方面において、国道 245 号線、県道 62 号線（たばこの投げ捨て）、如意輪寺霊園（線香の残り火）からの発火を想定し、評価上、火線強度が保守的になると予想された如意輪寺霊園を発火点とした。

発火点 4：南方面において、県道 62 号からのたばこの投げ捨てにより、核燃料サイクル工学研究所敷地の森林に引火することを原因とし、県道 62 号線沿線の植生のなかで比較的燃えやすい「Tall grass」のある交差点付近を発火点とした。

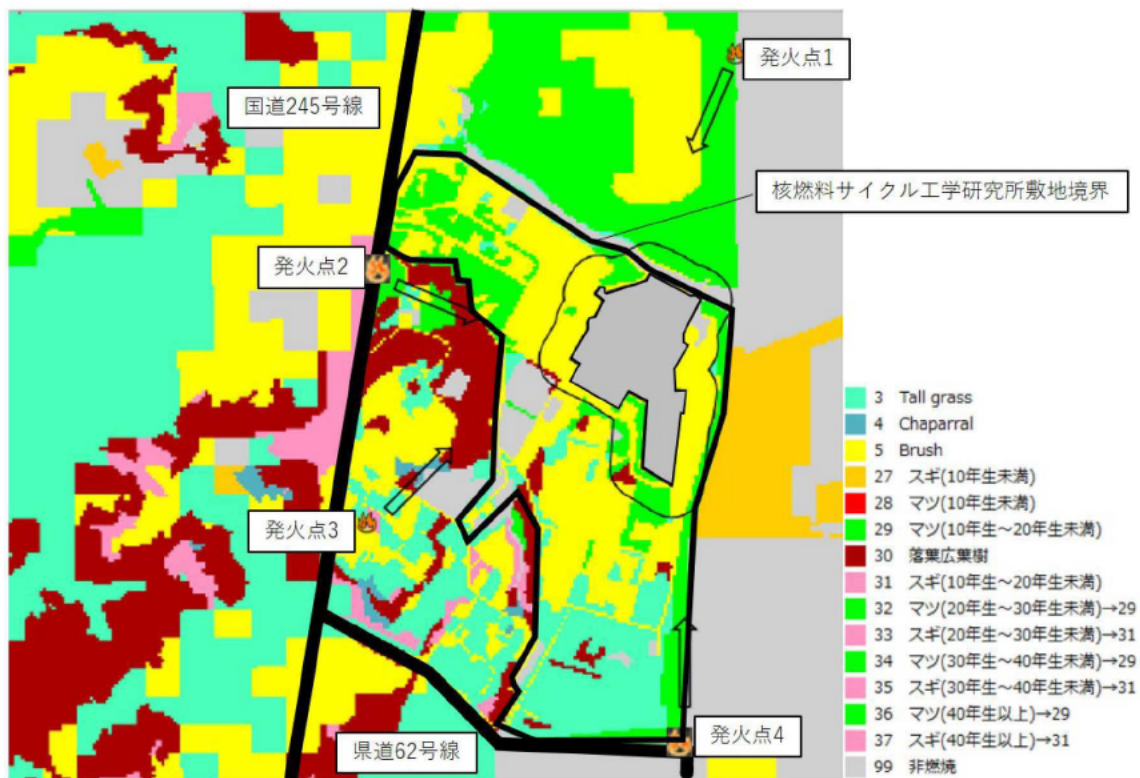


図 2-1 発火点位置と植生データ

3. 発火点の妥当性設定

3.1 発火点 1 の妥当性

発火点 1 は最大風速記録時の風向である北北東に設定しており、周辺はマツ 10 年生～20 年生未満（評価上）であり、砂浜と森林の境界に設定している。発火点を多少移動させたとしても周囲の植生に大きな違いはないことから、発火点 1 の評価結果に包絡される。

3.2 発火点 2 の妥当性

発火点 2 は卓越風向である西北西に設定しており、周辺はマツ 10 年生～20 年生未満（評価上）であり、国道 245 号線上に設定している。発火点を多少移動させたとしても周囲の植生も同程度の燃えやすさであることから、発火点 2 の評価結果に包絡される。

3.3 発火点 3 の妥当性

発火点 3 は国道 245 号線及び県道 62 号線からのたばこの投げ捨てる他に、線香の残り火を想定し、如意輪寺霊園からの発火を想定し設定した。

3.4 発火点 4 の妥当性

発火点 4 の周辺は県道 62 号線沿線の植生のなかで比較的燃えやすい Tall grass であり、核燃料サイクル工学研究所敷地境界に設定した。

4. 参考文献

- [1]原子力規制委員会，原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について，（平成 25 年 6 月）

FARSITE の解析結果

1. FARSITE 出力情報

FARSITE の解析より得た、各発火点における再処理施設敷地境界に最も早く火炎が到達する火炎到達時間と、再処理施設敷地境界より 100 m の範囲における最大火線強度の解析結果を表 1-1 に示す。また、各発火点の延焼状況をそれぞれ図 1-1 から図 1-4 に示す。

表 1-1 解析結果

発火点位置	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
最大火線強度 (kW/m)	2215	6023	5748	6085
火炎到達時間 (hr)	12.9	2.1	1.8	0.7

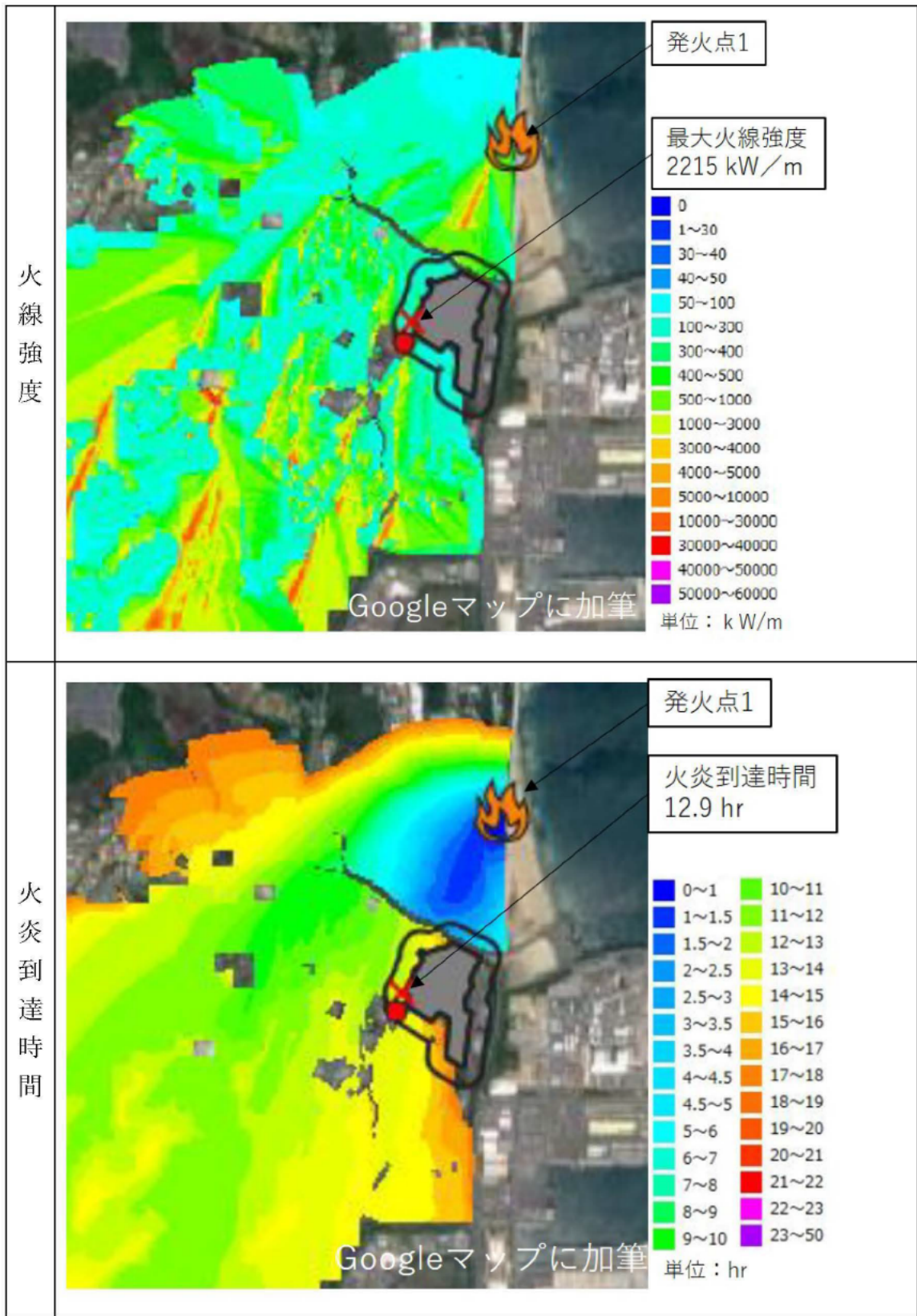


図 1-1 発火点 1 の延焼状況

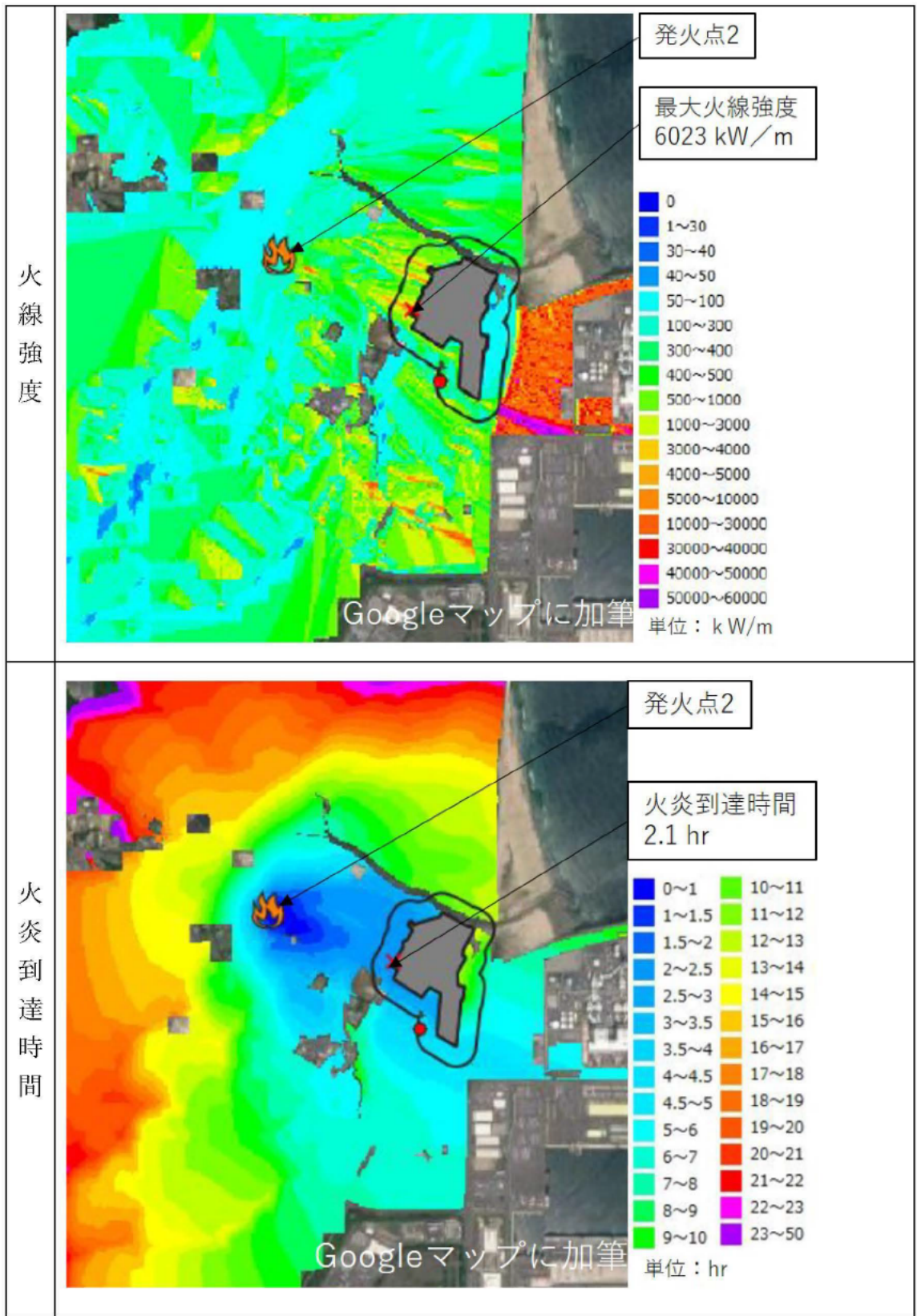


図 1-2 発火点 2 の延焼状況

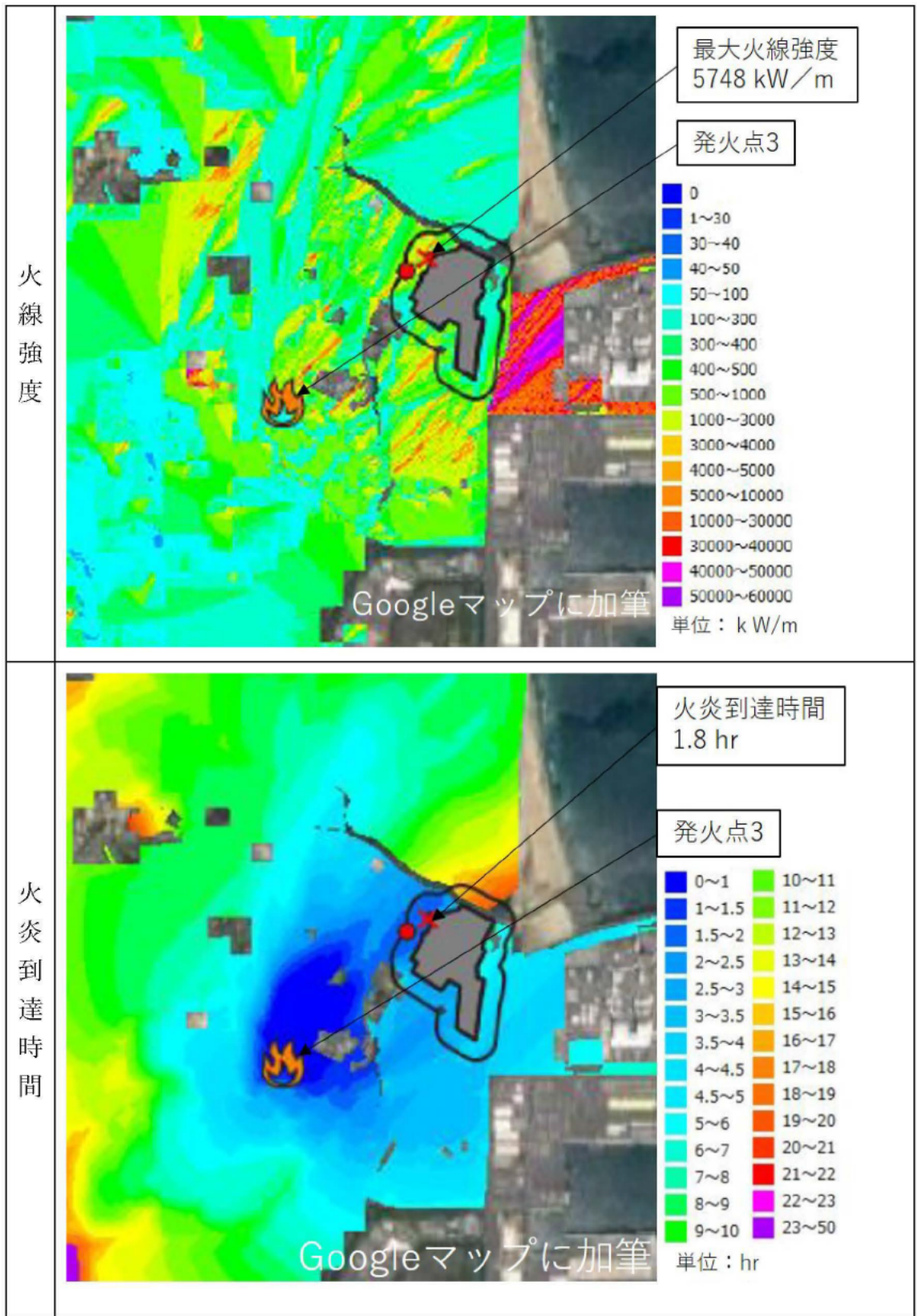


図 1-3 発火点 3 の延焼状況

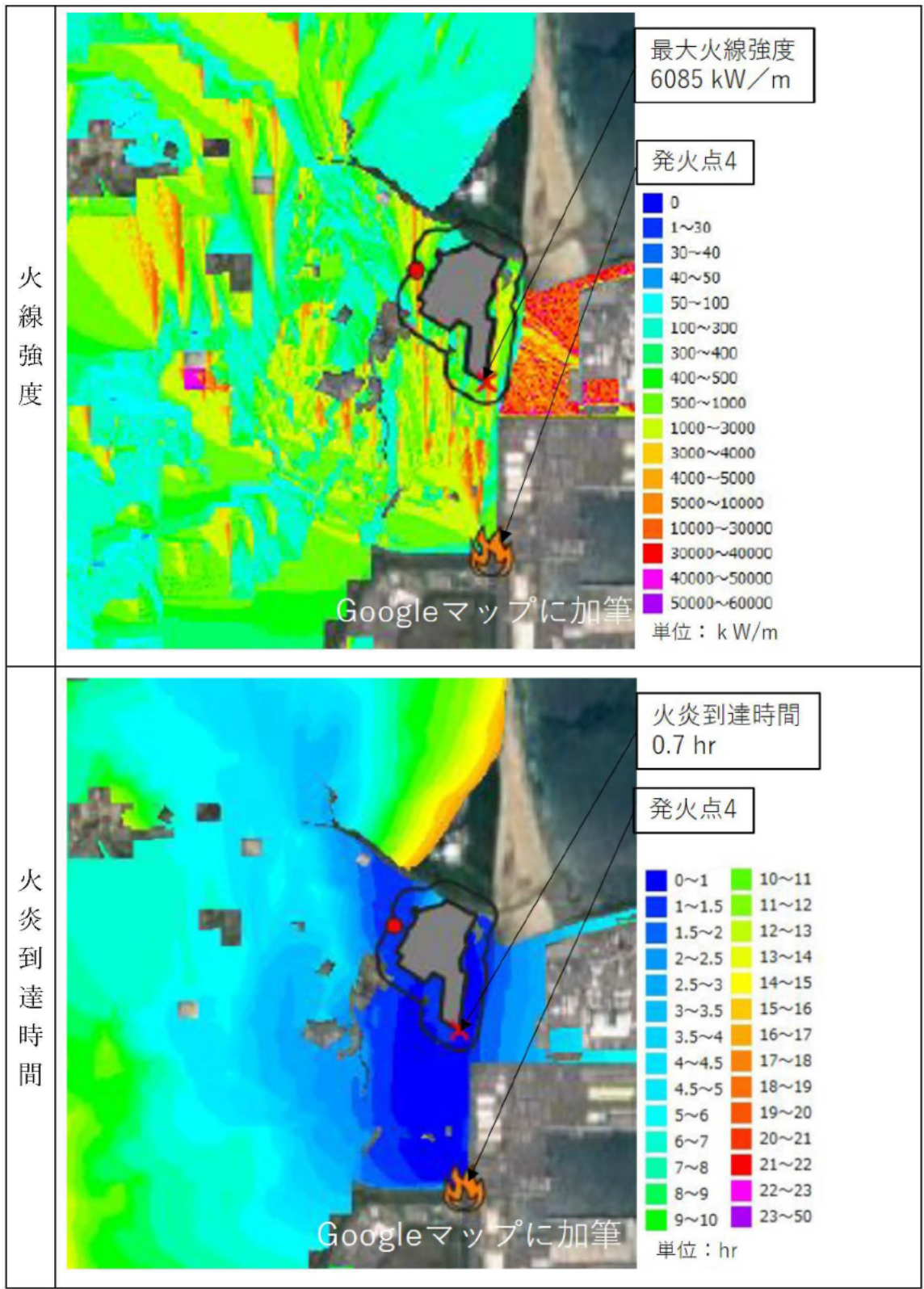


図 1-4 発火点 4 の延焼状況

核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊について

1. 概要

核燃料サイクル工学研究所では核燃料サイクル工学研究所内及び近隣地域において発生した火災等の災害から従業員の生命並びに核燃料サイクル工学研究所の財産を保護するとともに、災害による被害を軽減することを目的に自衛消防隊として消防班が組織されている。消防班は5分隊構成とし、そのうち1分隊は常駐隊である。常駐隊を除く各分隊は8名の班員をもって編成し、常駐隊は4名の班員をもって編成する。消防班の組織図を図1-1に示す。消防班の対応内容を別紙6-1-4-8-4-1「森林火災発生時の核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊の対応について」に示す。

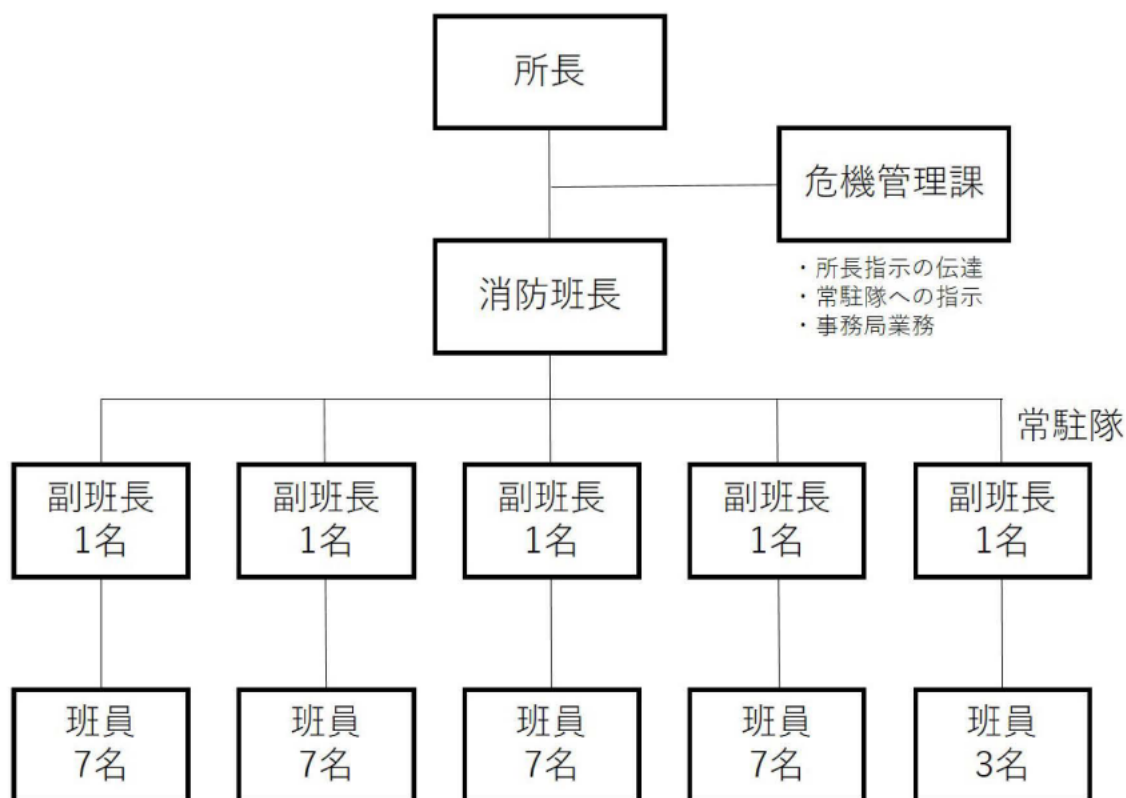


図 1-1 消防班の組織図の位置関係

2. 消防設備

森林火災が発生した際の消火活動に使用する消防設備として以下の設備を備えている。

2.1 消防タンク車

消防タンク車の仕様を表 2.1-1 に示す。消防タンク車の写真を図 2.1-1 に示す。

2.2 消防化学車

消防化学車の仕様を表 2.2-1 に示す。消防化学車の写真を図 2.2-1 に示す。

2.3 屋外消火栓

屋外消火栓の仕様を表 2.3-1 に示す。

表 2.1-1 消防タンク車の仕様

タンク容量	1500 L
放水量	2.8 m ³ /min
台数	3 台

表 2.2-1 消防化学車の仕様

タンク容量	1500 L
放水量	2.8 m ³ /min
消火剤	合成界面活性剤消火薬剤
消火剤量	300 L
台数	1 台

表 2.3-1 屋外消火栓の仕様

核燃料サイクル工学研究所内	102 か所
再処理施設内	41 か所
防火帯内	7 か所
放水ホース	3 本 × 20 m



図 2.1-1 消防タンク車



図 2.2-1 消防化学車

3. 訓練

3.1 自衛消防隊

消防班は、毎月2回消防訓練を行っている。

訓練では、召集訓練、消防車を用いての操作訓練、放水訓練等を行っている。

3.2 合同訓練

核燃料サイクル工学研究所では、公設消防との連携強化を目的として、年1回以上公設消防と合同消火訓練を行っている。

訓練では、消防車を用いての操作訓練、放水訓練、中継給水訓練等を行っている。

合同訓練の様子を図3.2-1に示す。



図 3.2-1 合同訓練の様子

森林火災発生時の核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊の対応について

1. 概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒の周辺には防火帯を設定するため、森林火災がこれらの施設に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にて散水を行い、万一の飛び火による延焼を防止する。

2. 森林火災発生時の対応

森林火災が発生又はそのおそれがあると判断した場合には、所長は直ちに危機管理課長に対して自衛消防隊の招集を指示し、出動させる。

指示を受けた自衛消防隊は緊急自動車車庫前に参集し、消防タンク車又は消防化学車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車又は消防化学車による散水活動を行うことができる。また、常駐隊は正門警備所より消防タンク車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車による散水活動を行うことができる。図 2-1 に自衛消防隊のアクセスルートを図 2-2 に防火帯周辺の消火栓配置図を示す。



図 2-1 自衛消防隊のアクセスルート



図 2-2 防火帯周辺の消火栓配置図

熱影響評価方法について

1. パラメータの算出

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について^[1]」(以下「ガイド」という。)に従い、FARSITE 解析結果である反応強度、火炎長及び火炎到達時間から、熱影響評価に必要なデータを算出した。熱影響評価に用いたデータの説明を表 1-1 に、FARSITE 出力データ及び算出データを表 1-2 に示す。

火炎継続時間については、最大火炎輻射強度の発生メッシュと隣接メッシュにおける火炎到達時間の差より算出した。2 つ以上の伝播方向がある場合は、最大時間を選択した。森林火災評価における火炎継続時間の概念図を図 1-1 に示す。

表 1-1 評価方法一覧

項目		出力値の内容	評価方法
FARSITE 出力	火線強度 [kW/m]	火炎前線から単位時間に放出される熱量	敷地境界から 100 m 範囲における最大値。ただし常陸那珂火力発電所の敷地は除外
	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炎規模	敷地境界から 100 m 範囲における最大値。ただし常陸那珂火力発電所の敷地は除外
	火炎長 [m]	火炎の高さ	最大火炎輻射強度（反応強度）位置における値
	火炎到達時間 [hour]	出火から火炎の前線が該当地点に到達するまでの時間	敷地境界における最小値
	延焼速度[m/s]	火炎の延焼する速さ	最大火線強度位置における値
	単位面積当たり熱量[kJ/m ²]	単位面積当たりの放出熱量	最大火線強度位置における値
FARSITE 出力より算出したデータ	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	
	火炎継続時間 [hour]	到着時間から算出	最大火炎輻射強度位置と隣接する位置（火炎伝播方向）における到達時間の差の最大値（図 1-1 参照）
	火炎到達幅 [m]	敷地境界の火炎最前線の長さ	敷地境界で延焼したセル数×10 m で算定
	燃焼半径 [m]	火炎長に基づき算出	ガイドに従い、火炎長/3 で算定

表 1-2 FARSITE 出力データ及び算出データ

項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
火炎長 [m]	1.6	1.2	1.7	1.1
火炎到達時間 [hour]	12.9	2.1	1.8	0.7
火炎輻射強度 [kW/m ²]	438	435	440	439
火炎継続時間 [hour]	0.06	0.12	0.05	0.13
火炎到達幅 [m]	780	1620	1620	1620
燃焼半径 [m]	0.6	0.4	0.6	0.4

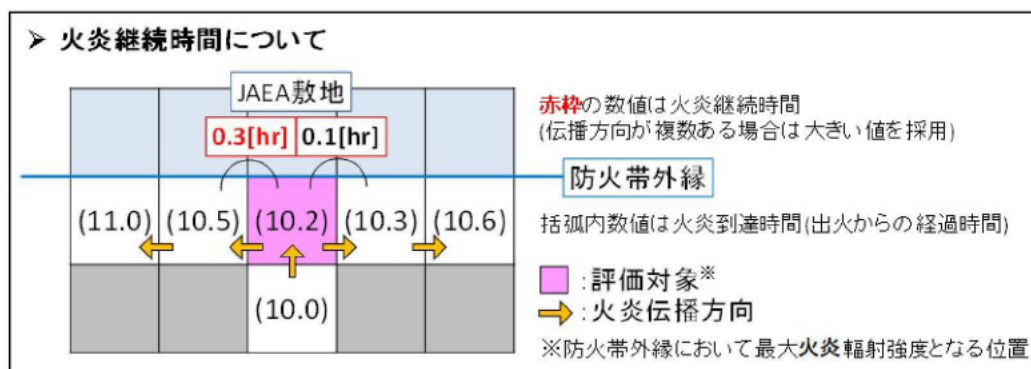


図 1-1 森林火災評価における火炎継続時間の概念図

2. 輻射強度の算出

表 1-2 で算出したデータに基づき、評価対象建家受熱面における輻射強度を算出した。ガイドにしたがって、算出した火炎長と燃焼半径を有する円筒火炎が火炎到達幅の分だけ横一列に並ぶものとし、離隔距離分だけ離れた位置にある円筒火炎から燃焼開始後、火炎継続時間経過後に隣接するセル（セル幅 10 m）に延焼するものとした。図 2-1 に森林火災評価における円筒火炎モデルの概念図を示す。円筒火炎による輻射強度に関しては、ガイドにしたがって円筒火炎モデルの形態係数を算出し、これを火炎輻射強度と乗ずることで輻射強度を算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left[\frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right) \right]$$

$$A = (1+n)^2 + m^2$$

$$B = (1-n)^2 + m^2$$

$$m = H / R$$

$$n = L / R$$

ϕ : 形態係数

H : 火炎長 [m]

L : 離隔距離 [m]

R : 燃焼半径 [m]

さらに 10 m メッシュ内には燃焼半径から算出した F' 個の火炎が存在するものとして、評価対象が受ける輻射強度に火炎数を乗じて算出した。

$$E = F' \cdot R_f \cdot \phi \quad (\text{中心位置の火炎})$$

$$E = 2 \cdot F' \cdot R_f \cdot \phi \quad (\text{中心以外の火炎, 移動後})$$

E : 輻射強度 [W/m²],

ϕ : 形態係数

R_f : 火炎輻射強度 [W/m²]

F' : 円筒火炎モデル数 (10 m メッシュ)

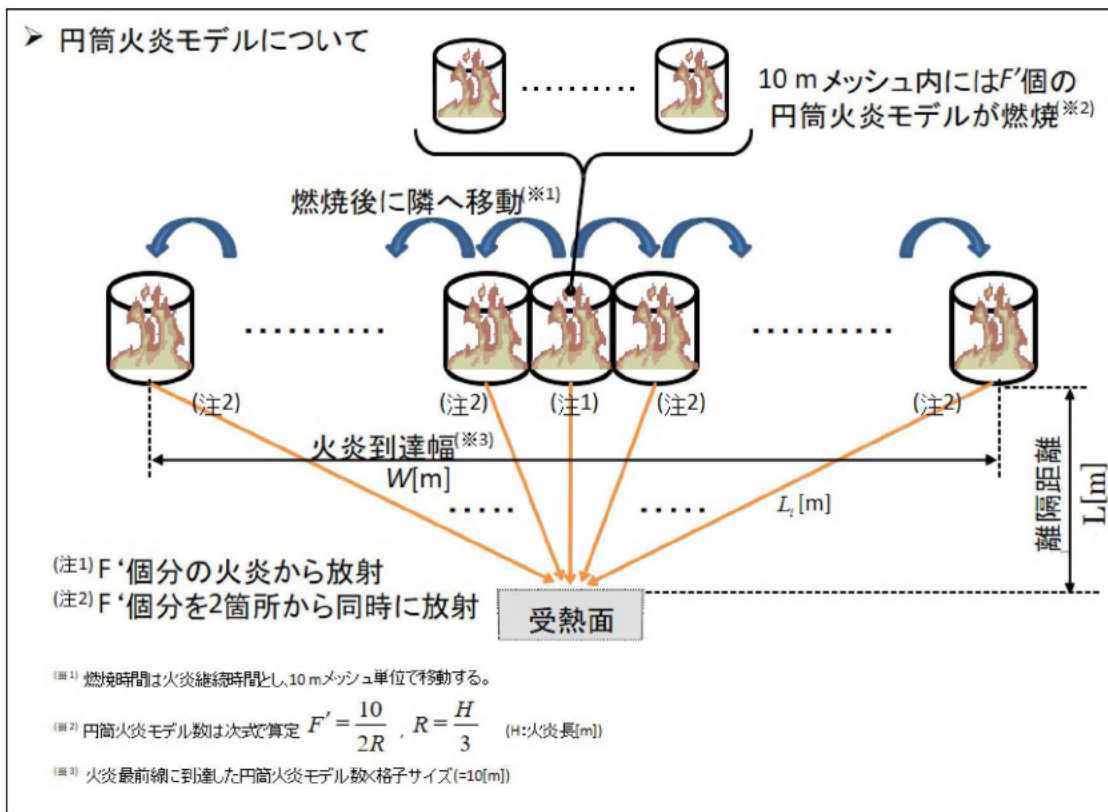


図 2-1 森林火災評価における円筒火炎モデルの概念図

3. 熱影響評価

3.1 離隔距離

熱影響評価対象施設から最も近い再処理施設敷地境界までの離隔距離を用いて評価を行った。熱影響評価対象施設から最も近い再処理施設敷地境界までの離隔距離を表 3-1 及び図 3-1 に示す。

3.2 許容温度

3.2.1 コンクリート製建家

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、コンクリート圧縮強度が維持される保守的な温度 200°C 以下とした。(別紙 6-1-4-8-5-1 「コンクリートの許容温度について」参照) なお、外壁にはガラリ、配管貫通部等が存在するが、これらに対する火災影響は敷地内火災に包絡されるため本評価では対象外とした。

3.2.2 第二付属排気筒

火災時における短期温度上昇を考慮した場合において、鋼材 (SMA41) の強度が維持される保守的な温度 350°C* 以下とした。

* 「発電用原子力設備規格 材料規格 (JSMR)」に基づき、鋼材における常温時の強度が維持される保守的な温度である 350°C を許容温度とする。

3.3 評価方法

3.3.1 コンクリート製建家

建家外壁温度は次に示す 1 次元非定常熱伝導方程式^[2]を差分法により解くことで評価した。また、同式を用いて、外壁表面の温度が 200°C となる輻射強度を算出した。

$$\rho \cdot C_p \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(k \frac{\partial T}{\partial x} \right) \quad (1)$$

$$-k \frac{\partial T}{\partial x} = E - h(T - T_0) \quad (x = 0)$$

$$\frac{\partial T}{\partial x} = 0 \quad (x = L)$$

T : 温度 [°C]

ρ : 密度 (2400 [kg/m³])

C_p : 比熱 (963 [J/kg/K])^[3]

k : 熱伝導率 (1.74 [W/m/K])^[3]

E : 輻射強度 [W/m²]
 L : 厚さ [m]
 h : 熱伝達率 (17.0 [W/m²/K]) [4]
 T_0 : 周囲空気温度 (50 [°C]) ※

※：水戸地方気象台で観測された過去 10 年間の最高気温である 38.2°C に保守性を持たせた値

(1) 式で求めた輻射強度となる形態係数 ϕ を、ガイドに従い (2) 式により算出した。

$$E = R_f \cdot \phi \quad (2)$$

E : 輻射強度 [W/m²]
 R_f : 火炎輻射強度 [W/m²]
 ϕ : 形態係数

(2) 式で求めた形態係数 ϕ となる危険距離 L をガイドに従い (3) 式より算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi m} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left[\frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right) \right] \quad (3)$$

$A = (1+n)^2 + m^2$
 $B = (1-n)^2 + m^2$
 $m = H / R$
 $n = L / R$

ϕ : 形態係数
 H : 火炎長 [m]
 L : 離隔距離 [m]
 R : 燃焼半径 [m]

上記のとおり危険距離を算出し、最も近い防火帯外縁から影響評価対象施設までの離隔距離を下回るか評価した。なお、天井スラブは以下の理由により、外壁の評価に包絡されるため実施しない。

・火炎長が天井スラブより短い場合、天井スラブに輻射熱を与えないことから熱影響は

ない。

- ・火炎長が天井スラブより長い場合、天井スラブに輻射熱を与えるが、その輻射熱は外壁に与える輻射熱より小さい。

3.3.2 第二付属排気筒

第二付属排気筒外壁温度は定常状態における温度評価とし、次式に示す熱バランス⁵⁾を解くことで評価した。また、同式を用いて、外壁表面の温度が 350°C となる輻射強度を算出した。

$$T = \frac{E}{2h} + T_0 \quad (1)$$

T : 温度 [°C]

E : 輻射強度 [W/m²]

h : 熱伝達率 (17.0 [W/m²/K]) ^[4]

T_0 : 周囲空気温度 (50 [°C]) ※

※ : 水戸地方気象台で観測された過去 10 年間の最高気温である 38.2°C に保守性を持たせた値

(1) 式で求めた輻射強度となる形態係数 ϕ を、ガイドに従い (2) 式により算出した。

$$E = R_f \cdot \phi \quad (2)$$

E : 輻射強度 [W/m²]

R_f : 火炎輻射強度 [W/m²]

ϕ : 形態係数

(2) 式で求めた形態係数 ϕ となる危険距離 L をガイドに従い (3) 式より算出した。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left[\frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right) - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right) \right] \quad (3)$$

$$A = (1+n)^2 + m^2$$

$$B = (1-n)^2 + m^2$$

$$m = H / R$$

$$n = L / R$$

ϕ : 形態係数

H : 火炎長 [m]

L : 離隔距離 [m]

R : 燃焼半径 [m]

上記のとおり危険距離を算出し、最も近い防火帯外縁から影響評価対象施設までの離隔距離を下回るか評価した。

表 3-1 熱影響評価対象施設から最も近い再処理施設敷地境界までの離隔距離

施設名称略	離隔距離(m)
HAW	37
TVF	21
第二付属排気筒	71

*離隔距離は保守性を考慮し、小数点第1位で切り下げ



図 3-1 熱影響評価対象施設から最も近い再処理施設敷地境界までの離隔距離

4. 参考文献

- [1]原子力規制委員会, 原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 A 森林火災の原子力発電所への影響評価について, (平成 25 年 6 月)
- [2]東京大学出版会, 伝熱工学, (1995)
- [3]日本建築学会, 原子炉建屋構造設計指針 同解説, (1988)
- [4]空気調和・衛生工学会, 空気調和・衛生工学便覧, (2010)
- [5]原田和典, 財団法人日本建築センター, 建築火災のメカニズムと火災安全設計, (2007)

コンクリートの許容温度について

1. コンクリートの許容温度

「建築火災のメカニズムと火災安全設計（財団法人 日本建築センター）」^[1]に基づき、コンクリートの強度が維持される温度である 200℃を許容温度として設定する。図 1-1 に「建築火災のメカニズムと火災安全設計」の抜粋を示す。

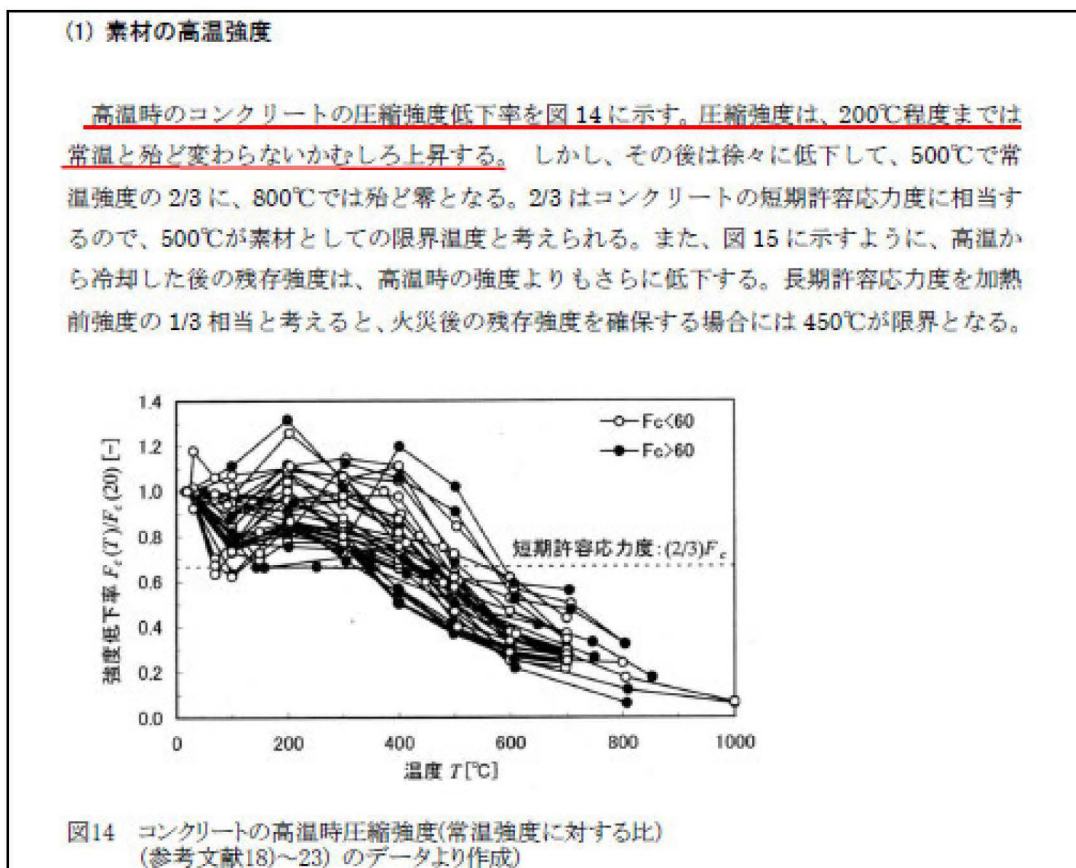


図 1-1 「建築火災のメカニズムと火災安全設計」の抜粋

2. 参考文献

[1] 原田和典, 財団法人日本建築センター, 建築火災のメカニズムと安全設計, (2007年)

防火帯の計画検討について

1. 概要

想定する森林火災から高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟を防護するために設ける防火帯について、周辺の鉄筋コンクリート造建家を延焼障壁とすることにより防護する建家周辺に近い位置に配置するケース（計画 A、図 1-1）と、防火帯内に建家・構築物を含めずに配置するケース（計画 B、図 1-2）を検討した。以下にその詳細を示す。

2. 防火帯に求める要件

検討する防火帯は以下に示す「配置要件」と「管理要件」を満足するものとする。

○ 配置要件

- a. 防火帯は防護する建家周囲を切れ目なく囲む帯状の区域とすること。
- b. 以下の必要防火帯幅を確保すること。

風上（防火帯外縁方向）に樹木がない場合	： 8.5 m 以上
風上（防火帯外縁方向）に樹木がある場合	： 21 m 以上
- c. 以下の危険距離（防護する建家外壁と火炎の離隔距離として最低限必要な距離）以上の離隔距離を確保すること。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）	： 14 m
ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟	： 13 m
第二付属排気筒	： 19 m
- d. 自衛消防による延焼防止活動が可能であること。

○ 管理要件

- a. 防火帯内には可燃物がないこと。
- b. 防火帯内には樹木がないこと。また草木の自生を防止すること。
- c. 防火帯内に車両等を駐車しないこと（一時的な通過・停車は除く）。

3. 計画 A について

3.1 検討の方針

再処理施設は狭小な敷地に多数の建家が密集して建設されていることから、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟においても隣接建家が近くに存在する。しかしながら、これらの隣接建家は原子力施設として建設された堅牢な鉄筋コンクリート造建家であり、火災に対して有効な防護障壁となることが期待される。

そこで、これらの建家を防火帯の一部に組み込むことにより防火帯面積を少なくすることが可能となることから、短期間での整備及び自衛消防による延焼防止活動の容

易化を図るという意図に基づき検討した（参考図 1-1）。南側の防火帯はその風上に樹木があることから防火帯幅を 21 m 確保することとし、高放射性廃液貯蔵場（HAW）については北側及び東側の一部に隣接建家（分離精製工場（MP）及びプルトニウム転換技術開発施設（PCDF））、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については北側の一部に隣接建家（クリプトン回収技術開発施設（Kr））を組み込む。また両建家とも南側の一部に隣接建家（リサイクル機器試験施設（RETF））を組み込む。

なお南東側の一部は現在は樹木が自生しているが、この場所に事故対処設備を配備することから地盤改良工事を行う計画であり、その際にこれらの樹木の伐採が行われる。

3.2 計画のメリット

防火帯面積が少ないことから防火帯の整備期間が短く、守備範囲が狭いことから自衛消防による延焼防止活動も容易となる。図 3.2-1 に最も火炎到達時間が短い発火点 4 による森林火災発生時の自衛消防隊のアクセスルートを示す、図 3.2-2 に防火帯周辺の消火栓の配置図を示す（消火栓及び消防車を中心とした円は消防ホースを延長可能な直線距離を示す。なお延長ホース長は消火栓に付属の消防ホース格納庫に配備されている 20 m/本×3 本分を使用した場合である。）。

3.3 計画のデメリット

防火帯内に堅牢な鉄筋コンクリート造建家を含め、この構造体の防火・耐火性能により森林火災の延焼防止及び輻射熱の遮断を期待することとしている。これらの建家は原子力施設として建設されたものであることから壁も十分厚く、窓等の開口部が少ないこと、内部には消火設備が設けられていることから、外部からの火炎の伝播を防止する機能が十分あると考えられる。しかしながら、万が一、建家内部に延焼した場合には、建家内部を火炎が伝播し、特に高放射性廃液貯蔵場（HAW）と分離精製工場（MP）は連絡通路等で接続されているため、これらからの延焼防止の対策が必要となる。なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）と分離精製工場（MP）の向かい合う壁は鉄筋コンクリート壁であり、開放部はない（既設開口部は津波浸水防止のため鉄板により閉止済み。）。

4. 計画 B について

4.1 検討の方針

計画 A と異なり、建家等を含めないように防火帯の配置を計画する。その際には、先行施設（高温工学試験研究炉）の例を参考に、既にアスファルトで舗装されている構内舗装道路を防火帯として利用する（参考図 1-2）。

南側の防火帯はその風上に樹木があることから防火帯幅を 21 m 確保することとす

る。防火帯は、分離精製工場（MP）を中心として建設されている再処理施設の建家群を囲むように敷設されている舗装道路沿いに設置し、南側については再処理施設とプルトニウム燃料技術開発センターの間の舗装道路の一部を防火帯とする。

なお南東側の一部は現在は樹木が自生しているが、この場所に事故対処設備を配備することから、地盤改良工事を行う計画であり、その際にこれらの樹木の伐採が行われる。

4.2 計画のメリット

防火帯内に建家等の構築物がないため、2項に示した管理要件を満足するように維持管理することは容易となる。また、標識等を設置することにより防火帯を明確に示すことができる。

4.3 計画のデメリット

防火帯の範囲が広がるため、自衛消防による延焼防止活動の守備範囲が広がる。しかしながら、図 4.3-1 に示す通り、最も火炎到達時間が短い発火点 4 による森林火災発生時の自衛消防隊のアクセスルートは計画 A と変わらない。また、図 4.3-2 に示すように防火帯周辺に利用可能な消火栓が配置されており、これらの消火栓と消防タンク車を組み合わせた延焼防止活動が可能である。

5. 計画 A と計画 B の比較

上記の検討に基づく、防火帯の整備においては計画 A に利点があるものの、その後の運用の容易さ・確実さの点からは構造が簡易な計画 B が優れている。自衛消防による延焼防止活動についても計画 A の方が範囲が狭いため容易であるものの、計画 B においても既存の消火栓・水利や消防ポンプ車を用いた延焼防止活動は可能である。

また整備完了時期については両計画とも南東側にある事故対処設備の配備場所の地盤改良工事後となるため差異は生じない。

以上のことから、防火帯としての明確さ・運用の容易さを重視し、計画 B に基づく防火帯の設置についての詳細検討を進める。

詳細検討では、事故対処設備を森林火災影響から防護するため、配備場所（プルトニウム転換技術開発施設管理棟駐車場）となる防火帯南東側の拡張について検討が必要となる。森林火災時の事故対処の有効性に関しては、事故対処設備が森林火災により損傷しないことが前提となることから、防火帯拡張の検討及び拡張された防火帯における自衛消防隊の延焼防止活動の実行可能性確認について、事故対処設備配備場所地盤補強工事の具体化及び事故対処の有効性評価に合わせて示すこととする。

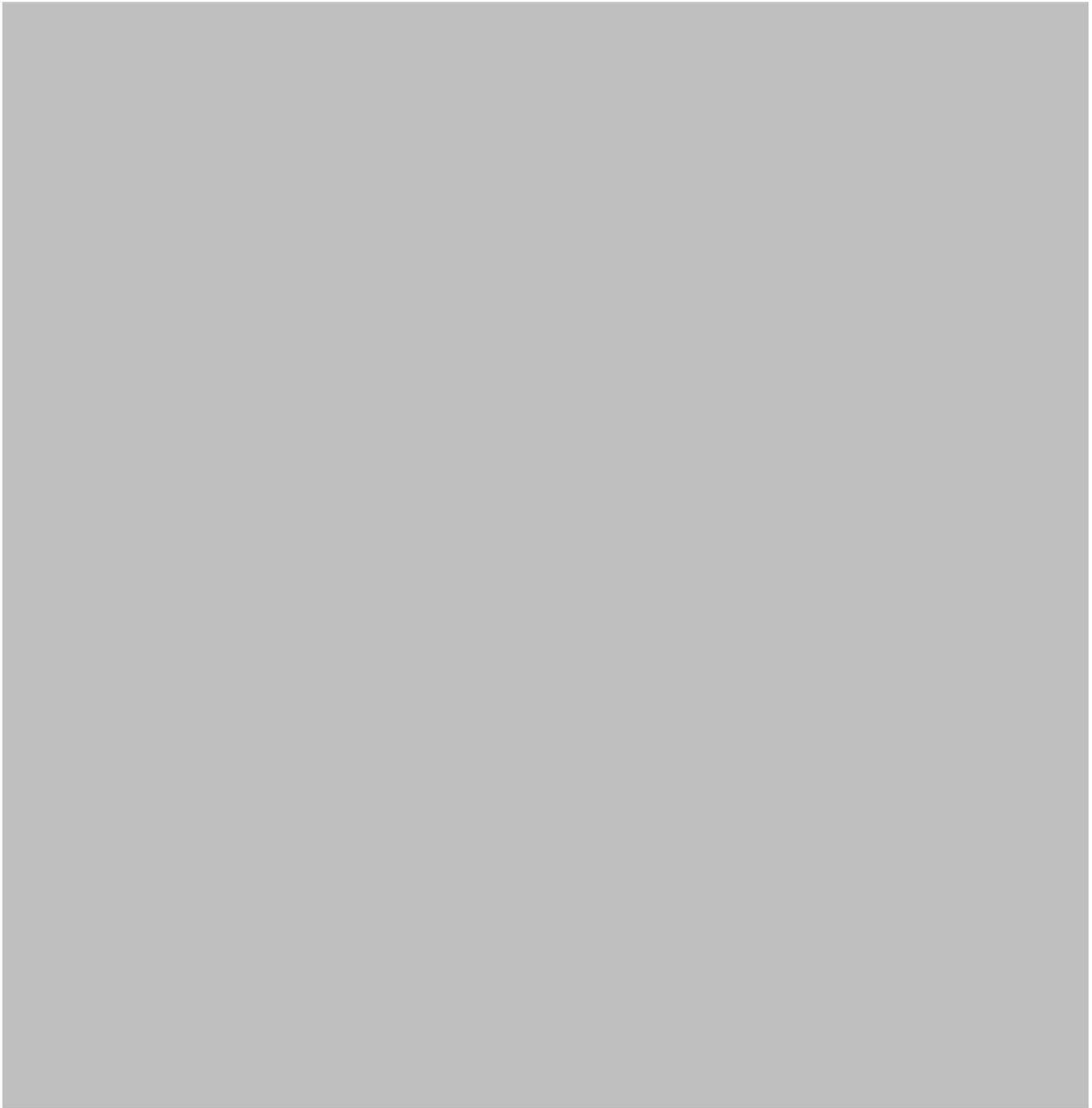


図 1-1 防火帯の設置計画 A

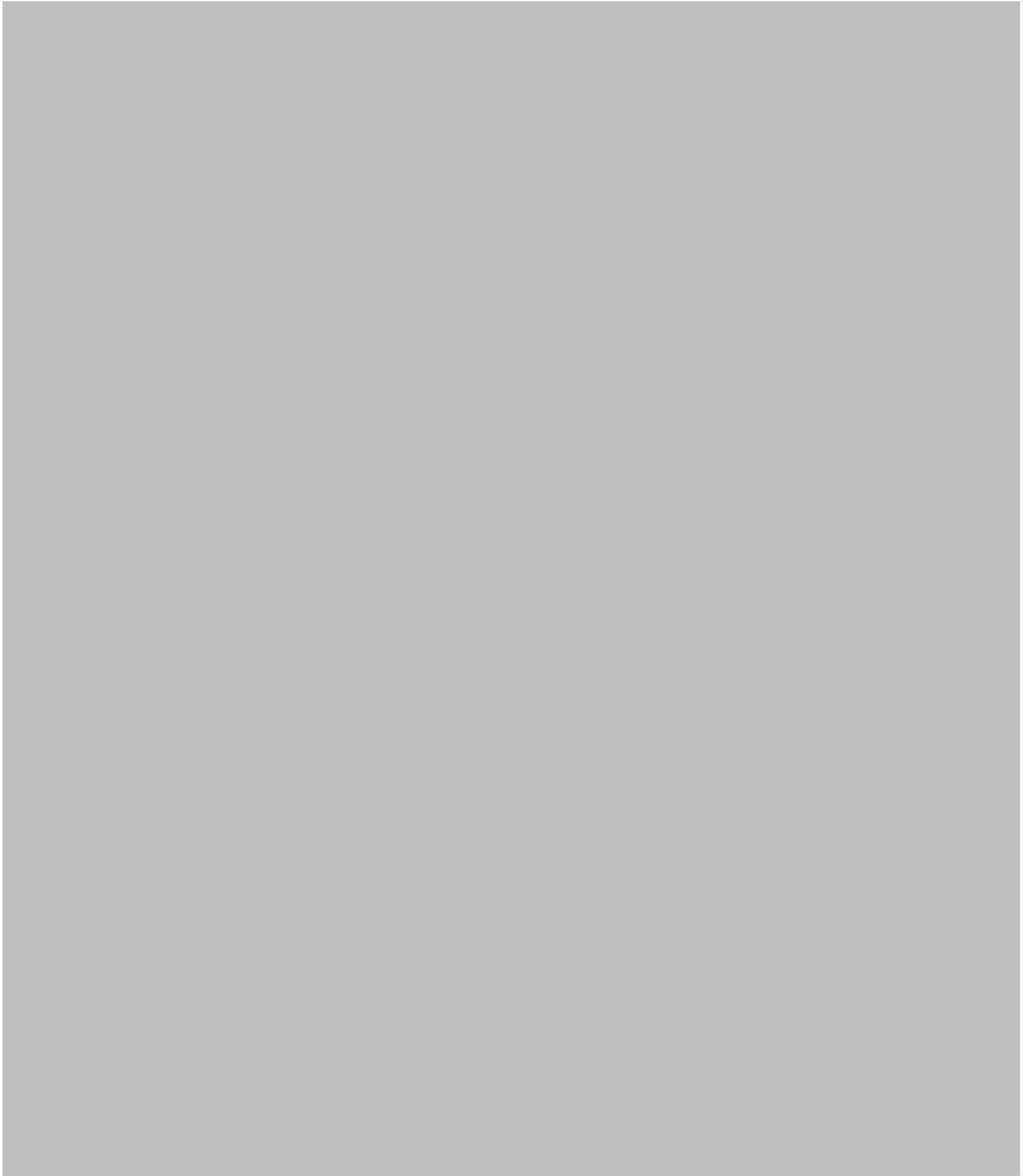


図 1-2 防火帯の設置計画 B



図 3.2-1 自衛消防隊のアクセスルート（計画 A）

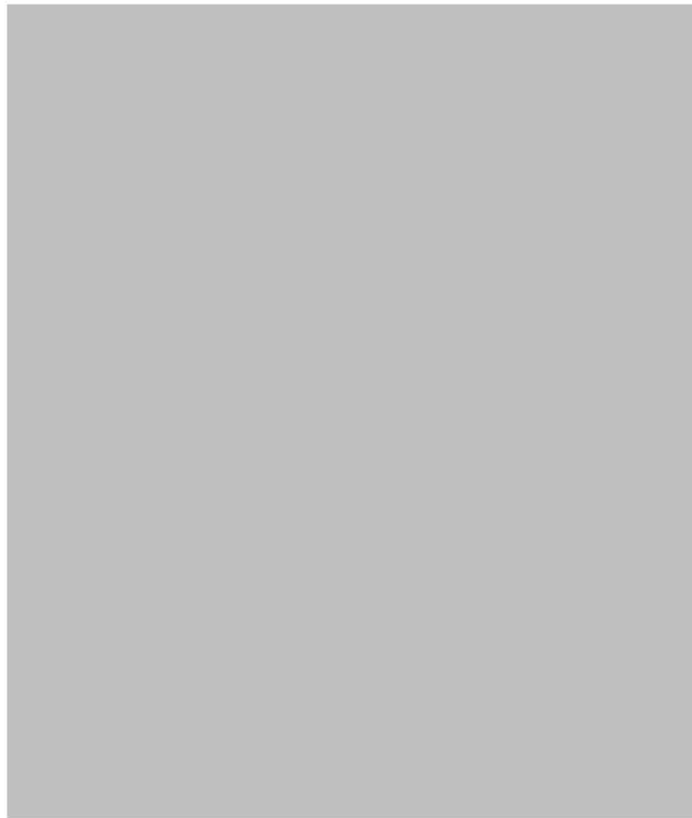


図 3.2-2 防火帯周辺の消火栓配置図（計画 A）



図 4.3-1 自衛消防隊のアクセスルート（計画 B）



図 4.3-2 防火帯周辺の消火栓配置図 (計画 B)

防火帯の管理方針について

1. はじめに

森林火災評価結果に基づき、森林火災による施設への延焼防止対策として、高放射性廃液貯蔵場（HAW）、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒の周囲に防火帯を設定する。防火帯内に他の法令要求等による可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とし、防火帯の延焼防止効果を損なわない設計とする。防火帯の管理方法について以下に示す。

2. 防火帯の管理方針

防火帯の設定に当たっては、樹木を伐採する等、可燃物を排除し、防火帯内に草木が生えないように、モルタル吹付け、砂利、防草シート等の処理を行う。

また、防火帯は表示板等で明確に区別するとともに、構内道路の一部を防火帯として使用している箇所については、駐車禁止の措置等により、原則として可燃物がない状態を維持する。

防火帯には延焼防止効果に影響を与えるような可燃物を含む機器等は、原則的に設置しない方針であるが、防火帯の位置設定においては構内道路等の条件を考慮して設定するため、他の法令要求等により標識等を設置する場合は、延焼防止効果への影響の有無を評価し、必要な対策を講じる設計とする。

表 2-1 に防火帯内に設置される機器等の例について示す。

表 2-1 防火帯内に設置される機器等の評価及び管理方針の例

分類		対象例	評価及び管理方針
不燃性の機器等		<ul style="list-style-type: none"> ・排気筒 ・送電線 ・ケーブル 	火災により燃焼しない。防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、当該対象に対して対策は不要である。
可燃性を 含む機器 等	局所的な設 置機器	<ul style="list-style-type: none"> ・標識 ・構内監視カメラ 	局所的な火災にとどまるため防火帯の機能に影響はない。防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、当該対象に対して対策は不要である。
	防火帯を横 断して設定	<ul style="list-style-type: none"> ・道路 	道路上に設定される防火帯内は車両の駐車禁止、可燃物を配置しない管理を行うことで、延焼防止効果に影響を与えない。

有毒ガス・ばい煙影響評価の方法

1. 概要

外部火災により発生するばい煙については、火災による上昇気流により上空に運ばれるため、ばい煙が防護対象設備の周辺に滞留する可能性は低いと考えられるが、ばい煙及び有毒ガスが設備に与える影響について評価する。

2. 評価対象

「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド^[1]」では、ばい煙による安全上重要な設備に対する影響として、燃焼生成物の換気又は空気供給系からの侵入による電気故障、非常用ディーゼル発電機の故障及び有毒ガスによる影響等が挙げられている。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に電力やユーティリティを供給する既設の恒設設備（外部電源及び非常用発電機並びに蒸気及び工業用水の供給施設）については事故対処設備として配備する設備により代替するため、ばい煙の影響が想定される設備として、「外気を取り込む空調系統」について評価する。また、建家内にばい煙及び有毒ガスを含んだ外気を取り込まれた場合の居住性の観点から評価する。影響評価対象設備を表 2-1 に示す。

なお、ばい煙の粒径については浮遊粒子状物質の粒径である $10\ \mu\text{m}$ ^{[2][3]}を想定し、PM10により評価した。

表 2-1 ばい煙及び有毒ガスによる影響評価対象設備

分類		評価対象設備
機器への影響	外気を取り込む空調系統	換気系設備
居住性への影響	外気を取り込む空調系統	HAW 内居住空間 TVF 内居住空間

3. 評価結果

3.1 外気を取り込む空調系統

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の換気系統の給気用のファン入口にはフィルタが設置されている。捕集率 85%以上（粒径 10 μm）のプレフィルタ及び捕集率 97%以上（粒径 0.3 μm）のフィルタを有しているため、外部火災で発生する粒径が一定以上のばい煙は、このフィルタにより侵入を阻止可能である。また、ばい煙によるフィルタの閉塞については、フィルタ差圧は常時監視しており、フィルタ差圧が運転範囲の上限まで上昇した場合には、フィルタを交換することで通常の差圧状態に復旧できる。

したがって、ばい煙の影響により外気を取り込む空調系統に直ちに影響を与えることはない。

HAW 換気系の系統概略図を図 3-1 に、TVF 換気系の系統概略図を図 3-2 に示す。

3.2 居住性評価

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に侵入する有毒物質（CO、CO₂ 及び PM10（ばい煙））の最大濃度を「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」^[4]で判断基準とされている Immediately Dangerous to Life of Health^{※[5]}（以下「IDLH」という。）と比較することで、有毒ガスに対する評価し、作業員に影響を及ぼさないことを評価した。

森林火災により発生する有毒ガス及びばい煙の濃度については、FARSITE の解析である火災による有毒ガス発生量、風速及び大気拡散度に基づき、原子力施設の安全審査で使用される有風時プルーム式を用いて、評価対象となる再処理施設の有毒ガス濃度を求めた。表 3.2-1 に、森林火災に対する有毒ガス濃度の最大値及び発生時刻を表 3.2-2 に、森林火災に対するばい煙濃度の最大値及び発生時刻を示す。

詳細な評価方法及び評価に必要な入力データは、別紙 6-1-4-8-7-1「有毒ガス・ばい煙発生量の算出について」に示す。

評価の結果、全ての評価対象において IDLH 以下であり、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の居住性が直ちに損なわれることはないことを確認した。

運転員が常駐するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の制御室については、30 分以内に給気ダンパを閉止して外気と隔離することを可能とする措置を講じる。また、外部火災発生時に高放射性廃液貯蔵場（HAW）制御室に常駐する必要はないため、30 分以内に退避可能であるとともに、外部火災の影響下で現場操作等が必要な場合に備えて、酸素マスク等の装備を配備する。以上の安全対策により森林火災時においても施設内で必要な活動を継続することができる。

なお、日本産業衛生学会の勧告する許容濃度^[6]と比較しても十分低いことを確認している。
詳細は別紙 6-1-4-8-7-2「有毒ガス・ばい煙濃度と許容濃度の比較」に示す。

※：30分曝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度値であり、
脱出を妨げる目や呼吸器への刺激の予防も考慮されている。

表 3.2-1 有毒ガス濃度最大値及び最大値発生時刻

CO₂濃度

発火点	HAW		TVF	
	最大濃度 [ppm]	発生時刻 [hr]	最大濃度 [ppm]	発生時刻 [hr]
発火点 1	206	2.5	238	2.0
発火点 2	74	1.5	68	1.5
発火点 3	20	3.0	23	6.5
発火点 4	4	1.5	14	1.0

IDLH	40000[ppm]
------	------------

CO 濃度

発火点	HAW		TVF	
	最大濃度 [ppm]	発生時刻 [hr]	最大濃度 [ppm]	発生時刻 [hr]
発火点 1	17.77	2.5	18.91	1.0
発火点 2	6.80	0.25	6.02	0.25
発火点 3	0.92	9.0	1.14	9.0
発火点 4	0.41	1.5	1.03	1.0

IDLH	1200[ppm]
------	-----------

表 3.2-2 ばい煙濃度最大値及び最大値発生時刻

ばい煙 (PM10) 濃度

発火点	HAW		TVF	
	最大濃度 [mg/m ³]	発生時刻 [hr]	最大濃度 [mg/m ³]	発生時刻 [hr]
発火点 1	0.52	2.5	0.52	2.5
発火点 2	0.18	0.25	0.16	0.25
発火点 3	0.03	9.0	0.04	6.5
発火点 4	0.02	1.5	0.04	1.0

IDLH	1750[mg/m ³]
------	--------------------------

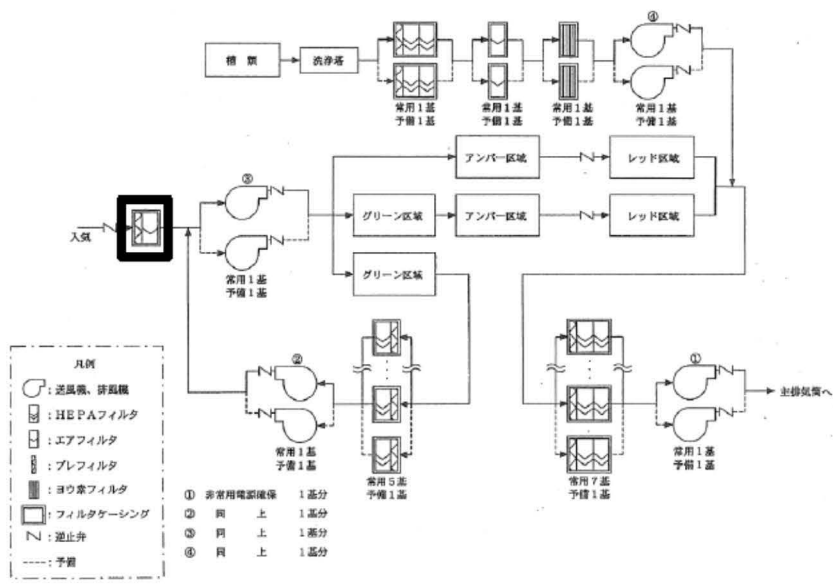


図 3-1 HAW 換気系の系統概略図

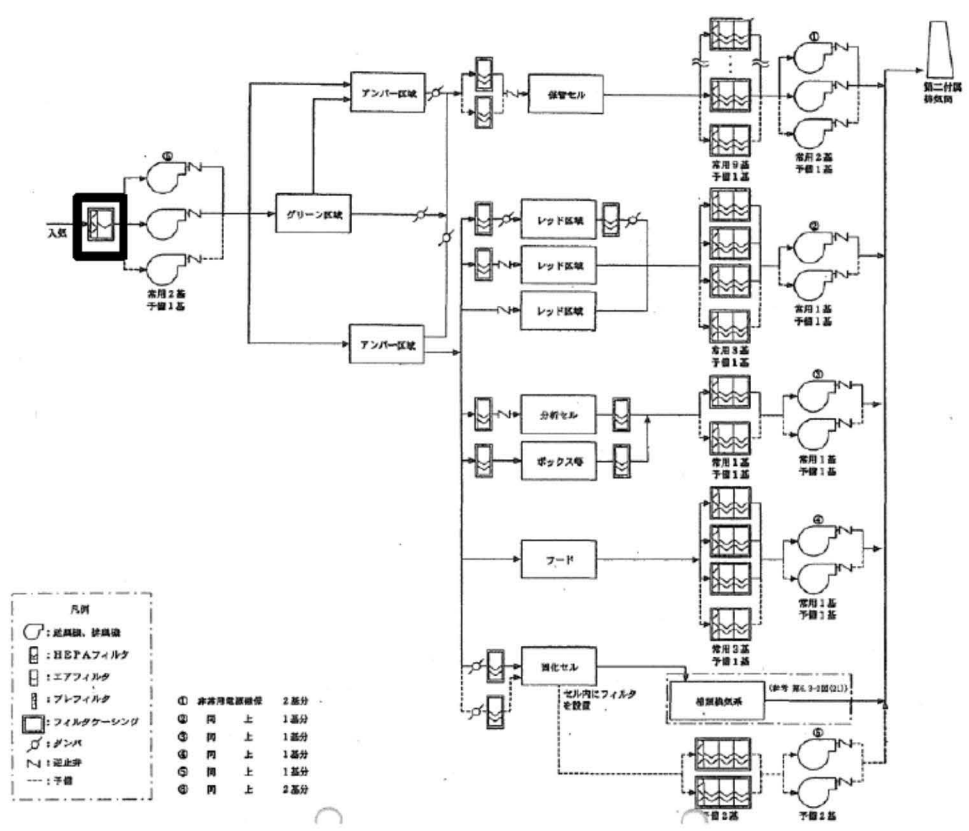


図 3-2 TVF 換気系の系統概略図

4. 参考文献

- [1]原子力規制委員会，原子力発電所の外部火災影響評価ガイド，（平成 25 年 6 月）
- [2]環境庁告示25号，大気の汚染に係る環境基準について，（昭和48年5月8日）
- [3]森本 正俊，ばい煙発生施設からのばいじん粒子の解析，愛知県環境調査センター所報，38号，p.1-6，（2010）
- [4]原子力規制委員会，有毒ガス防護に係わる影響評価ガイド，（平成29年4月）
- [5]The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values
(<https://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>)
- [6] 日本産業衛生学会，許容濃度等の勧告（2019年度），産業衛生学会誌，（2019年5月）