

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外外火 02 R <u>4</u>
提出年月日	令和 <u>4</u> 年 <u>7</u> 月 <u>22</u> 日

設工認に係る補足説明資料

外部火災防護設計の基本方針に関する

森林火災について

1. 文章中の下線は、R3 から R4 への変更箇所を示す。
2. 本資料(R4)は、以下の観点から記載を修正したものである。
 - ・ FARSITE への気温の入力について、整数値であることを明確にした。
： p11
 - ・ その他補足説明資料の記載ルールに基づく記載の修正及び一部記載について読みやすさの観点から適正化を行った。

目 次

1. 概要	1
2. 防火帯幅及び輻射強度の設定までの流れ	2
3. FARSITE への入力条件の設定方法及び設定結果	2
3.1 地形データの設定	3
3.2 土地利用データの設定方法及び設定結果	3
3.3 植生データの設定方法及び設定結果	6
3.4 気象データの設定方法及び設定結果	10
4. 想定する発火点の設定方法及び設定結果	15
4.1 発火点の候補地	15
4.2 発火点の設定	18
4.3 発火点における発火時刻の設定	20
4.4 発火点 2 に対する地形の影響	21
5. FARSITE による解析の結果	23
6. 防火帯幅の設定	23
7. 熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定	25

別添一 1 森林火災の低減係数について

1. 概要

本資料は、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の第 1 回設工認申請(令和 2 年 12 月 24 日申請)のうち、以下の添付書類に示す森林火災の防護設計を補足説明するものである。

- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-4-3 外部火災への配慮が必要な施設の設計方針及び評価方針」
- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-4-4 外部火災防護における評価結果」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-4-3 外部火災への配慮が必要な施設の設計方針及び評価方針」
- ・MOX 燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-4-4 外部火災防護における評価結果」

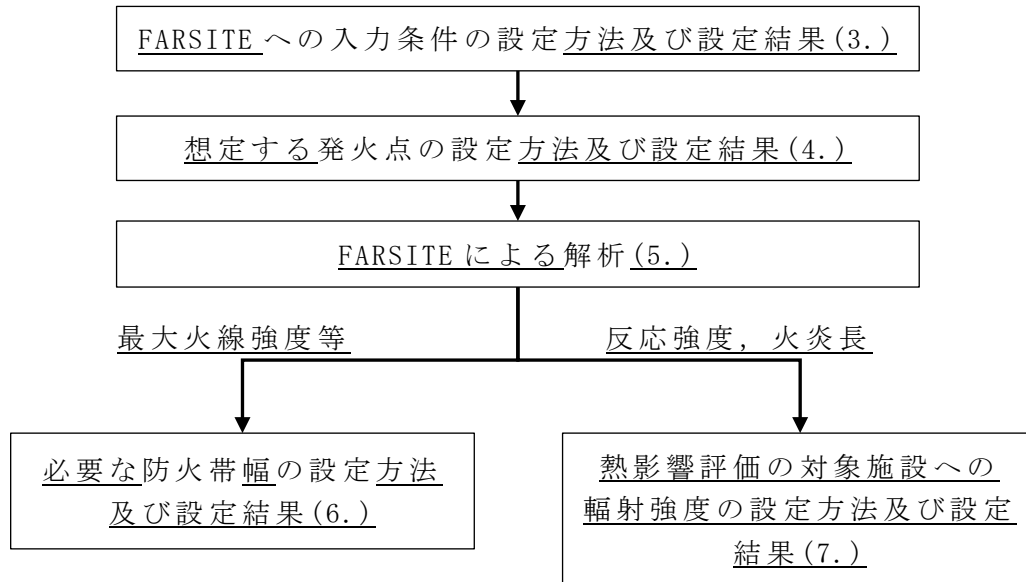
上記添付書類において、森林火災による熱影響への防護設計に係る評価方法及び評価結果を説明している。本資料では、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド(平成 25 年 6 月 19 日原子力規制委員会)」(以下「外部火災ガイド」という。)を参考として、森林火災シミュレーション解析コード(以下「FARSITE」という。)を用いて実施した解析への入力条件(地形データ、土地利用データ、植生データ及び気象データ)の設定方法及び設定結果、森林火災の発生を想定する地点である発火点の設定方法及び設定結果、森林火災の延焼防止に必要な防火帯幅及び熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定方法及び設定結果について補足説明する。

本資料において示す FARSITE への入力条件の設定方法及び設定結果、想定する発火点の設定方法及び設定結果、必要な防火帯幅及び熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定方法及び設定結果については、再処理施設、MOX 燃料加工施設及び廃棄物管理施設が同じ敷地(以下「再処理事業所」という。)内に立地していることから、再処理施設及び MOX 燃料加工施設の後次回の設工認申請並びに廃棄物管理施設の設工認申請において対象とする施設に対しても適用するものである。

また、本資料は、第 1 回設工認申請対象施設を対象として記載しており、第 2 回設工認申請時に申請対象施設を踏まえ、記載を拡充する。

2. 防火帯幅及び輻射強度の設定までの流れ

森林火災による熱影響への防護設計に係る評価において、必要な防火帯幅及び熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定までの流れを第 2-1 図に示す。



第 2-1 図 必要な防火帯幅及び熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定までの流れ

3. FARSITE への入力条件の設定方法及び設定結果

地形データ, 土地利用データ, 植生データ及び気象データを設定し, FARSITE により最大火線強度等, 反応強度, 火炎長といった解析結果を得て, 想定する森林火災に対する延焼防止に必要な防火帯幅及び熱影響評価の対象施設への輻射強度を算出する。

地形データ, 土地利用データ, 植生データ及び気象データの設定に当たっては, 外部火災ガイドにおいて現地の状況を可能な限り考慮する必要があるとしている。以下に, 外部火災ガイドを参考とした各種入力データの設定方法及び設定結果を示す。

なお, 地形データ, 土地利用データ, 植生データの評価上必要な対象範囲は, 外部火災ガイドに記載のとおり半径 12km としている。

また, FARSITE による解析を実施するために必要な敷地周辺及び敷地内の植生等の入力データについては年 1 回の調査を行い, 植生等に大きな変化があった場合, 又は解析条件に変更があった場合は, 外部火災防護対象施設の安全機能への影響評価を実施することとし, その手順を整備することを保安規定に定めて管理する。

3.1 地形データの設定方法

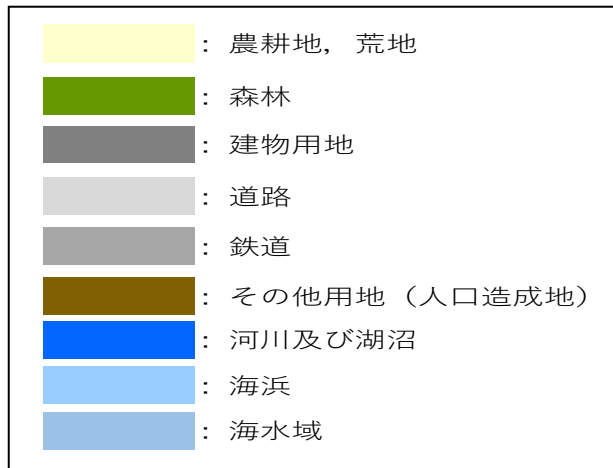
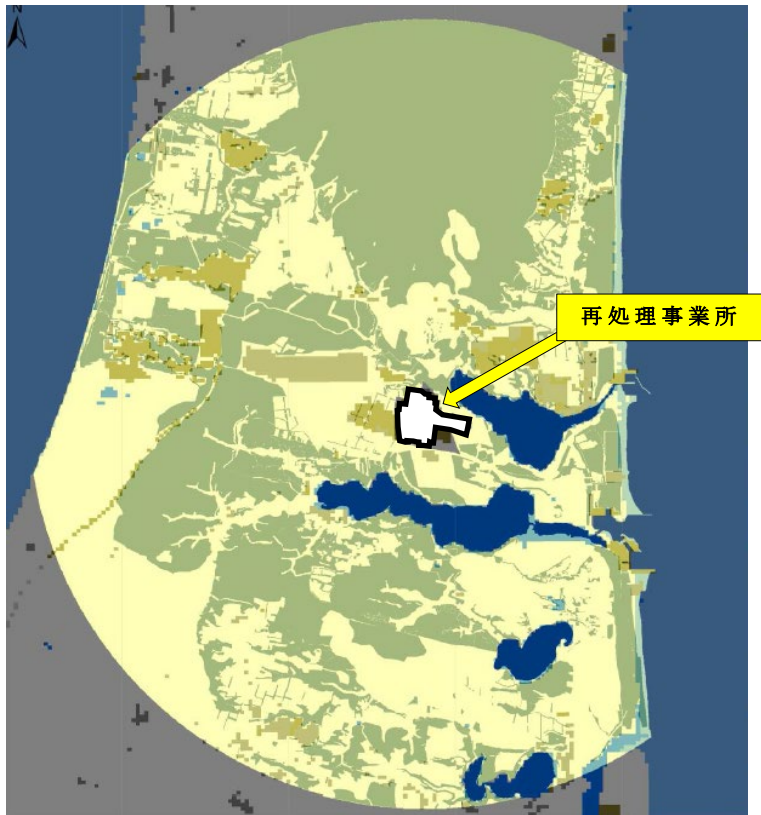
地形データについては、外部火災ガイドに記載のとおり 10m メッシュの「基盤地図情報 数値標高モデル」(国土地理院)を用いて設定する。

3.2 土地利用データの設定方法及び設定結果

土地利用データについては、外部火災ガイドに記載のとおり、100m メッシュの「国土数値情報 土地利用細分メッシュ」(国土交通省)を用いて設定する。土地利用データ区分及び可燃物パラメータ(FARSITE デフォルトパラメータ)の設定の考え方を第 3-1 表に、土地利用データについて第 3-1 図に示す。

第3-1表 土地利用データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方

土地利用データ区分	可燃物パラメータ及び植生写真	可燃物パラメータの設定の考え方
田 その他農用地 ゴルフ場	<p>Tall grass : 高草地</p> 	<p>田, その他の農用地及びゴルフ場においては, 農産物に加え草が主な可燃物となる。そこで, FARSITE デフォルトパラメータにおける草原(Grass)のパラメータの中で, 可燃物量, 可燃物の高さが大きい点で厳しい評価となる Tall grass を設定する。</p>
	<p>Short grass : 低草地</p> 	<p>敷地周辺にある, 一部草地については, 下草の量が少ないことから FARSITE デフォルトパラメータにおける Short grass を設定可能だが, 評価の結果を厳しくするために Tall grass を用いることとする。</p>
森林	<p>落葉広葉樹, スギ, クロマツ及びアカマツ : 樹齢の異なる特定の樹種が群生する領域であることから, 樹種及び樹齢毎に設定</p> 	<p>敷地周辺及び敷地内の樹種を森林簿, 森林調査簿, 森林計画図及び現地調査から確認したところ, 林齢の異なるスギ, アカマツ, クロマツ等の針葉樹, ブナ, ナラ等の落葉樹の群生する領域がみられた。 このような領域における可燃物パラメータとしては, 「3.3 植生データの設定」に示すとおり, 樹種及び林齢毎に植生データを設定する。</p>
	<p>Hardwood litter : 針葉樹と広葉樹が混在している領域</p> 	<p>敷地周辺の樹種を森林簿, 森林調査簿及び森林計画図から確認したところ, 広葉樹とマツ等の針葉樹が混在している領域がみられた。 このような領域における可燃物パラメータとしては, 広葉樹とともに, マツ等の針葉樹を考慮している Hardwood litter を設定する。</p>
荒地	<p>Brush : 低木ではない茂み</p> 	<p>荒地は, 崖, 岩, 湿地等, 特定の植生がなく, 延焼しにくい領域であるが, 厳しい評価となるように灌木等を可燃物として想定している FARSITE デフォルトパラメータにおける Brush を設定し, 計算上延焼することとする。</p>
伐採跡地	<p>Heavy logging slash : 重い倒木</p> 	<p>樹木の伐採跡地には可燃物となる倒木が存在する。倒木としては可燃物量が多くなる方向に作用するため, FARSITE デフォルトパラメータにおける Heavy logging slash を設定する。</p>
建物用地, 道路, 鉄道, その他用地, 河川地及び湖沼, 海浜, 海水域	<p>— : 非植生地</p> 	<p>可燃物がないことから非植生地に区分し, 可燃物パラメータを設定しない。</p>



出典：国土交通省土地利用データ

第 3-1 図 土地利用データ

3.3 植生データの設定方法及び設定結果

「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」(独立行政法人原子力安全基盤機構)において、特定の樹種が群生する領域の樹種及び林齢データについて、FARSITE のデフォルトの森林パラメータを使用し評価する場合と、樹種及び林齢を考慮し森林パラメータを設定する場合を比較した結果、樹種及び林齢を考慮し森林パラメータを設定する場合の方が、火炎長や火線強度が厳しい結果となることが確認されている。

この結果を踏まえ、植生調査により樹種及び林齢を特定できる森林については、「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」に基づき、11 区分の植生タイプに分類し、FARSITE の可燃物パラメータを設定する。

植生調査は、敷地周辺においては森林簿、森林調査簿及び森林計画図から、敷地内においては現地調査から実施する。

植生データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方を第 3-3 表に、敷地周辺及び敷地内における植生データを第 3-2 図に示す。

また、樹冠率の設定区分について第 3-4 表に示す。樹冠率は、上空から森林を見た場合の平面上の樹冠が占める割合をいい、イメージ図を第 3-3 図に示す。FARSITE では樹冠率を 4 つに区分し、いずれかを設定する。

(1) 敷地周辺における設定

敷地周辺の樹種や生育状況に関する情報は、これらの情報を有する森林簿及び森林調査簿並びに森林計画図を使用し、特定の樹種が群生する領域を樹種及び林齢により細分化し可燃物パラメータを設定する。

敷地周辺の樹冠率の設定においては、民有林は森林計画図から FARSITE に相当する区分を設定する。一方、国有林はデータがないため、国有林周辺の民有林を選定する。選定された民有林の森林計画図から、FARSITE に相当する区分を設定する。

(2) 敷地内における設定

敷地内の樹種や生育状況に関する情報は、現地調査を行い、可燃物パラメータ及び樹冠率を設定する。敷地内における植生状況を第 3-4 図に示す。

現地調査は、環境省、国土交通省、県等の地方自治体の委託を受けた植生調査業務に約 6 年間従事し、適切な力量を有している事が確認された調査者が、目視にて敷地内の樹木の植生状況を調査している。

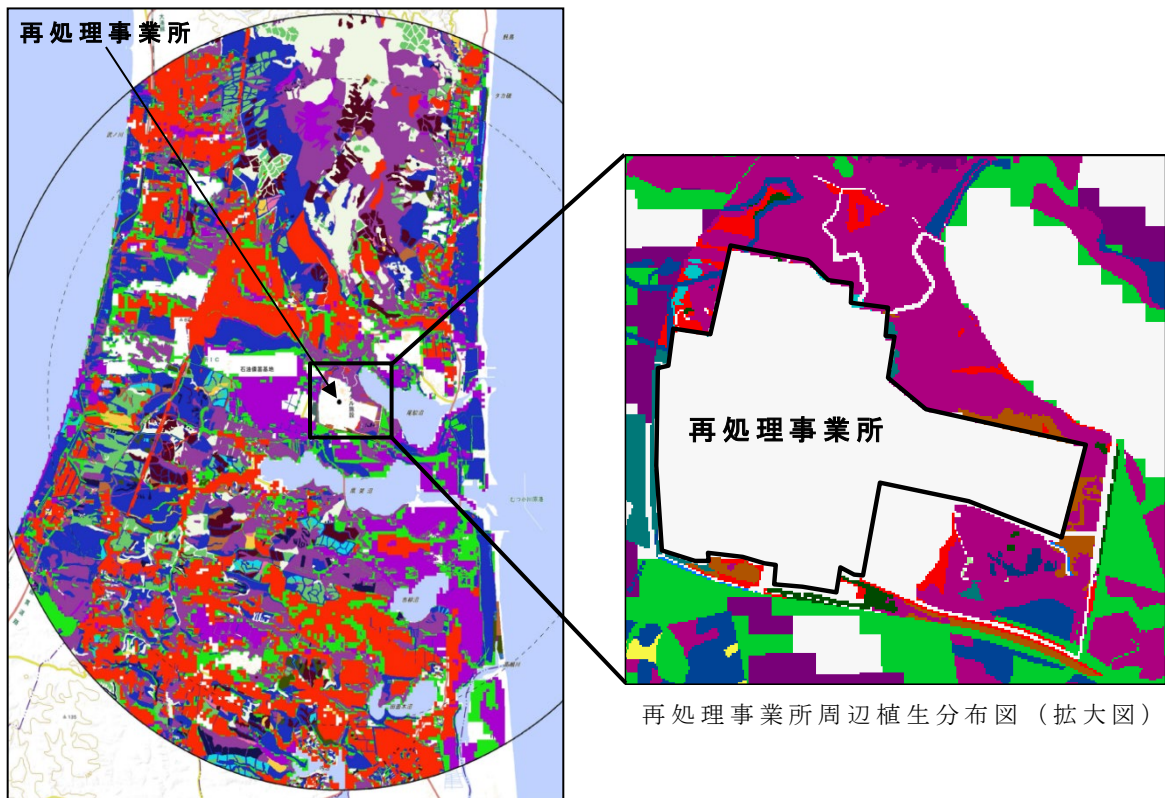
なお、マツ及びスギの林齢は、第 3-5 図に示す森林簿に記載されたマツ及びスギの樹高及び林齢の関係に、現地調査において確認されたマツ及びスギの樹高を当てはめることにより推定する。

第3-3表 特定の樹種が群生する領域の植生データ区分
及び可燃物パラメータの設定の考え方

「福島第一原子力発電所への林野火 災に関する影響評価」を踏まえた 可燃物パラメータ	設定の考え方	
	敷地周辺	敷地内
スギ(林齢 10 年生未満) スギ(林齢 10 年生) スギ(林齢 20 年生) スギ(林齢 30 年生) スギ(林齢 40 年生以上) マツ(林齢 10 年生未満) マツ(林齢 10 年生) マツ(林齢 20 年生) マツ(林齢 30 年生) マツ(林齢 40 年生以上)	青森県作成の森林簿及び 森林監督署作成の森林 調査簿から、スギ及びマツ 類に関しては、樹種及び林 齢に基づき、左記のとおり 可燃物パラメータを設定 する。 下草については、厳しい 評価となるように下草の 可燃物量及び可燃物厚さ を設定する。	現地調査の結果、針葉樹 は、スギ及びマツ(アカマ ツ及びクロマツ)が群生し ていることを確認してい る。そこで、群生地代表的 な木を何本か選定し、そ の樹高を測定することに より林齢を推定し、左記の とおり可燃物パラメータ を設定する。 下草については、現地調 査により確認した下草の 可燃物量及び可燃物厚さ に応じて設定する。
落葉広葉樹	広葉樹については、多く が天然林であり林齢は一 般に高齢であるため、左記 のとおり可燃物パラメータ を設定する。 下草については、厳しい 評価となるように下草の 可燃物量及び可燃物厚さ を設定する。	広葉樹については、多く が天然林であり林齢は一 般に高齢であるため、左記 のとおり可燃物パラメータ を設定する。 下草については、現地調 査により確認した下草の 可燃物量及び可燃物厚さ に応じて設定する。

第3-4表 森林計画図及び FARSITE の区分・樹冠率の設定

森林計画図での区分・樹冠率	FARSITEでの区分・樹冠率
0	1: ~ 20%
1: 疎(0.3~0.5)	2: 21~ 50%
2: 中(0.6~0.8)	3: 51~ 80%
3: 密(0.9~1.0)	4: 81~100%

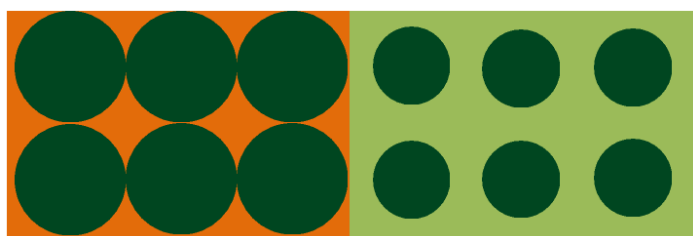


再処理事業所周辺植生分布図（拡大図）

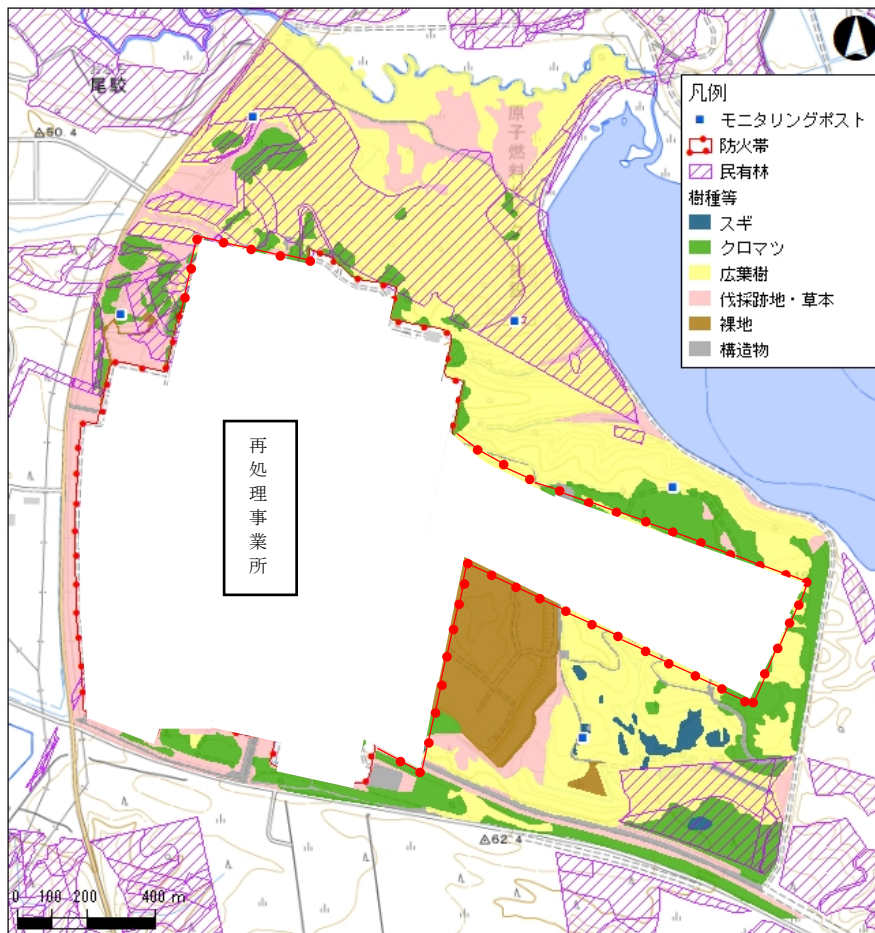
低草地	重い倒木	スギ (林齢30年生)	マツ (林齢20年生)
高草地	スギ (林齢10年生未満)	スギ (林齢40年生以上)	マツ (林齢30年生)
荒地	スギ (林齢10年生)	マツ (林齢10年生未満)	マツ (林齢40年生以上)
森林	スギ (林齢20年生)	マツ (林齢10年生)	落葉広葉樹

第 3-2 図 敷地周辺及び敷地内における植生データ (2013 年調査*)

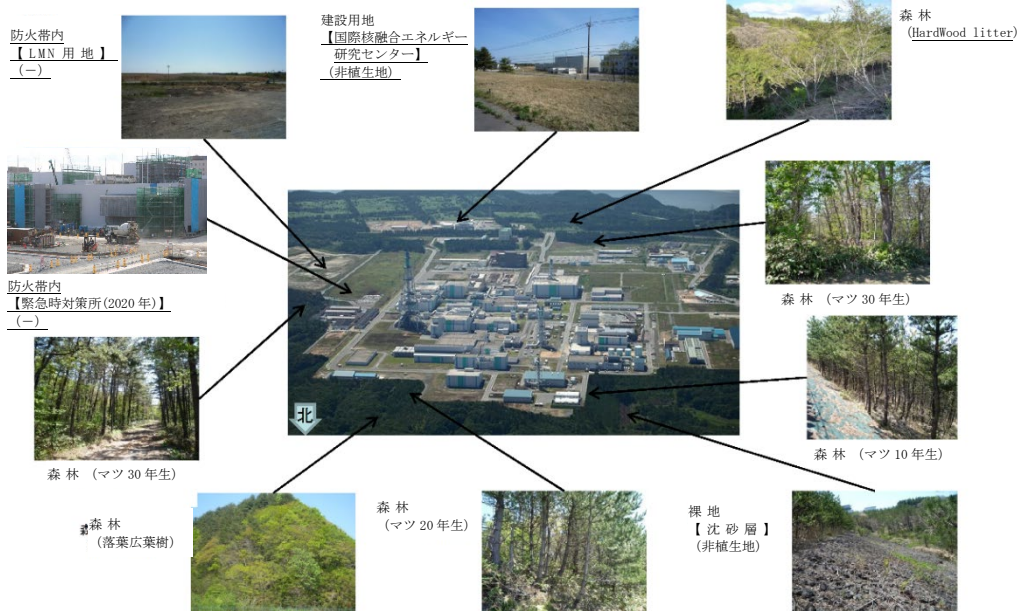
注記 * 2022 年現在の植生を調査し、2013 年当時と比べて敷地周辺の植生が大きく変化していないこと、防火帯外縁においては 2013 年当時と比べて森林が伐採され可燃物量が減少していることを確認している。



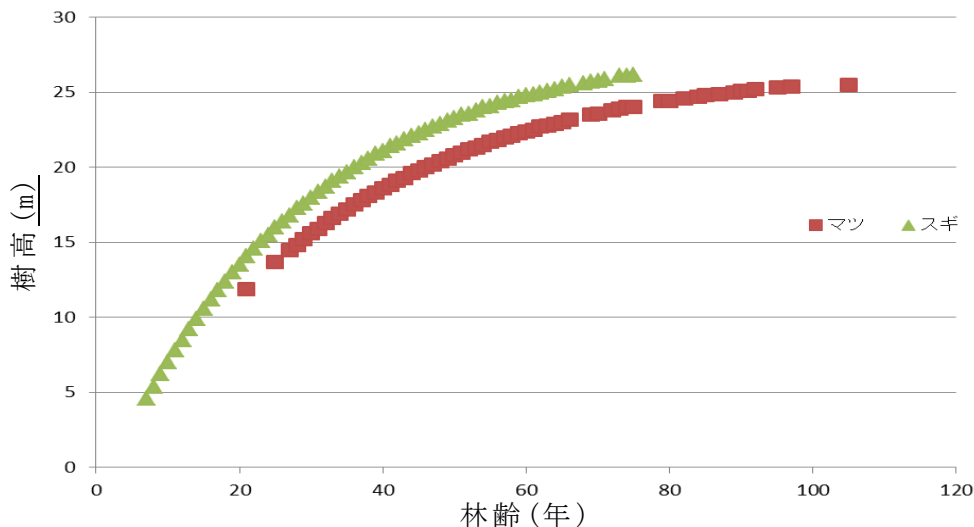
FARSITE での区分4のイメージ FARSITE での区分3のイメージ
 第 3-3 図 樹冠率イメージ図 (上空から森林を見た図)



【再処理事業所周辺の状況】



第 3-4 図 敷地内における植生及び周辺の状況 (2013 年調査)



第 3-5 図 森林簿に記載されたマツ及びスギの樹高及び林齢の関係

3.4 気象データの設定方法及び設定結果

FARSITE による解析において設定が必要な気象データとしては、湿度、気温、風速及び風向がある。

FARSITE による解析のために入力する気象データは、外部火災ガイドを参考に、至近10年間(2003年～2013年)の気象観測記録を調査し、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とともに、風向は卓越方向とし、評価の結果が厳しくなるよう設定する。

(1) 最小湿度、最高気温及び最大風速

青森県における過去10年間(2003年～2012年)の森林火災の月ごとの発生件数を確認し、発生件数の多い3月から8月の期間における気象条件を使用する。気象観測所は、気候的に敷地に比較的類似している敷地周辺の八戸特別地域気象観測所、むつ特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所を対象とする。これらの気象官署の気象データ及び当社が実施している敷地内の気象観測データを比較し、気象条件が厳しい値となる八戸特別地域気象観測所のデータを使用することとする。各気象観測所等の気象データ(最小湿度、最高気温、最大風速)を第3-5表に、気象観測所等の位置を第3-6図に示す。

(2) 風向

青森県における森林火災の月ごとの発生件数が多い3月から8月の期間について、再処理事業所の立地を考慮し、再処理事業所から最短の六ヶ所地域気象観測所の風向データから、最大風速時の風向の出現回数及び最多風向の出現回数を調査した。調査結果から、六ヶ所地域における風向の卓越方向は、東南東及び西北西である。従って、FARSITE に使用する風向を東南東及び西北西に設定する。

また、六ヶ所地域気象観測所は再処理事業所から約9km離れた場所にあり、敷地付近の風向の傾向が一致することを確認するため、当社が実施している敷地内の気象観測データと六ヶ所地域気象観測所における観測データを比較する。その結果、風向について六ヶ所地域気象観測所と敷地内の気象観測データには同じ傾向があり、風向の設定が妥当であることを確認している。六ヶ所地域気象観測所と敷地内の気象観測データ(風向)を第3-6表に示す。

(3) FARSITEへの入力の設定結果まとめ

FARSITE への解析条件の入力に当たっては、評価の結果が厳しくなるよう気温、湿度、風速及び風向を以下のとおり設定する。

- a. 気温は、可燃物の燃焼性を高めるため、最高気温 36.7℃で一定とする。ただし、FARSITE へ入力可能な温度は整数値であるため、実際には最高気温 36.7℃に安全側の数値の丸め処理をし、37℃を入力値としている。
- b. 湿度は、可燃物が乾燥し燃えやすい状態とするため、最小湿度 11%で一定とする。
- c. 風速は、火災の延焼性を高めるため、最大風速 25.9m/s で一定とする。
- d. 風向は、施設側に対する風の影響を厳しく想定するため、卓越風向(東南東及び西北西)にて一定とする。

第 3-5 表 各気象観測所等の気象データ(最小湿度, 最高気温, 最大風速等)

八戸特別地域気象観測所

月	最小湿度 [%]	最高気温 [°C]	最大風速 [m/s]
1月	32	10.2	20.3
2月	21	19.0	23.6
3月	16	20.8	23.2
4月	12	25.7	25.9
5月	11	31.5	24.0
6月	17	33.1	19.6
7月	30	35.9	24.0
8月	30	36.7	21.7
9月	19	35.4	20.4
10月	27	26.3	20.4
11月	25	24.9	21.4
12月	28	16.9	23.5

(統計期間：2003年～2012年)

むつ特別地域気象観測所

月	最小湿度 [%]	最高気温 [°C]	最大風速 [m/s]
1月	30	9.2	12.6
2月	26	13.8	15.4
3月	17	17.4	14.2
4月	13	22.4	13.5
5月	15	26.1	15.4
6月	19	29.4	11.3
7月	33	34.7	10.2
8月	35	34.5	12.3
9月	31	33.3	14.9
10月	23	25.5	11.6
11月	32	21.3	15.4
12月	36	17.2	15.5

(統計期間：2003年～2012年)

六ヶ所地域気象観測所

月	最小湿度 [%]	最高気温 [°C]	最大風速 [m/s]
1月	—	8.7	11.0
2月	—	15.0	12.3
3月	—	19.5	12.0
4月	—	23.9	10.3
5月	—	28.3	10.0
6月	—	31.3	10.0
7月	—	34.2	8.1
8月	—	34.2	9.0
9月	—	33.7	12.0
10月	—	24.2	8.0
11月	—	23.7	10.0
12月	—	14.6	12.0

(統計期間：2003年～2012年)

敷地内の気象観測

月	最小湿度 [%]	最高気温 [°C]	最大風速 [m/s]
1月	33.9	9.1	15.6
2月	23.4	15.4	22.4
3月	20.8	19.5	17.4
4月	17.6	23.5	17.0
5月	14.3	28.4	17.4
6月	25.9	31.5	12.4
7月	32.0	34.9	17.2
8月	33.8	33.9	14.9
9月	30.0	32.7	16.2
10月	28.3	24.2	14.7
11月	26.3	25.5	20.5
12月	29.7	14.1	17.1

(統計期間：2003年～2012年)

第 3-6 表 各気象観測所等の気象データ(風向)

六ヶ所地域気象観測所

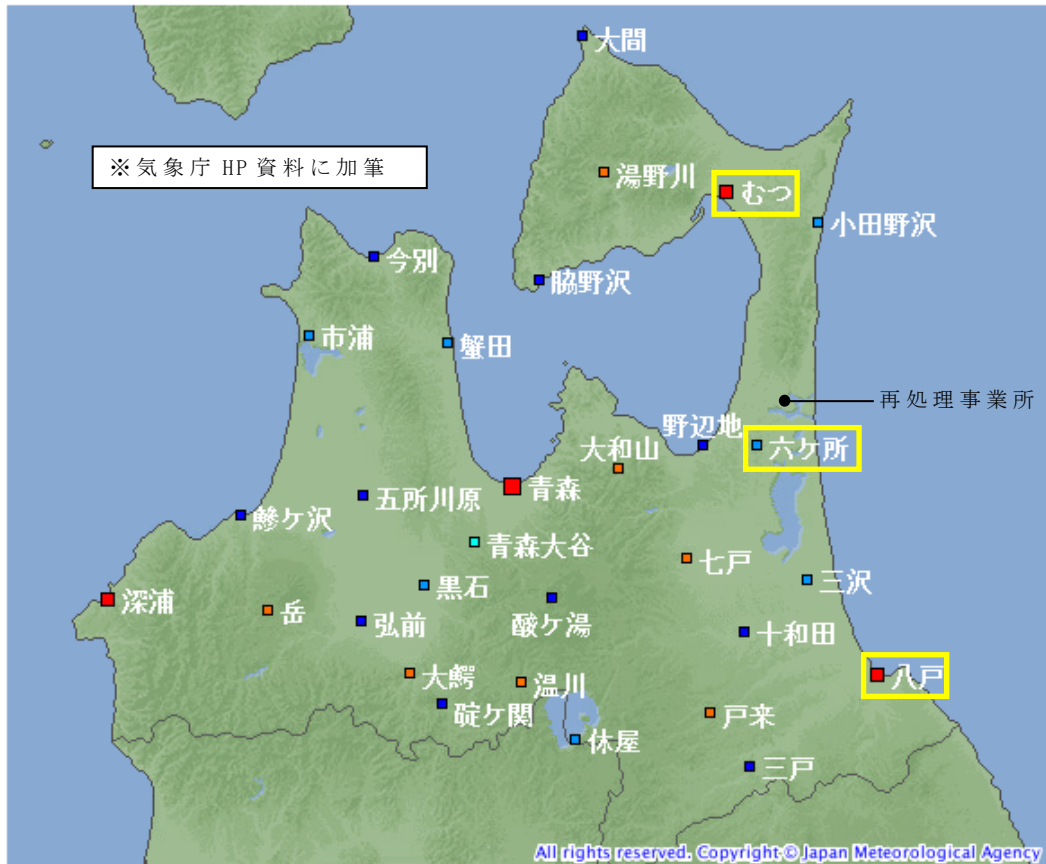
風向	最大風速における 風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

(統計期間：2003年～2012年)

敷地内の気象観測

風向	最大風速における 風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	1	0
北北東	2	2
北東	9	1
東北東	240	176
東	411	410
東南東	259	373
南東	5	6
南南東	0	0
南	10	14
南南西	5	12
南西	11	9
西南西	58	33
西	249	207
西北西	462	528
北西	109	61
北北西	5	3

(統計期間：2003年～2012年)



観測表は1時間毎に自動で更新しています。
 このため、機器や通信の不良・メンテナンスによりデータが欠落したり、データの修正を行う場合があります。

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
■	測候所・特別地域気象観測所	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/map20.html)

第 3-6 図 青森県内の気象観測所等の位置

4. 想定する発火点の設定方法及び設定結果

外部火災ガイドを参考に、森林火災の発生を想定する地点である発火点を設定する。発火点の選定に当たっては、再処理事業所から10km圏内の人為的な火災発生の可能性がある候補地を抽出した上で、評価の結果が厳しくなるよう可燃物量、風向及び火災の到達時間を考慮する。

また、設定する発火点からの発火時刻の妥当性を確認するために感度解析を実施するとともに、設定した発火点以外に厳しい評価の結果を与える発火点がないか確認するために、地形効果を考慮した解析を実施し影響を評価する。

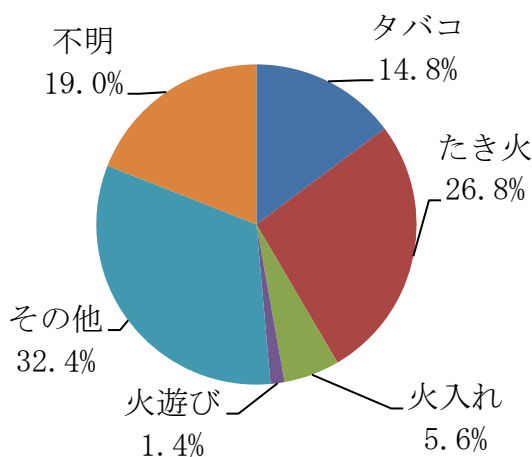
4.1 発火点の候補地

想定する発火点は、外部火災ガイドを参考に、再処理事業所から直線距離10kmまでの範囲とするとともに、上記3.4において確認した卓越風向を考慮し、再処理事業所の東南東及び西北西の方向に設定する。

発火点の具体的な位置の検討に当たっては、外部火災ガイドを参考に、想定する発火点は人為的行為を考慮するため、再処理事業所の立地する青森県における林野火災の出火原因割合の第4-1図を参照する。

第4-1図に示すとおり、青森県の林野火災の発生原因で最多となっているのがタバコとたき火であることを踏まえ、火を取り扱う可能性のある箇所では火災の発生頻度が高いと想定される居住地域近傍の道路沿い、人の立ち入りがある作業エリア及び作業エリアまでの私道沿いを、発火点の候補地とする。

上記考え方において抽出した発火点の候補地を第4-2図に、さらに再処理事業所周辺の発火点の候補地の拡大図を第4-3図に示す。



第4-1図 林野火災の出火原因別割合*

* 青森県庁 HP「青森県火災年報」 青森県危機管理局消防保安課 (H21～H25)

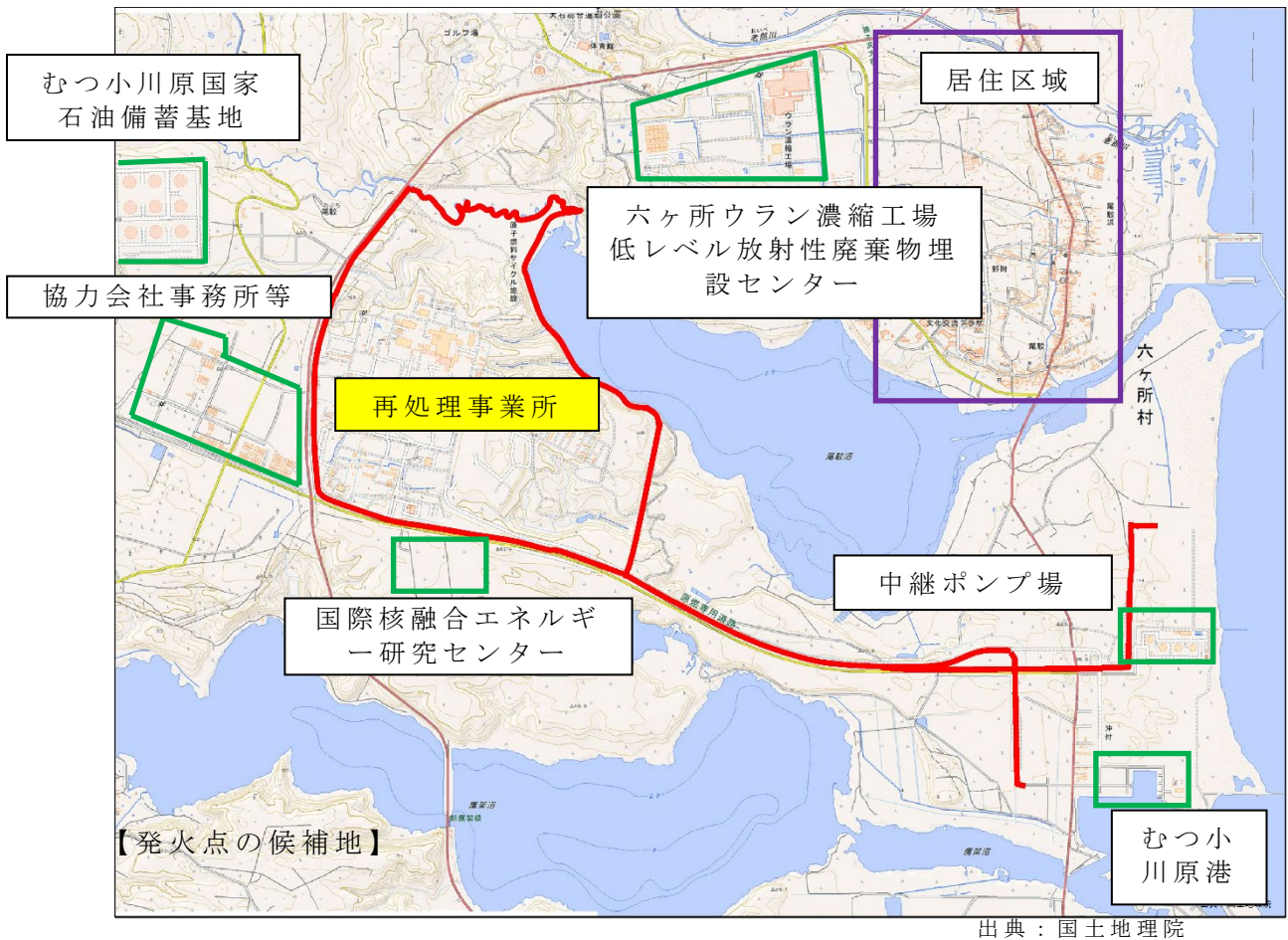


- 農耕地, 荒地
- 森林
- 建物用地
- 道路
- 鉄道
- その他用地 (人口造成地)
- 河川及び湖沼
- 海浜
- 海水域
- 再処理事業所

【発火点の候補地】

- : 居住区域 (発火点の候補地)
- : 人の立ち入りがある作業エリア (発火点の候補地)

第 4-2 図 発火点の候補地 (2013 年調査)



- : 再処理事業所
- : 居住区域 (発火点の候補地)
- : 人の立ち入りがある作業エリア (発火点の候補地)

第 4-3 図 再処理事業所周辺の発火点の候補地 (2013 年調査)

4.2 発火点の設定

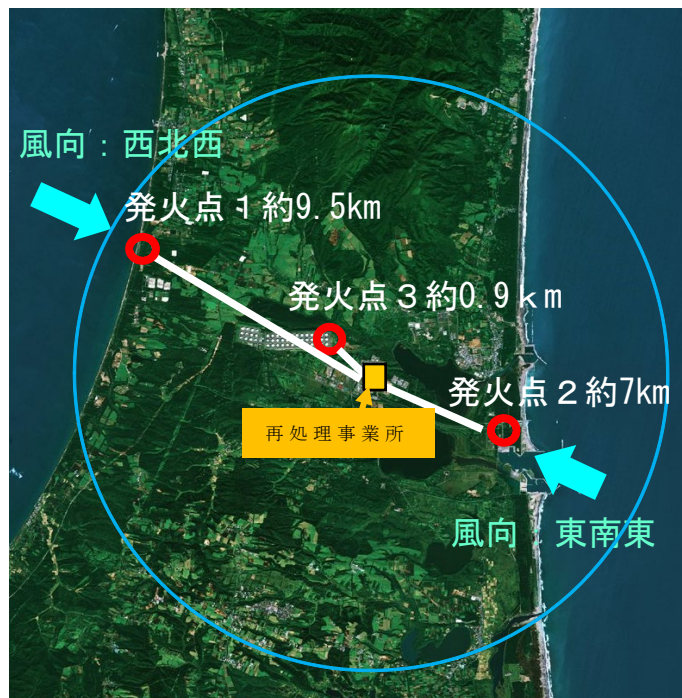
4.1において抽出した発火点の候補地から、可燃物量、風向及び火災の到達時間を考慮し、評価の結果が厳しくなるよう以下の3地点を発火点として設定し、これら3地点を FARSITE の発火点として設定する。

発火点の選定結果を第 4-1 表に、選定した発火点の位置を第 4-4 図に示す。

- (1) 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、敷地から距離が遠いものの、可燃物量が多いこと及び卓越風向「西北西」を考慮し、敷地西側に位置(約 9.5km)する横浜町吹越地区の居住区域近傍の道路沿いを「発火点 1」として設定する。
- (2) 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、敷地から距離が遠いものの、可燃物量が多いこと及び卓越風向「東南東」を考慮し、敷地東側に位置(約 7km)するむつ小川原国家石油備蓄基地(以下「石油備蓄基地」という。)の中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿いを「発火点 2」として設定する。
- (3) 森林火災の発生原因として多い人為的な火災発生の可能性があり、隣接する石油備蓄基地における可燃物量が極めて多いこと、卓越風向「西北西」に位置すること及び再処理事業所までの距離が最短であることを考慮し、敷地西側に位置(約 0.9km)する石油備蓄基地及び石油備蓄基地までのアクセス道路沿いを「発火点 3」として設定する。

第 4-1 表 発火点の設定結果

直線距離10km間にある発火点候補地 (発火点は人為的行為を考え、道路沿いを 発火点とする。)		卓越風向に対 して風上に位 置しているか	周辺の可燃 物量	設定結果	設定理由
西北西 遠方	1-1	横浜町 吹越地区 ○ (西北西)	○	◎	卓越風向に位置し、周辺の可燃物量も多いことから発火点として選定する。(発火点1)
	1-2	横浜町 食品加工施設 ○ (西北西)	△	×	卓越風向に位置しているが、周辺の可燃物量が少なく、発火点1の結果に包含されることから、発火点として選定しない。
	1-3	野辺地町 ごみ処理場、牧場 △ (西)	○	×	可燃物量は多く、ほぼ卓越風向上にあるが、発火点1の結果に包含されることから、発火点として選定しない。
西北西 近傍	2-1	むつ小川原国家石油備蓄基地 ○ (西北西)	○	◎	卓越風向に位置し、周辺の可燃物量も多く、再処理施設までの距離が最短であることから発火点として選定する。(発火点3)
	2-2	協力会社事務所等 △ (西)	×	×	ほぼ卓越風向上に位置するが、敷地に近く、周辺可燃物量も少ないことから、発火点として選定しない。
東南東 遠方	3-1	中継ポンプ場 ○ (東南東)	○	◎	卓越風向に位置し、周辺の可燃物量も多いことから発火点として選定する。(発火点2)
	3-2	むつ小川原港 ○ (東南東)	×	×	卓越風向上に位置しているが、周辺可燃物量も少ないことから、発火点として選定しない。
南	4-1	国際核融合エネルギー研究センター ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
	4-2	六ヶ所村 戸鎖地区 ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
	4-3	六ヶ所村 千歳地区 ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
	4-4	六ヶ所村 平沼地区 ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
北東	5-1	六ヶ所村ウラン濃縮工場等 ×	×	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
	5-2	六ヶ所村尾駈地区 ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。
	5-3	六ヶ所村泊地区 ×	△	×	卓越風向上に位置しておらず、可燃物量も少ないことから発火点として選定しない。



発火点 1 : 横浜町吹越地区の居住区域近傍の道路沿い
 発火点 2 : 中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿い
 発火点 3 : 石油備蓄基地及び石油備蓄基地までのアクセス道路沿い

第 4-4 図 選定した発火点の位置

4.3 発火点における発火時刻の設定

FARSITE の解析に当たり、再処理事業所に到達する火炎の影響が厳しくなる発火点における発火時刻を設定する。

火炎の影響については、太陽光の入射、気温や湿度により依存するため、時刻による太陽光の入射、気温や湿度(以下「太陽光等」という。)による火線強度の変化を考慮し、発火点から再処理事業所に火炎が到達する時刻を火線強度が厳しくなる 14 時頃とし、発火時刻を設定する。

この発火時刻の設定の妥当性を確認するために、輻射強度の結果が最も厳しい発火点 3 を例として、発火時刻の感度解析を実施し影響を確認している。感度解析の結果を以下に示す。

(1) 感度解析条件

感度解析の条件として、太陽光等の影響が大きいと想定される日中に森林火災による火炎が再処理事業所に到達する時刻を想定し、発火時刻を設定する。

(2) 感度解析結果

発火点 3 における感度解析の結果を第 4-2 表に示す。

その結果、最大火線強度及び最大輻射強度が発生するのは、両解析結果から火炎の到達時刻が 14 時頃であれば、太陽光等の影響が厳しい評価となることを確認している。

発火点 1 及び発火点 2 の火炎の到達時刻についても 14 時頃となるよう発火時刻を設定し、太陽光等の影響が厳しい評価となるようにする。

第 4-2 表 発火点 3 における感度解析結果

発火時刻	火炎の 到達時刻	火線強度 (kW/m)	輻射強度* (kW/m ²)
8 時 05 分	13 時 05 分	1820	1.0
9 時 35 分	14 時 36 分	2325	1.4
10 時 15 分	15 時 21 分	1163	0.70

* 防火帯から最も距離の短い位置(170m)にある使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における輻射強度。

4.4 発火点 2 に対する地形の影響

設定した発火点のうち、発火点一再処理事業所間に大きな非植生地が存在する発火点 2 における地形の影響を確認するために、検討用発火点を設定し影響を評価した。

(1) 敷地東側における発火点の設定

敷地東側の発火点としては、再処理事業所から遠方であり発火点から再処理事業所までの間の可燃物量が多いこと、作業員の出入りがあり発火要因も想定されることから、石油備蓄基地の中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿いの地点(発火点 2)を設定している。

当該発火点については、第 4-5 図に示すとおり、再処理事業所までの間に非植生地に区分され延焼しない尾駸沼及び鷹架沼があり、尾駸沼及び鷹架沼の間の植生地において延焼範囲が縮小されることにより、再処理事業所に到達した森林火災の影響が小さく評価される可能性がある。

このような地形の影響を確認するために、尾駸沼及び鷹架沼による延焼範囲の縮小の影響がないと想定される位置を発火点(以下「検討用発火点」という。)とした場合の影響評価を実施する。検討用発火点の位置を第 4-5 図に示す。

なお、発火点 2 及び検討用発火点の FARSITE による評価条件の違いは発火点の位置のみであり、他の評価条件は同じである。

(2) FARSITE 解析結果

発火点 2 と検討用発火点における FARSITE の解析結果の比較を第 4-3 表に示す。

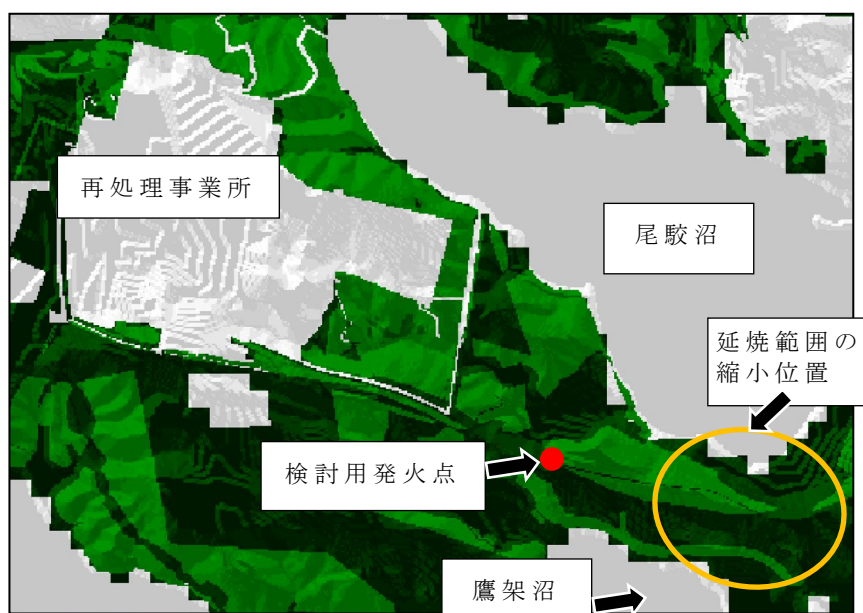
検討用発火点の最大火線強度及び輻射強度は発火点 2 の解析結果を超えず、敷地東側にある尾駸沼及び鷹架沼による燃焼範囲の縮小による地形の影響は小さく、森林火災評価への影響は小さい。

このことから、敷地東側からの発火による森林火災の再処理事業所への影響評価としては、石油備蓄基地の中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿いを発火点 2 と設定することで問題ない。

第 4-3 表 発火点 2 と検討用発火点の比較

発火点	発火時刻	到達時刻	最大火線強度 (kW/m)	輻射強度* (kW/m ²)
発火点 2	19 時 30 分	14 時 07 分	9.128	0.82
検討用発火点	7 時 40 分	14 時 15 分	2.138	0.71

注記 * : 防火帯から最も距離の短い位置(170m)にある使用済燃料受入れ・貯蔵建屋における輻射強度。



第 4-5 図 検討用発火点の位置

5. FARSITEによる解析の結果

FARSITEによる解析結果を第 5-1 表に示す。FARSITEによる解析の結果、最大火線強度は発火点 2 が最大、火炎の到達時間は発火点 3 が最短となった。

なお、10m メッシュ毎に算出される火炎長及び反応強度は、7. に示す円筒火炎モデルのインプットとし、熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定に用いる。

第 5.1 表 FARSITE による解析結果

項目	内容	解析結果		
		発火点 1	発火点 2	発火点 3
延焼速度	全燃焼セルにおける延焼速度	最大 4.7m/s (平均 0.07m/s)	最大 5.3m/s (平均 0.08m/s)	最大 3.5m/s (平均 0.04m/s)
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度	1,527 kW/m	9,128 kW/m	2,325 kW/m
火炎の到達時間	発火から敷地内に最も早く到達する時間	30 時間 1 分	18 時間 37 分	5 時間 1 分

6. 防火帯幅の設定

敷地内への延焼防止を目的として、防火帯を設置する。防火帯については、外部火災ガイドを参考として、FARSITEによる解析結果に基づき防火帯幅を設定し、設定した防火帯幅以上の防火帯を再処理事業所周辺に配置する。

FARSITEによる解析の結果から、火線強度の最大値は発火点 2 の「9,128kW/m」であり、外部火災ガイドを参考として、第 6-1 表「風上に樹林がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係」に示す 10,000kW/m の火線強度に必要とされる最小防火帯幅 24.9m を上回る 25m 以上の防火帯を確保する。

防火帯の配置については、既設の設備及び駐車場についても考慮し、延焼の可能性のあるものと干渉しないように設定する。防火帯の配置を第 6-1 図に示す。

第 6-1 表 風上に樹林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

* 外部火災ガイドより抜粋



防火帯幅：25m 以上を確保

7. 熱影響評価の対象施設への輻射強度の設定

FARSITEによる解析結果である反応強度及び火炎長から熱影響評価に用いる施設への輻射強度を設定する。輻射強度の設定に当たっては、メッシュ毎に算出される反応強度及び火炎長を用い、熱影響評価の対象施設の位置において輻射強度が最大となるように設定する。

輻射強度については、以下のとおり設定する。

(1) 輻射強度の算出方法

FARSITEによる解析により、地形データにおいて設定した10mメッシュ毎に反応強度及び火炎長が得られる。火炎最前線上の任意のメッシュ内の円筒の燃焼半径及びメッシュ内の円筒の数は次式より求められる。円筒火炎モデルを第7-1図に示す。

$$R = \frac{H}{3}$$

$$F = \frac{W}{2 \times R}$$

H : FARSITE出力のメッシュの火炎長 (m)

R : 燃焼半径 (m)

F : メッシュ内の円筒の数

W : メッシュ幅 (m) (=10m)

メッシュ内の円筒について離隔距離(評価対象との距離)から次式より輻射強度を算出する。

$$E = Rf \times \phi_t$$

$$Rf = k_{\text{fuel}} \times RCI$$

$$\phi_t = \sum_{i=1}^F \phi_i$$

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left(\frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right)$$

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

$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} = 3 \quad n = \frac{L_i}{R} \quad A = (1+n)^2 + m^2 \quad B = (1-n)^2 + m^2$$

L_i : 円筒 i の離隔距離 (m)

ϕ_i : 円筒 i の形態係数

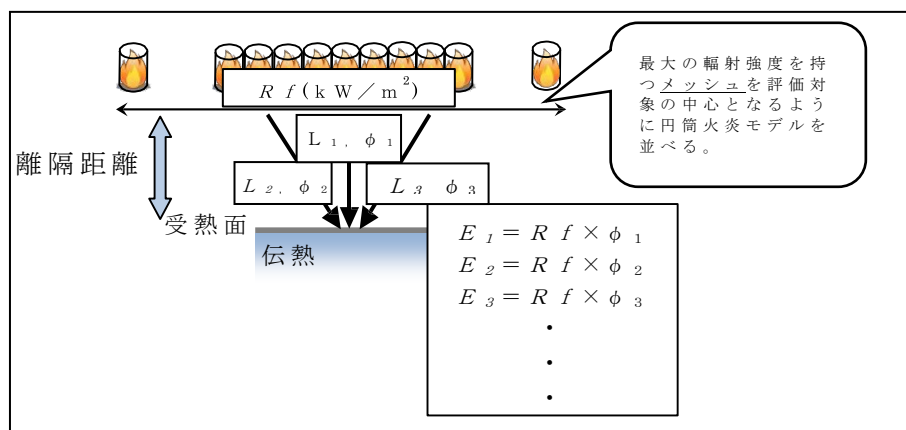
ϕ_t : メッシュ内の円筒の形態係数の合計

RCI : FARSITE出力のメッシュの反応強度 (kW/m²)

Rf : メッシュの火炎輻射発散度 (kW/m²)

k_{fuel} : 植生による反応強度から火炎輻射発散度への低減係数*

- E : メッシュの評価対象への輻射強度(kW/m²)
- * 反応強度の内の輻射の割合を示す値であり、保守的に大きい針葉樹の値 0.377 を使用する(出典：全米防火協会「The SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」)。設定の詳細を、別添-1 に示す。

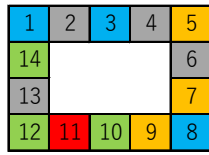


第 7-1 図 円筒火炎モデル

(2) 火炎の並べ方

メッシュ内には円筒火炎が燃焼直径間隔で横向きで一列に隙間なく並んでいるものとする。本解析では第 7-2 図のように火炎最前線上で最も影響度が大きいメッシュを中心に火炎最前線を展開し、一列に並べる。また、保守的に火炎の未到達メッシュを除外して詰め、メッシュ毎に外部火災防護対象施設等に与える輻射強度を算出する。

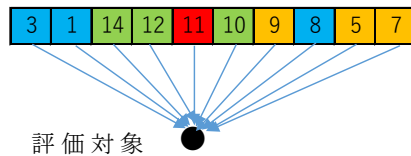
① 火災最前線上で最も影響度が大きいメッシュ **11** を抽出する。



② **11** を中心に火災最前線を展開する。



③ 未到達メッシュを除いて詰め、メッシュ毎の輻射強度から温度上昇値を算出する。



第 7-2 図 展開概念図

凡例

- : 最も影響度が大きいメッシュ
- : 2 番目に影響度が大きいメッシュ
- : 3 番目に影響度が大きいメッシュ
- : 4 番目に影響度が大きいメッシュ
- : 火災が未到達のメッシュ

枠内の数字は、メッシュの並びに基づいて連番にて与える番号

(3) 熱影響評価に用いる輻射強度の設定

輻射強度については、最大の輻射強度となる発火点からの FARSITE による解析結果に基づき、各メッシュに火炎長及び反応強度を設定し、熱影響評価に用いる各施設への輻射強度を設定する。

「(1) 輻射強度の算出方法」及び「(2) 火炎の並べ方」のとおり評価することから、最大の輻射強度となる発火点については、同じ離隔距離における輻射強度の比較により確認することができる。

170m の地点(防火帯外側から最短となる使用済燃料受入れ・貯蔵建屋)における輻射強度を比較した第 7-1 表の結果から、輻射強度が最大となる発火点 3 の解析結果を熱影響評価に用いる施設への輻射強度に設定する。

第 7-1 表 FARSITE による結果

項目	防火帯からの距離	算出結果		
		発火点 1	発火点 2	発火点 3
受熱面 輻射強度	防火帯から 170m 地点*	0.53 kW/m ²	0.82 kW/m ²	1.4 kW/m ²

* 防火帯外側から最短となる使用済燃料受入れ・貯蔵建屋の距離

別添 1

森林火災の低減係数について

目 次

<u>1.</u>	はじめに	1
<u>2.</u>	火炎の低減係数について	1
<u>3.</u>	参考文献	2

1. はじめに

本資料は、森林火災の影響評価のうち、FARSITE 出力のセルの反応強度から火炎輻射発散度を算出するために用いる低減係数 k_{fuel} の出典について説明する。

2. 火炎の低減係数について

(1) 火炎の低減係数

火炎輻射発散度の算出に当たっては、反応強度が火炎・煙として対流放出される熱エネルギーと炎から輻射として放出される熱エネルギーから求められることから、反応強度に対する火炎輻射発散度の割合を求め、低減係数を算出する。

反応強度、火炎対流発散度及び火炎輻射発散度の関係は、以下のとおりとなる。

$$\text{火炎対流発散度 (W/m}^2\text{)} + \text{火炎輻射発散度 (W/m}^2\text{)} = \text{反応強度 (W/m}^2\text{)}$$

(2) 出典について

上記(1)の火炎対流発散度及び火炎輻射発散度は、全米防火協会のハンドブック⁽¹⁾においては、「火災時における熱、気体、液体及び固体生成物の発生」の章の中で、天然素材を燃焼させた際の対流熱及び輻射熱の試験結果が示されている。

試験は木材等の試験材を対象に、火災伝播装置(FPA)を使用した材料可燃性の測定のための標準試験方法(ASTM E2058)に基づき行われた。

落葉広葉樹のレッドオーク、針葉樹のうちベイマツ及びパインを対象としており、第 2-1 図に示すとおり対流熱及び輻射熱が記載されている。

(3) 火炎の低減係数の算出について

上記(2)の出典を元に、第 2-1 表にて火炎の輻射熱の割合を算出した。

森林火災の影響評価に当たっては、火炎輻射強度の結果を厳しく評価するために、最も保守的な針葉樹のうちベイマツの輻射熱の割合 0.377 を、火炎の低減係数 k_{fuel} として一律に適用することとしている。

第 2-1 表 木材の対流熱及び輻射熱並びに輻射熱の割合

No.	木材	① 対流熱 (kJ/g)	② 輻射熱 (kJ/g)	③ 燃焼熱 (kJ/g) (= ① + ②)	輻射熱の割合 (= ② / ③)
1	落葉広葉樹 (レッドオーク)	7.8	4.6	12.4	0.371
2	針葉樹 (ベイマツ)	8.1	4.9	13.0	0.377
3	針葉樹 (パイン)	8.7	3.7	12.4	0.299

Generation of Heat and Gaseous, Liquid, and Solid Products in Fires CHAPTER 4 3-143

Table 3-4.16 Yields of Fire Products and Chemical, Convective, and Radiative Heat for Well-Ventilated Fires^a (Continued)

単位質量当たりの火炎輻射熱

単位質量当たりの火炎対流熱

Material	ΔH_T (kJ/g)	y_{CO_2}	y_{CO}	y_{ch}	y_s	ΔH_{ch}	ΔH_{con}	ΔH_{rad}
			(g/g)				(kJ/g)	
Natural materials								
Tissue paper	—	—	—	—	—	11.4	6.7	4.7
Newspaper	—	—	—	—	—	14.4	—	—
Wood (red oak)	17.1	1.27	0.004	0.001	0.015	12.4	7.8	4.6
Wood (Douglas fir)	16.4	1.31	0.004	0.001	—	13.0	8.1	4.9
Wood (pine)	17.9	1.33	0.005	0.001	—	12.4	8.7	3.7
Corrugated paper	—	—	—	—	—	13.2	—	—
Wood (hemlock) ^b	—	—	—	—	0.015	13.3	—	—
Wool 100% ^b	—	—	—	—	0.008	19.5	—	—

第 2-1 図 全米防火協会のハンドブック⁽¹⁾の抜粋

3. 参考文献

(1) 全米防火協会, The SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering

別紙

外外火 02 【森林火災について】

別紙				備考
資料 No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	安全冷却水 B 冷却塔の評価書	<u>7/22</u>	<u>1</u>	
別紙-2	MOX 燃料加工施設の評価書	<u>7/22</u>	<u>1</u>	

令和 4 年 7 月 22 日 R1

別紙－ 1

安全冷却水 B 冷却塔の評価書

目 次

1. 森林火災による冷却塔への輻射強度について…………… 1

1. 森林火災による冷却塔への輻射強度について

FARSITE による解析結果から、火炎輻射強度が最大となる発火点 3 の解析結果を用いて、森林火災が安全冷却水 B 冷却塔に与える輻射強度を算出した。その結果を第 1-1 表に示す。

第 1-1 表 森林火災が安全冷却水 B 冷却塔に与える輻射強度

外部火災防護対象施設等	輻射強度 (W/m ²)
安全冷却水 B 冷却塔	292

令和 4 年 7 月 22 日 R1

別紙－2

MOX 燃料加工施設 の評価書

目 次

1. 森林火災による燃料加工建屋への輻射強度について…………… 1

1. 森林火災による燃料加工建屋への輻射強度について

FARSITE による解析結果から、火炎輻射強度が最大となる発火点 3 の解析結果を用いて、森林火災が燃料加工建屋に与える輻射強度を算出した。その結果を第 1-1 表に示す。

第 1-1 表 森林火災が燃料加工建屋に与える輻射強度

外部火災防護対象施設等	輻射強度 (W/m ²)
燃料加工建屋	910