

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外外火 02 R 3
提出年月日	令和 3 年 8 月 27 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説明書

森林火災について

## 目 次

1. 概要	1
2. 森林火災の設定の流れ	<u>2</u>
3. F A R S I T E の設定	2
3. 1 F A R S I T E への入力条件について	2
3. 2 土地利用データの選定について	2
3. 3 地形データの選定について	5
3. 4 土地利用データにおける森林領域の樹種データの設定について	5
3. 5 敷地内植生データの設定について	7
3. 6 気象条件の設定について	11
4. 発火点の設定	15
4. 1 発火点の設定条件	15
4. 2 発火点の設定	<u>19</u>
4. 3 発火時刻の設定	21
4. 4 発火点の検討	<u>22</u>
5. 防火帯の設定について	<u>24</u>
5. 1 F A R S I T E による解析の結果	<u>24</u>
5. 2 防火帯幅の設定について	<u>24</u>
6. 輻射強度の算出について	<u>26</u>

別添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燃料加工施設の設計基準対象施設に対する、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-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」
- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-4-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-4-5 外部火災防護における評価方針」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-4-6 外部火災防護における評価条件及び評価結果」

森林火災の設定は、「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「外部火災影響評価ガイド」という。）での推奨に基づき、森林火災シミュレーション解析コード（以下「FARSITE」という。）を用いて実施する。本資料では、想定する森林火災の設定の考え方について補足説明する。

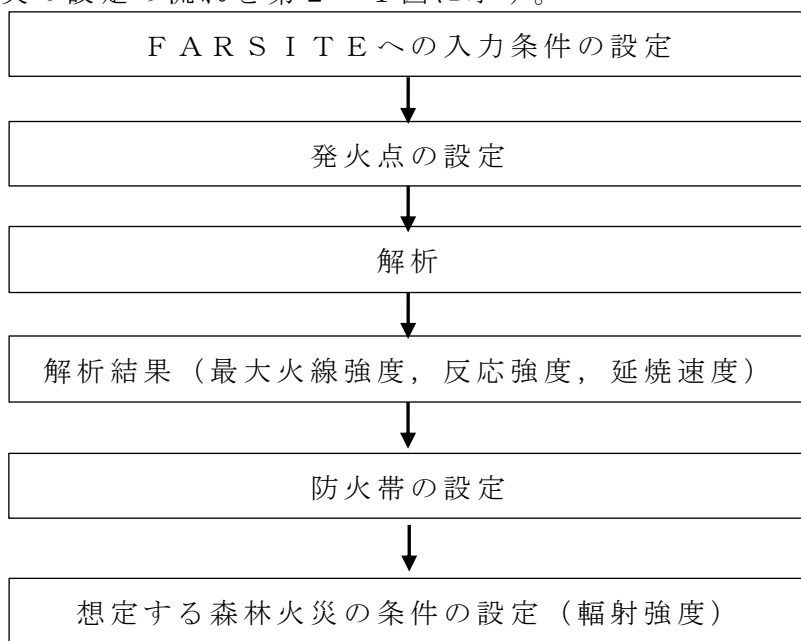
本資料で示す森林火災の防護設計については、再処理施設、MOX燃料加工施設及び廃棄物管理施設に係る今回申請対象以外の建屋や屋外構造物に対しても適用されるものである。

本資料は、第1回設工認申請対象施設を対象とした記載であり、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。

再処理施設、MOX燃料加工施設及び廃棄物管理施設はいずれも同一の敷地内に立地し、かつ同一の防火帯に囲まれている。本評価では、火災は防火帯の外側とするため、森林火災の設定はいずれの施設に対しても共通とすることができる。本評価では両施設が立地する敷地を以下、「再処理事業所」という。

## 2. 森林火災の設定の流れ

森林火災の設定の流れを第2-1図に示す。



第2-1図 森林火災の設定の流れ

## 3. FARSITEの設定

### 3.1 FARSITEへの入力条件について








想定する森林火災の条件を設定するためにFARSITEを用いる。そのため、FARSITEでの解析を実施するのに必要な入力データである土地利用データ、地形データ、植生データ及び気象データを設定する。これらの入力データについて外部火災影響評価ガイドでは、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、外部火災影響評価ガイドを参考として実施した、入力データの設定方法を示す。

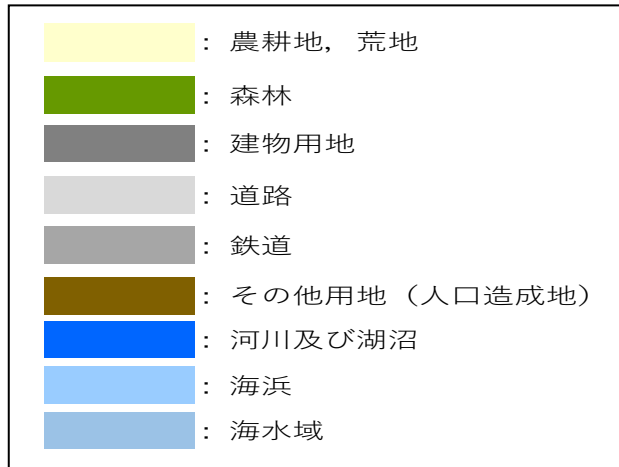
なお、敷地周辺及び敷地内の植生等のFARSITEでの解析を実施するのに必要な入力データについては年1回定期的な現場確認を行い、植生に大きな変化があった場合、あるいは外部火災の評価条件に変更があった場合は、外部火災防護対象施設の安全機能への影響評価を実施する手順を整備することを保安規定に定めて管理する。

### 3.2 土地利用データの設定について

土地利用データについては外部火災影響評価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を用いて設定する。土地利用データ区分に対する可燃物パラメータ（FARSITEデフォルト値）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	設定の考え方
田 その他の農用地 その他の用地 ゴルフ場	Tall grass : 高草地 	田及びその他の農用地においては、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を設定した。
	Short grass : 低草地 	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Short grassを設定した。
森林	落葉広葉樹 スギ クロマツ及びアカマツ 	敷地周辺の樹種を調査したところ、ブナ、ナラ等の落葉樹、スギ、アカマツ、クロマツ等の針葉樹の群生が見られた。このため、森林を樹木に応じて「落葉広葉樹」、「スギ」及び「マツ」として設定した。
	Hardwood litter : 森林 	広葉樹が大部分であるが、可燃物熱量の高いマツ等の針葉樹が一部混在している地点については、広葉樹、マツ等の長い針葉樹を考慮しているHardwood litterとして設定した。
荒地	Brush : 荒地 	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のBrushを設定し、計算上延焼することとした。
伐採跡地	Heavy logging slash : 重い倒木 	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を設定した。
建物用地, 河川地, 湖沼, 海浜, 道路, 鉄道, 海水域, 裸地	- 	可燃物がないことから非植生地に区分した。



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 地形データの設定について

地形データについては、外部火災影響評価ガイドに記載のとおり 10 m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. 4 土地利用データにおける森林領域の樹種データの設定について

樹種及び林齢を特定できる領域については、「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」（独立行政法人原子力安全基盤機構）において、F A R S I T E のデフォルトの森林パラメータを使用するよりも、樹種及び林齢を考慮したパラメータを使用する方が厳しい解析結果が得られたことを踏まえ、「福島第一原子力発電所への林野火災に関する影響評価」に設定している11区分の植生タイプに分類し、F A R S I T E の可燃物パラメータを設定した。可燃物パラメータの設定の考え方を第3-2表に示す。

また、樹冠率の設定について第3-3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3-2図に示す。F A R S I T E では樹冠率を4つに区分し、いずれかを設定するようになっている。敷地周辺の樹冠率の設定に当たって、森林計画図で示される樹冠率からF A R S I T E での樹冠率に相当する区分を設定した。

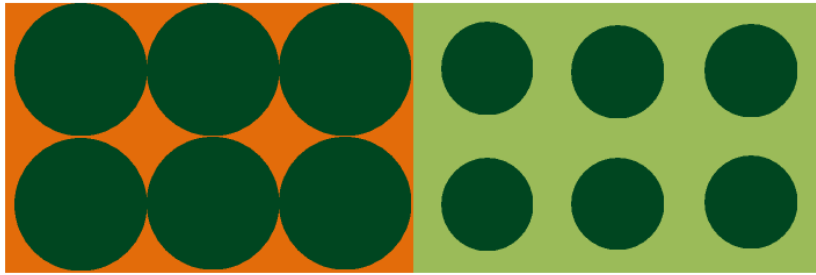
第3-2表 可燃物パラメータの設定の考え方

F A R S I T Eにおける 可燃物パラメータ	設定の考え方	
スギ及びヒノキ（林齢10年生未満）	スギ及びマツ類に関しては、青森県作成の森林簿及び森林監督署作成の森林調査簿に記載されている樹種及び林齢に基づき左記のとおり設定した。	
スギ及びヒノキ（林齢10年生）		
スギ及びヒノキ（林齢20年生）		
スギ及びヒノキ（林齢30年生）		
スギ及びヒノキ（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）		
落葉広葉樹		広葉樹については、一般に高齢で下草の状況は林齢によってほとんど変わらないことを考慮し、林齢に依存しない可燃物パラメータとした。ただし、下草の可燃物量及び可燃物厚さについては、厳しい評価となるように大きな値に設定した。

第3-3表 F A R S I T E上の樹冠率の設定

森林計画図での区分・樹冠率	F A R S I T E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%





第3-2図 樹冠率イメージ図（上から見た図）

敷地周辺の樹冠率の設定では，民有林は森林計画図からF A R S I T Eに相当する区分を設定し，国有林はデータがないため森林計画図で周辺の民有林密度で優占していた区分から樹冠率「3:密(0.9~1.0)」からF A R S I T Eに相当する区分として「4:81~100%」を設定した。

### 3. 5 敷地内植生データの設定について

敷地内における植生データは，現地調査※を行い，可燃物パラメータを設定した。敷地内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3-4表に示す。

現地調査結果における林齢の推定には，第3-3図に示す青森県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をあてはめることにより推定した。植生データについて第3-4図に示す。

#### ※現地調査について

##### <調査内容>

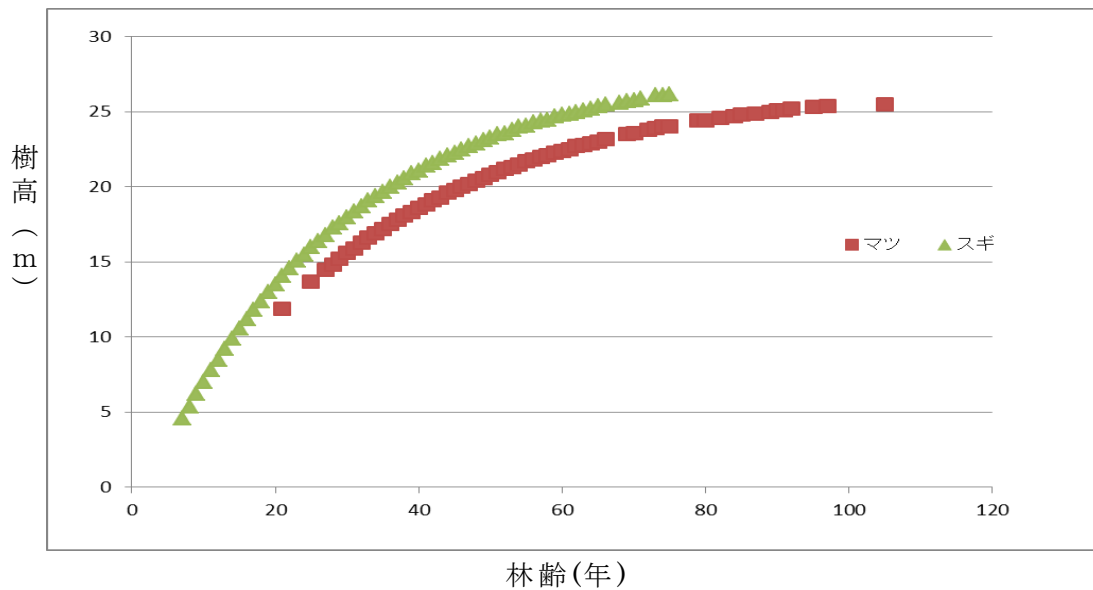
敷地内の樹木の植生状況について目視にて調査を実施した。敷地内の植生状況を第3-5図に示す。

##### <調査者の力量>

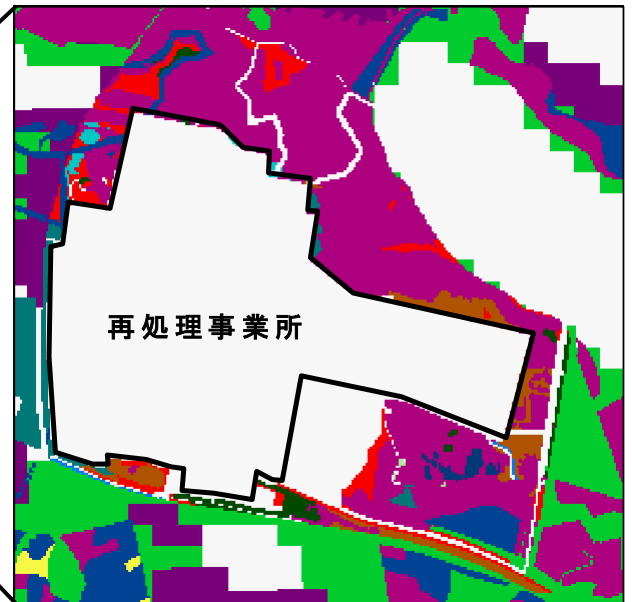
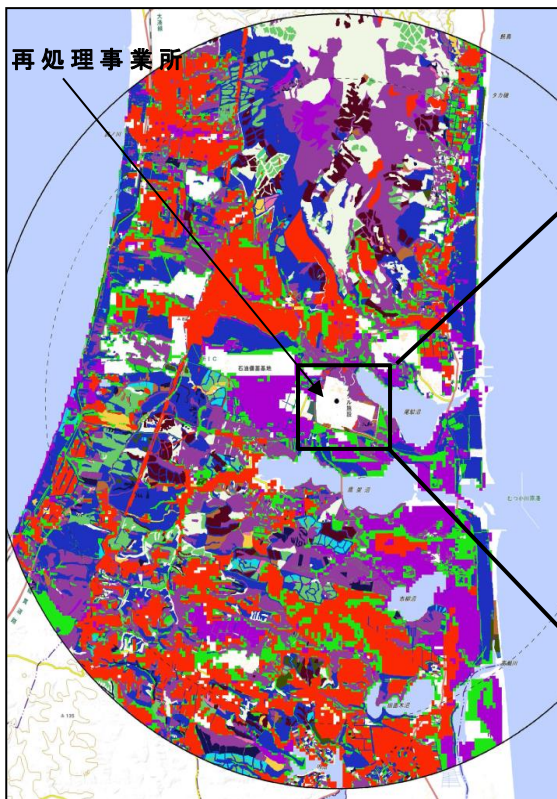
調査者は環境省，国土交通省，県等の地方自治体の委託を受けた植生調査業務に約6年間従事しており，調査者が植生調査において適切な力量を有している事を確認している。

第3-4表 敷地内植生データ区分及び可燃物パラメータの設定の考え方


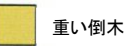

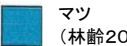

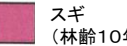
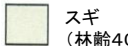


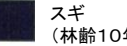

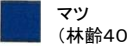

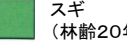
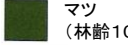

植生データ区分	F A R S I T Eにおける可燃物パラメータ	設定の考え方
森林	落葉広葉樹	現地調査の結果，広葉樹の部分については，落葉広葉樹の可燃物パラメータを設定した。
	スギ（林齢 10 年生） スギ（林齢 20 年生） スギ（林齢 30 年生） スギ（林齢 40 年生以上） マツ（林齢 10 年生未満） マツ（林齢 10 年生） マツ（林齢 20 年生） マツ（林齢 30 年生） マツ（林齢 40 年生以上）	現地調査の結果，針葉樹の部分は，スギ及びマツ（アカマツ及びクロマツ）が群生していることを確認した。そこで，群生地での代表的な木を何本か選定し，その樹高を測定することにより林齢を推定し，左記のとおり可燃物パラメータを設定した。



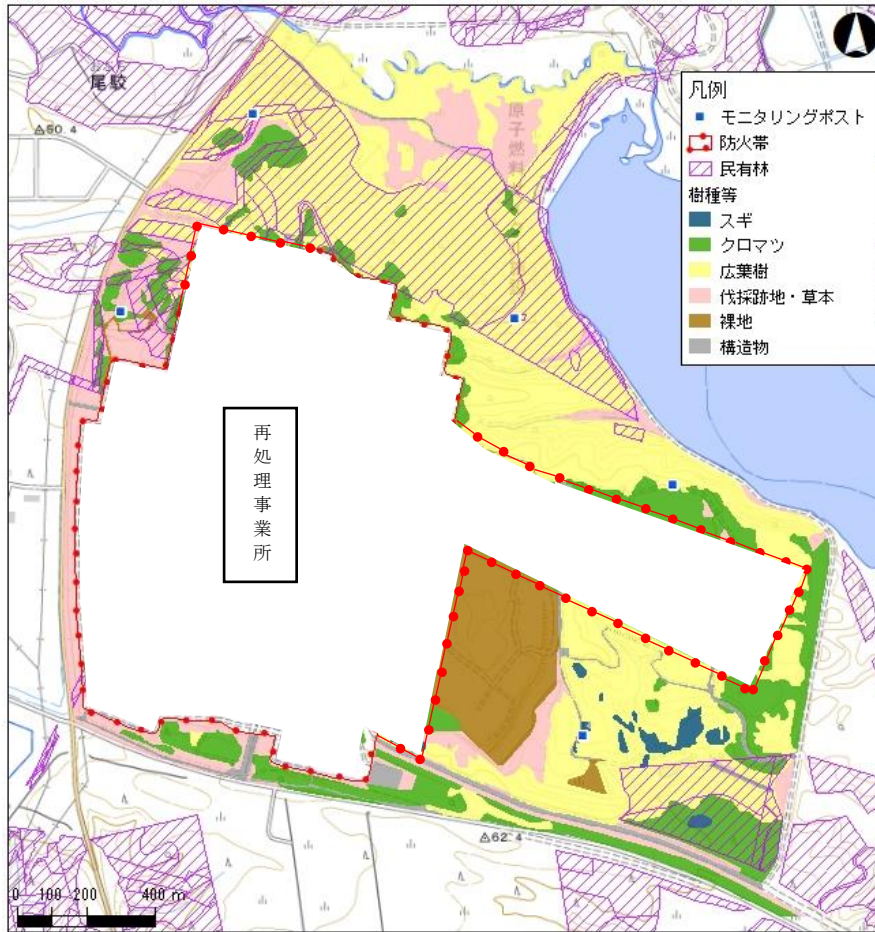
第3-3図 青森県森林簿に記載されたマツ及びスギの樹高及び林齢の関係



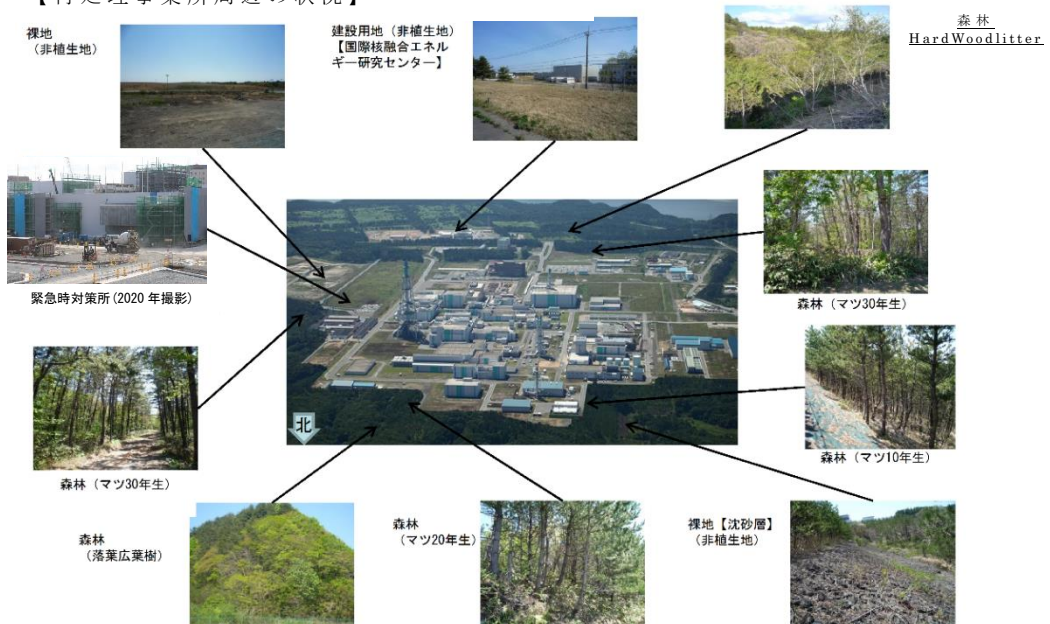
再処理事業所周辺植生分布図（拡大図）

	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3-4図 植生データ（2013年調査）



【再処理事業所周辺の状況】



第3-5図 敷地内の植生状況 (2013年調査)

### 3. 6 気象条件の設定について

#### (1) 最高気温、最小湿度及び最大風速

外部火災影響評価ガイドでは「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。」とされている。

青森県における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した。各気象観測所等の気象データ（最高気温、最大風速等）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

外部火災影響評価ガイドでは「風向は卓越方向とし、発電所の風上に発火点を設定する。」とされている。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、最も近くにある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、F A R S I T Eに使用する風向を東南東及び西北西とした。

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した。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た。各気象観測所等の気象データ（風向）を第3-6表に示す。

#### (3) F A R S I T Eへの入力

F A R S I T Eでの評価に当たっては、厳しい評価となるよう以下のとおり、風向、風速、気温及び湿度による影響を考慮する。

- a. 風向及び風速については、火災の延焼性を高め、また、施設側に対する風の影響を厳しく想定するため、風速は最大風速で一定とし、風向は卓越風向とする。
- b. 気温については、可燃物の燃焼性を高めるため、最高気温で一定とする。
- c. 湿度については、可燃物が乾燥し燃えやすい状態とするため、最小湿度で一定とする。

第3-5表 各気象観測所等の気象データ（最高気温，最大風速等）

八戸特別地域気象観測所

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

（統計期間：2003年～2012年）

むつ特別地域気象観測所

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

（統計期間：2003年～2012年）

六ヶ所地域気象観測所

月	最高気温 [°C]	最小湿度 [%]	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）

再処理施設敷地内の気象観測

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

八戸特別地域気象観測所

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	56	39
北北東	63	117
北東	221	257
東北東	149	119
東	178	101
東南東	214	234
南東	61	47
南南東	3	2
南	7	9
南南西	72	232
南西	189	187
西南西	372	333
西	131	62
西北西	75	65
北西	21	25
北北西	28	11

(統計期間：2003年～2012年)

むつ特別地域気象観測所

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	122	120
北北東	157	289
北東	27	31
東北東	26	68
東	130	137
東南東	138	139
南東	167	110
南南東	31	29
南	128	172
南南西	331	346
南西	130	184
西南西	245	96
西	102	84
西北西	53	50
北西	25	38
北北西	23	17

(統計期間：2003年～2012年)

六ヶ所地域気象観測所

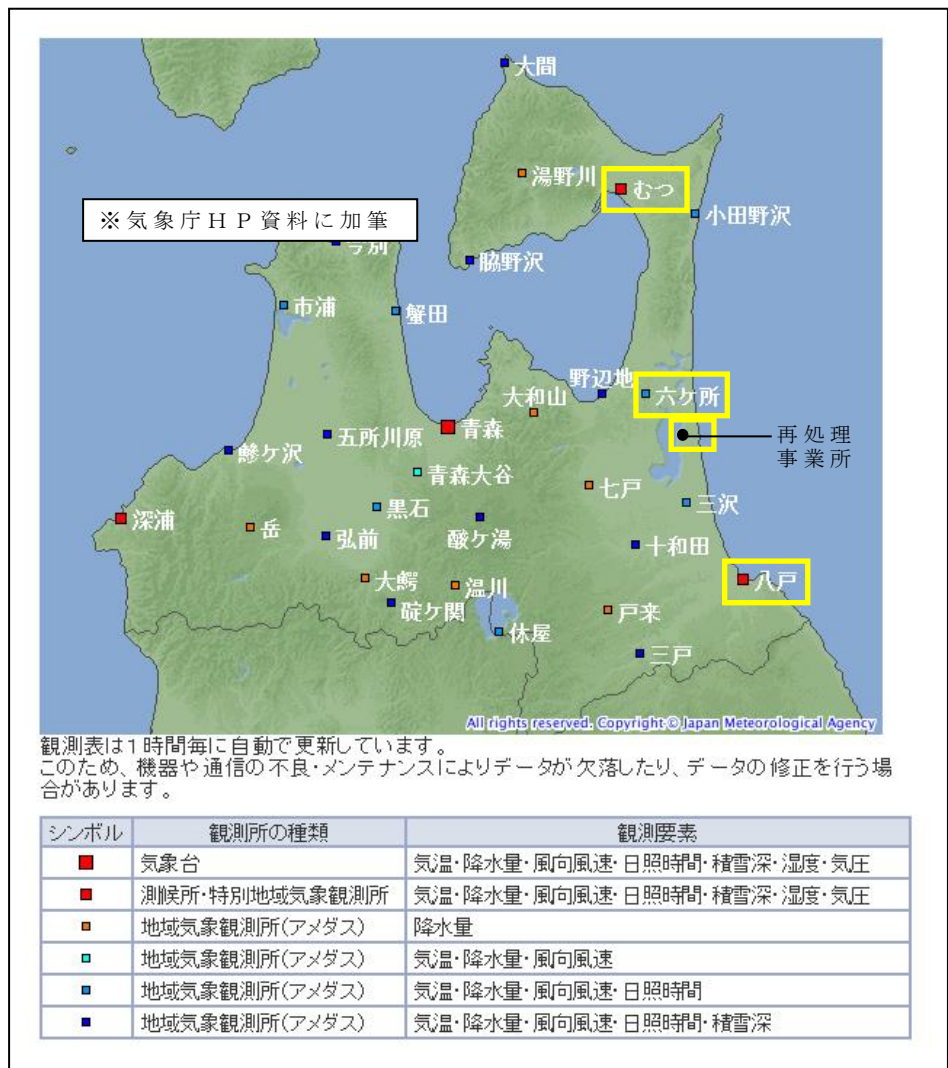
風向	最大風速における 風向の出現回数	最多風向の出現回数
北	17	6
北北東	15	1
北東	18	2
東北東	149	100
東	77	357
東南東	534	384
南東	177	96
南南東	16	21
南	27	29
南南西	0	6
南西	5	4
西南西	39	31
西	231	208
西北西	343	363
北西	152	216
北北西	40	15

(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)



出典：気象庁HP

([http://www.jma.go.jp/jp/amedas\\_h/map20.html](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位置



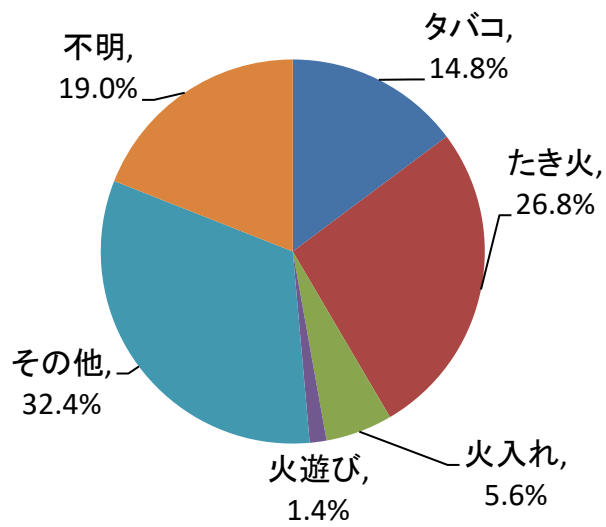
#### 4. 発火点の設定

外部火災影響評価ガイドを参考として、想定される森林火災の発火点を設定する。

##### 4. 1 発火点の設定条件

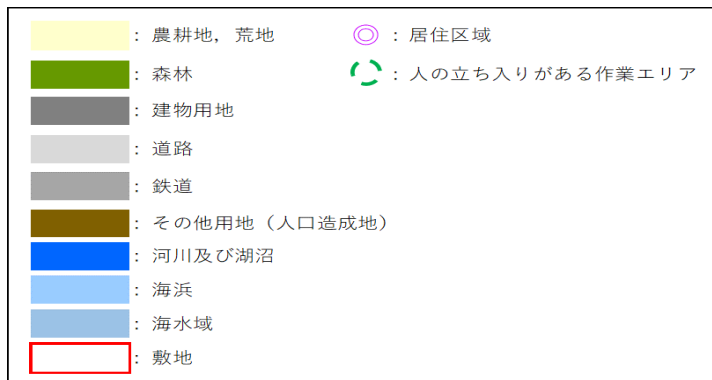
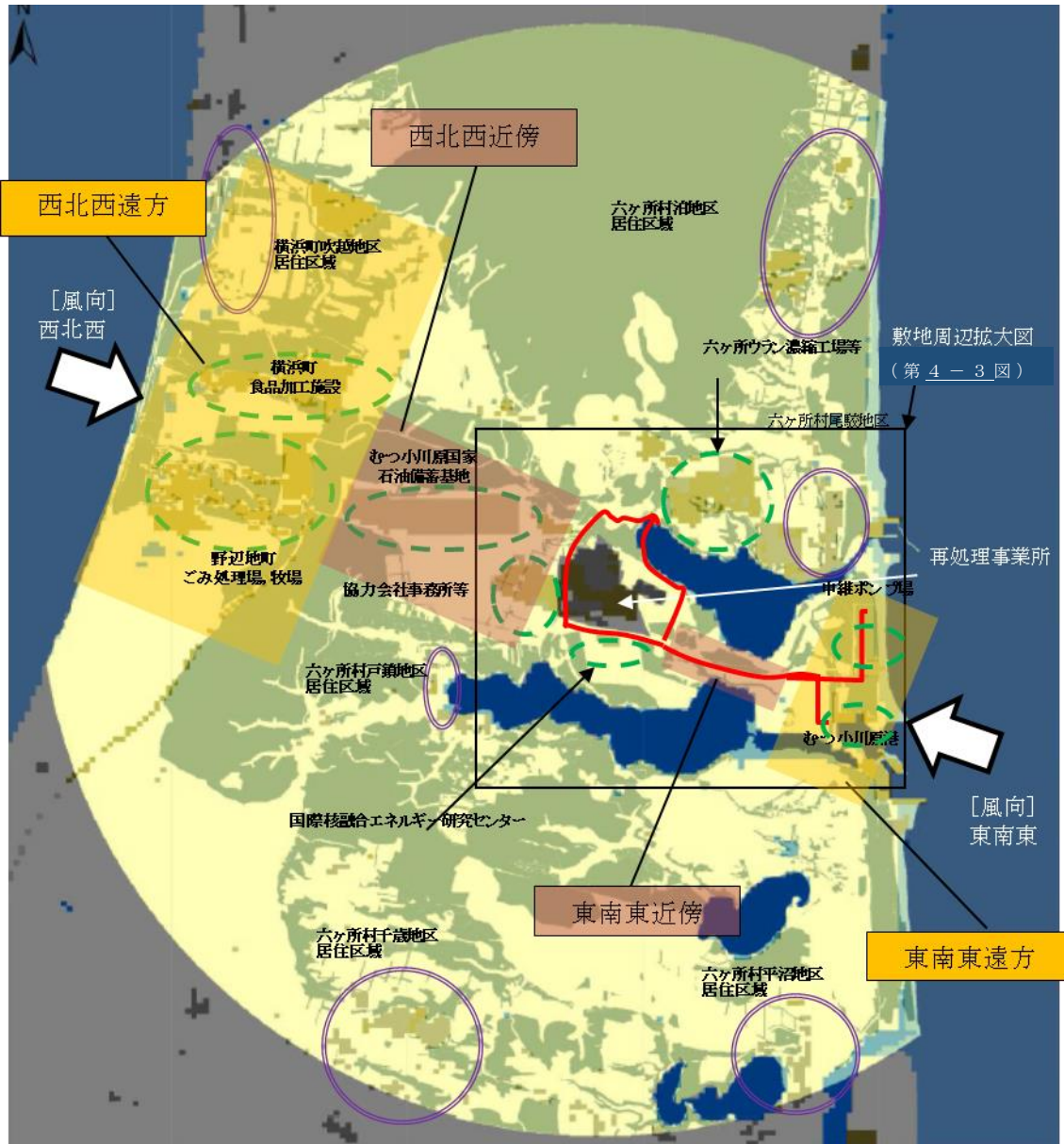
外部火災影響評価ガイドを参考に、発火点の設定条件を以下のとおり設定した。

No.	<u>外部火災影響評価ガイド</u>	再処理事業所における発火点の設定
1	発電所から直線距離 10 k m の間で設定する。	再処理事業所から直線距離 10 k m の間で設定する。
2	風向は卓越方向とし、発電所の風上に発火点を設定する。ただし、発火点と発電所の位置関係から風向きを卓越方向に設定することが困難な場合は、風向データ等から適切に設定できるものとする	六ヶ所地域気象観測所の風向データを調査した結果から、再処理事業所の東南東、西北西に発火点を設定する。
3	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。	青森県における <u>林野火災</u> の出火原因割合を第 4 - 1 図に示す。 青森県の <u>林野火災</u> の発生原因で最多となっているのが煙草とたき火であることを踏まえ、 <u>発火源については</u> 、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候補とする。また、外部火災の発生を想定したときに再処理事業所への影響評価の観点で、F A R S I T E より出力される火線強度及び反応強度（火炎輻射強度）の評価が厳しくなるよう、 <u>再処理事業所からみて卓越風向の風上になるような発火点を設定する</u> 。発火点の候補地を第 4 - 2 図に、敷地周辺の発火点の候補地を第 4 - 3 図に示す。

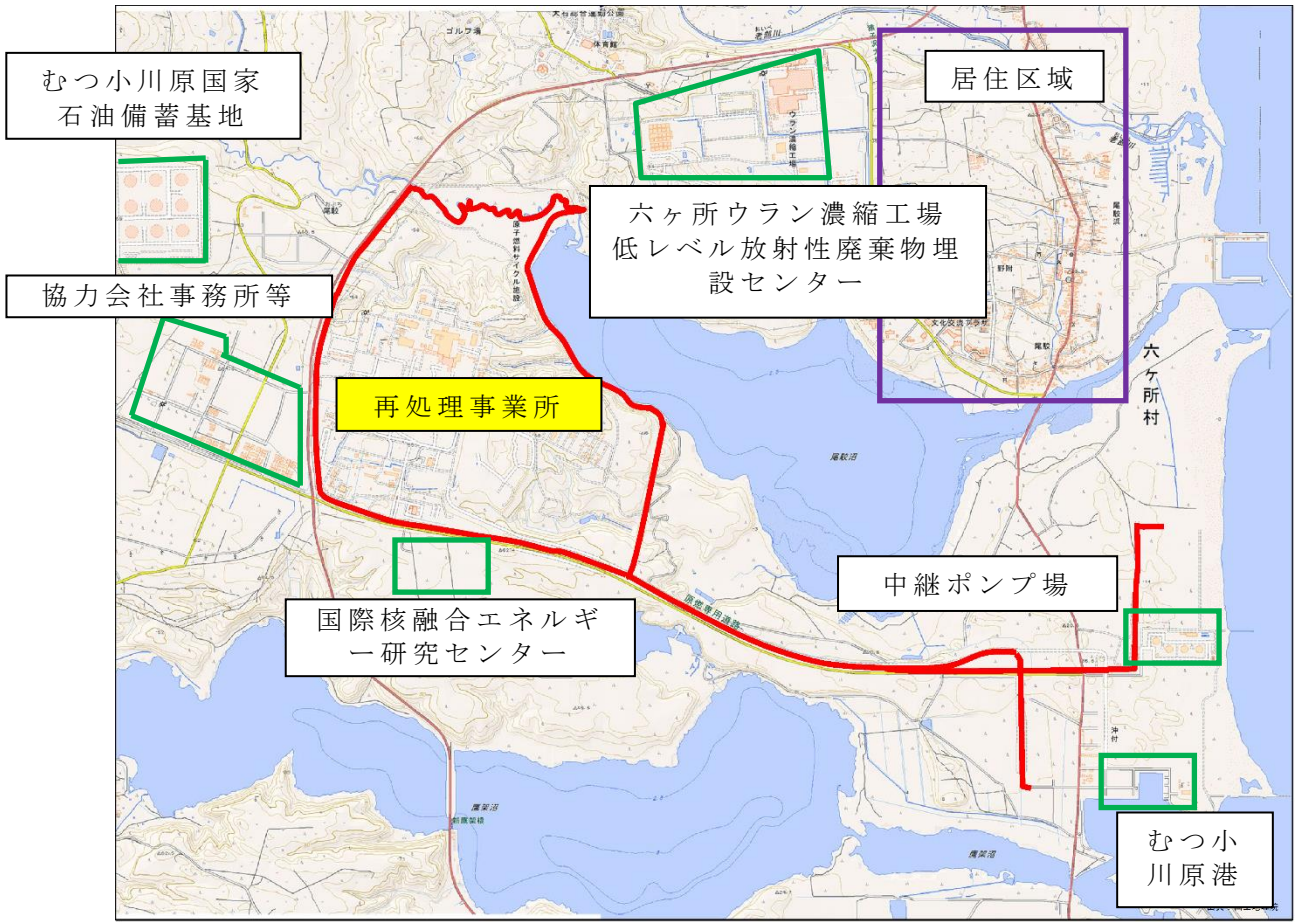


出典：青森県庁HP「青森県火災年報」  
 青森県危機管理局消防保安課  
 (H21～H25)

第4-1図 林野火災の出火原因別割合



第4-2図 発火点の候補地 (2013年調査)



出典：国土地理院

【発火点の候補地】

- 敷地
- 居住区域
- 人の立ち入りがある作業エリア

第4-3図 敷地周辺の発火点の候補地 (2013年調査)

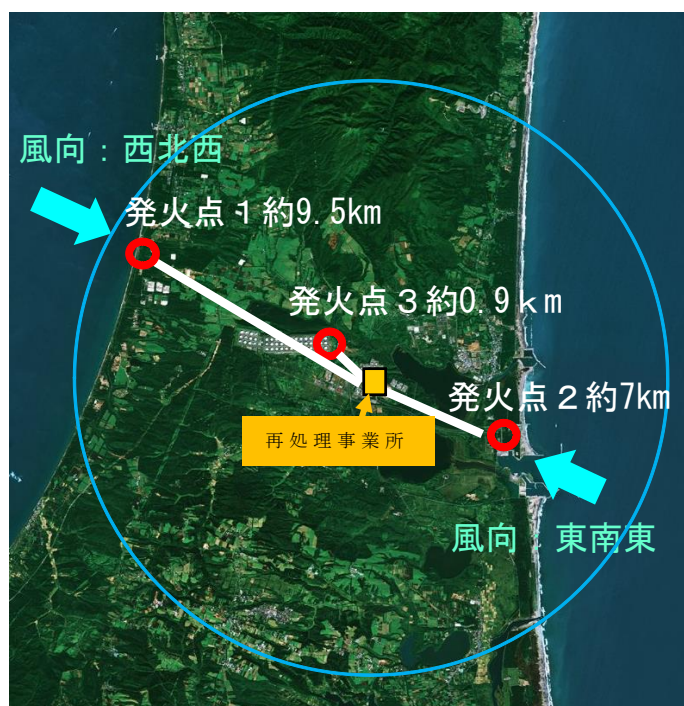
#### 4. 2 発火点の設定

4. 1で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、厳しい評価となるよう以下の3地点を発火点として設定する。発火点の設定結果を第4-1表に、設定位置を第4-4図に示す。

- a. 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、敷地から距離が遠く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。
- b. 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、敷地から距離が遠く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」として設定する。
- c. 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火災の到達時間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慮し、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	選定結果	選定理由
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
- 発火点2 : 石油備蓄基地の中継ポンプ場
- 発火点3 : 石油備蓄基地

第4-4図 発火点の設定位置

#### 4. 3 発火時刻の設定

F A R S I T E の解析において、太陽光の入射により火線強度が増大することから、日照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到達する時刻を 14 時頃と想定し、発火時刻を設定する。

発火時刻の設定については、F A R S I T E による発火時刻の感度解析について発火点 3 を対象に行い、太陽光の影響を評価した。感度解析の結果を以下に示す。

##### a. 感度解析条件

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

##### b. 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、発火時刻が 9 時 35 分であり、両解析結果から火災の到達時刻としては、14 時過ぎの到達時刻であれば、太陽光の影響が厳しい評価となる。

発火点 1 及び発火点 2 の火災到達時刻についても 14 時台となるよう発火時刻を設定し、太陽光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	到達時刻	最大火線強度 (k W / m)	最大輻射強度※ (k W / m <sup>2</sup> )
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

※：防火帯から任意の位置（170m）における輻射強度。

#### 4. 4 発火点の検討

##### a. 敷地東側における発火点の設定

発火点のうち、敷地東側においては、再処理事業所から遠方であり再処理事業所までの間の可燃物量が多く、作業員の出入りがあり発火要因も想定される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として設定している。

しかし、当該発火点については、再処理事業所までの間に尾駸沼及び鷹架沼があり、森林火災による延焼範囲が縮小され、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。そのため、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。）とした場合の影響と比較した。検討用発火点の位置を第4-5図に示す。

##### b. F A R S I T E解析結果

発火点2と検討用発火点におけるF A R S I T E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効果は小さく、森林火災評価への影響は小さい。

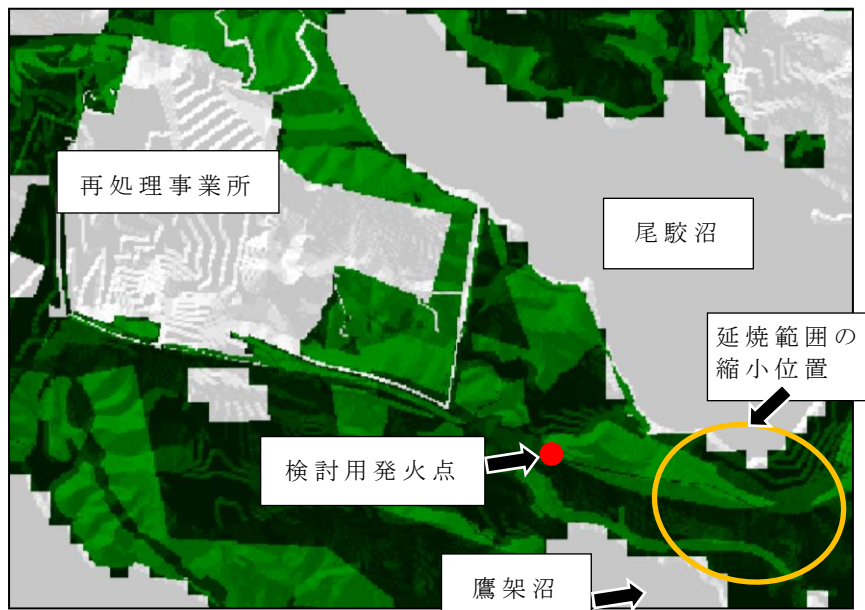
このことから、敷地東側からの発火による森林火災の再処理事業所への影響評価としては、石油備蓄基地の中継ポンプ場及び中継ポンプ場までのアクセス道路沿いを発火点2と設定することで問題ない。

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 <sup>2</sup> )
発火点2	19時30分	14時07分	9128	0.82
検討用発火点	7時40分	14時15分	2138	0.71

※：防火帯から任意の位置（170m）における輻射強度。





第 4 - 5 図 検討用発火点の位置

5. 防火帯の設定について

5. 1 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、輻射強度は発火点3が最大となった。

第5-1表 FARSITEによる結果

項目	内容	算出結果		
		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（防火帯算出に用いる）	1527 kW/m	9128 kW/m	2325 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
受熱面輻射強度	防火帯から任意の位置（170m）における輻射強度（熱影響評価に用いる発火点の選定）	0.53 kW/m <sup>2</sup>	0.82 kW/m <sup>2</sup>	1.4 kW/m <sup>2</sup>

5. 2 防火帯幅の設定について

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「9128 kW/m」であり、外部火災影響評価ガイドを参考として、第5-2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10000 kW/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5-1図に示す。

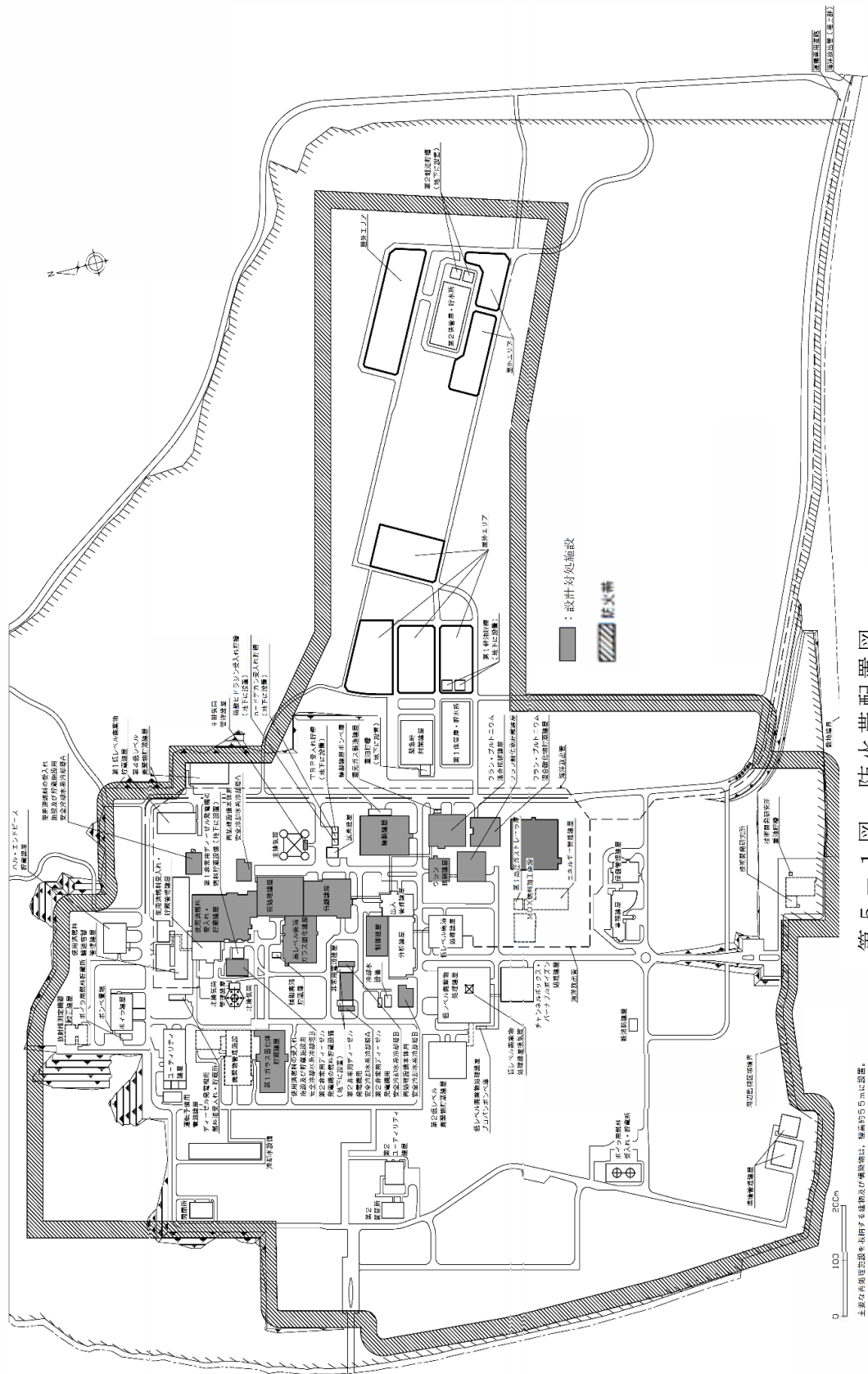
第5-2表 風上に樹林がある場合の火線強度と最小防火帯幅の関係  
(火炎の防火帯突破確率1%)

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

外部火災影響評価ガイドより抜粋



防火帯幅：25m以上を確保



第5-1-1図 防火帯配置図

主要な有界地区を以て防火帯を設け、防火帯の幅は、防火帯の5.0mに設定。

## 6. 輻射強度の算出について

### (1) 輻射強度

F A R S I T Eによる算出により，各火炎上のセルに対し，反応強度，火炎長が得られる。火炎最前線上の任意のセル内の円筒の燃焼半径  $R$  及びセル内の円筒の数  $F$  は次式より求められる。円筒火災モデルを第6-1図に示す。

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

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

$H$  : FARSITE 出力のセルの火炎長 [m]

$R$  : 燃焼半径 [m]

$F$  : セル内の円筒の数

$W$  : セル幅 (10[m])

セル内の円筒  $i$  について離隔距離  $L_i$  (評価対象との距離) から次式より輻射強度を算出する。

$$E = Rf \times \Phi_t$$

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

$$\Phi_t = \sum_{i=1}^F \Phi_i$$

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

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

$L_i$  : 円筒  $i$  の離隔距離 [m]

$\Phi_i$  : 円筒  $i$  の形態係数 [-]

$\Phi_t$  : セル内の円筒の合計 [-]

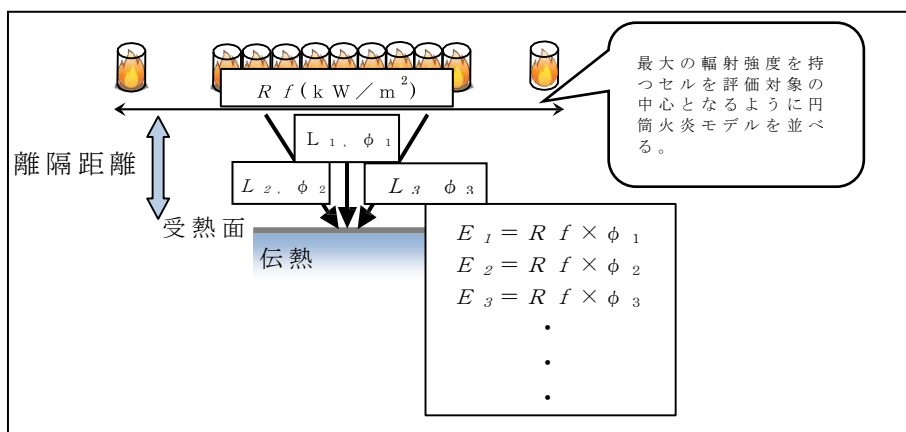
$RCI$  : FARSITE 出力のセルの反応強度 [ $\text{k W/m}^2$ ]

$Rf$  : セルの火炎輻射発散度 [ $\text{k W/m}^2$ ]

$k_{fuel}$  : 植生による反応強度から火炎輻射発散度への低減係数\* [-]

$E$  : セルの評価対象への輻射強度 [ $\text{k W/m}^2$ ]

※反応強度の内の輻射の割合を示す値であり，針葉樹0.377，広葉樹0.35，草地0.35等から保守的に大きい針葉樹林の値0.377を使用する (出典：全米防火協会「The SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」)。詳細は別添1を参照。



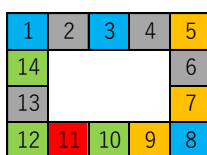
第 6 - 1 図 円筒火炎モデル

(2) セルの並べ方

セル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 6 - 2 図のように放射強度が最も大きいセルを中心に火炎最前線を展開し、一列に並べる。また、火炎が到達しないセルを除外して詰め、セル毎に設計対処施設に与える放射強度を算出する。セル毎に算出した放射強度を総和した結果を別紙に示す。

これらの放射強度及び燃焼時間を用いて、添付書類「外部火災防護における評価方針」に記載の温度評価式及び「外部火災防護における評価条件及び評価結果」に記載の計算条件から温度評価を行う。

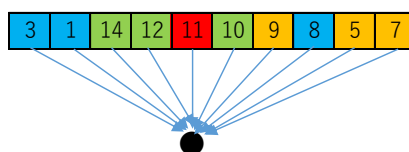
- ① 火災最前線上で最も影響度が大きいセル **11** を抽出する。



- ② **11** を中心に火炎最前線を展開する。



- ③ 未到達セルを除いて詰め、セル毎の放射強度から温度上昇値を算出する。



第 6 - 2 図 展開概念図

令和3年8月27日 RO

別添－1

森林火災の低減係数について

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 火災の低減係数について.....	1
3. 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、火炎輻射強度の算出に当たって用いる火災の低減係数  $k_{fuel}$  の出典について説明する。

## 2. 火災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、反応強度は炎から輻射として放出される熱エネルギーと火炎・煙として対流放散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強度の割合を求め、火炎輻射発散度を算出する。

反応強度、火炎輻射発散度及び火炎対流発散度の関係は、以下のとおりとなる。

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

### (2) 出典について

上記(1)の火炎輻射発散度と火炎対流発散度は、米国防火技術者協会のハンドブック<sup>[1]</sup>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表にて火炎の低減係数  $k_{fuel}$  を算出した。

森林火災の影響評価に当たっては、輻射強度の結果を厳しく考慮するために、針葉樹のうちベイマツの輻射熱の割合を、火炎の  $k_{fuel}$  として0.377を使用している。



第 2 - 1 表 木材の対流熱，輻射熱及び輻射の割合

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**

単位質量当たりの火炎輻射

**Table 3-4.16 Yields of Fire Products and Chemical, Convective, and Radiative Heat for Well-Ventilated Fires<sup>a</sup> (Continued)**

単位質量当たりの火炎対流

Material	$\Delta H_T$ (kJ/g)	$Y_{CO_2}$	$Y_{CO}$	$Y_{CH}$	$Y_S$	$\Delta H_{ch}$	$\Delta H_{conv}$	$\Delta H_{rad}$
		(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) <sup>b</sup>	—	—	—	—	0.015	13.3	—	—
Wool 100% <sup>b</sup>	—	—	—	—	0.008	19.5	—	—

第 2 - 1 図. 米国防火技術者協会のハンドブック<sup>[1]</sup>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	8 / 27	0	
別紙-2	燃料加工建屋の評価書	8 / 27	0	
別紙-3				
別紙-4				
別紙-5				
別紙-6				
別紙-7				
別紙-8				
別紙-9				
別紙-10				
別紙-11				
別紙-12				
別紙-13				
別紙-14				
別紙-15				

令和3年8月27日 RO

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

森林火災が再処理施設の安全冷却水B冷却塔に与える輻射強度を第1-1表に示す。

第1-1表 森林火災が設計対処施設に与える輻射強度

	輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]
再処理施設の安全冷却水B冷却塔	292

令和3年8月27日 RO

別紙－2

燃料加工建屋の評価書

## 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  
森林火災がMOX燃料加工施設の燃料加工建屋に与える輻射強度を第1-1表に示す。

第1-1表 森林火災が設計対処施設に与える輻射強度

	輻射強度 [W/m <sup>2</sup> ]
MOX燃料加工施設の燃料加工建屋	910