

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-018-05 改 05
提出年月日	2023年5月10日

外部火災への配慮に関する説明書に係る補足説明資料

2023年5月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

補足説明資料目次

今回提出範囲：

1. 外部火災の影響を考慮する施設の選定について
 2. 発電所敷地内の火災について
 - 2.1 森林火災について
 - 2.2 外部火災の影響を考慮する施設の許容温度について
 - 2.3 外部火災の影響を考慮する施設の温度評価体系について
 - 2.4 航空機墜落による火災について
 - 2.5 発電所敷地内に設置する変圧器及び水素ガストレーラの配置について
 3. 発電所敷地外の火災・爆発について
 - 3.1 石油コンビナート施設の火災・爆発について
 4. ばい煙及び有毒ガスの影響評価について
 - 4.1 ばい煙による外部火災の影響を考慮する施設への影響
 - 4.2 有毒ガスによる中央制御室居住性への影響
- 別紙1 航空機落下事故に関するデータの最新データについて

2.4 航空機墜落による火災について

(1) 評価対象航空機の選定について

航空機落下確率評価では、評価手法及び対象航空機の大きさの違いを考慮して落下確率を求めている。また、評価に考慮している航空機落下事故については、民間航空機と軍用機（自衛隊機又は米軍機）では、その発生状況が必ずしも同一ではなく、軍用機の中でも、機種によって飛行形態が同一ではないと考えられる。したがって、航空機墜落による火災影響の評価においては、表2-6に示すカテゴリ毎に火災影響を評価する。また、評価対象航空機の選定結果を表2-7に示す。

表 2-6 落下事故のカテゴリの分類

落下事故カテゴリ		分類
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時*1	大型民間航空機 (離着陸時)
	航空路を巡航中*2	大型民間航空機
有視界飛行方式民間航空機		小型民間航空機
		空中給油機等
自衛隊機 又は米軍機	訓練空域外を飛行中*3	その他の機種
		基地-訓練空域間往復時

注記*1：滑走路方向から±60°の範囲に発電所が位置する空港があり、各空港の最大離着陸距離が、発電所から各空港までの距離より大きいため、評価対象とする（図 2-11、図 2-12）。（発電所-出雲空港の距離：約 17km、出雲空港-最大離着陸地点の距離：約 28km、発電所-米子空港の距離：約 22km、米子空港-最大離着陸地点の距離：約 43km）

*2：発電所周辺に存在する航空路と発電所との距離が、それぞれの航空路の幅より短い場合は、評価対象とする（表 2-8、図 2-13）。

*3：発電所上空には自衛隊機又は米軍機の訓練空域はない。

*4：発電所は基地-訓練空域間の往復想定範囲内に入らないため、評価対象外とする。

表 2-7 評価対象航空機の選定結果

分類	航空機	選定理由
大型民間航空機 (離着陸時)	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
大型民間航空機	B747-400	民間の大型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
小型民間航空機	Do228-200	民間の小型航空機の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
空中給油機等	KC-767 (空中給油機)	空中給油機等の中で燃料積載量が最大規模のものを選定
その他の機種	F-15	その他の機種の中で燃料積載量が最大規模のものを選定

INSTRUMENT APPROACH CHART

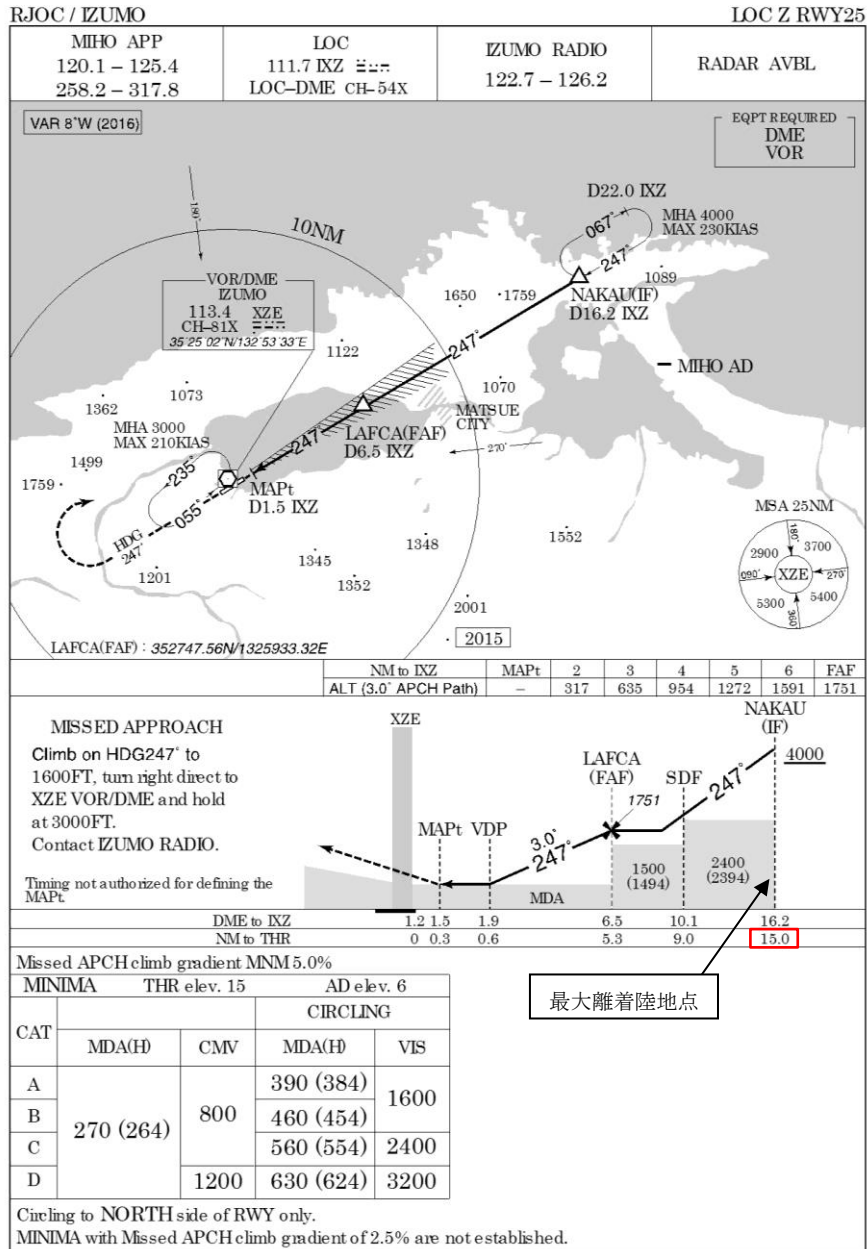
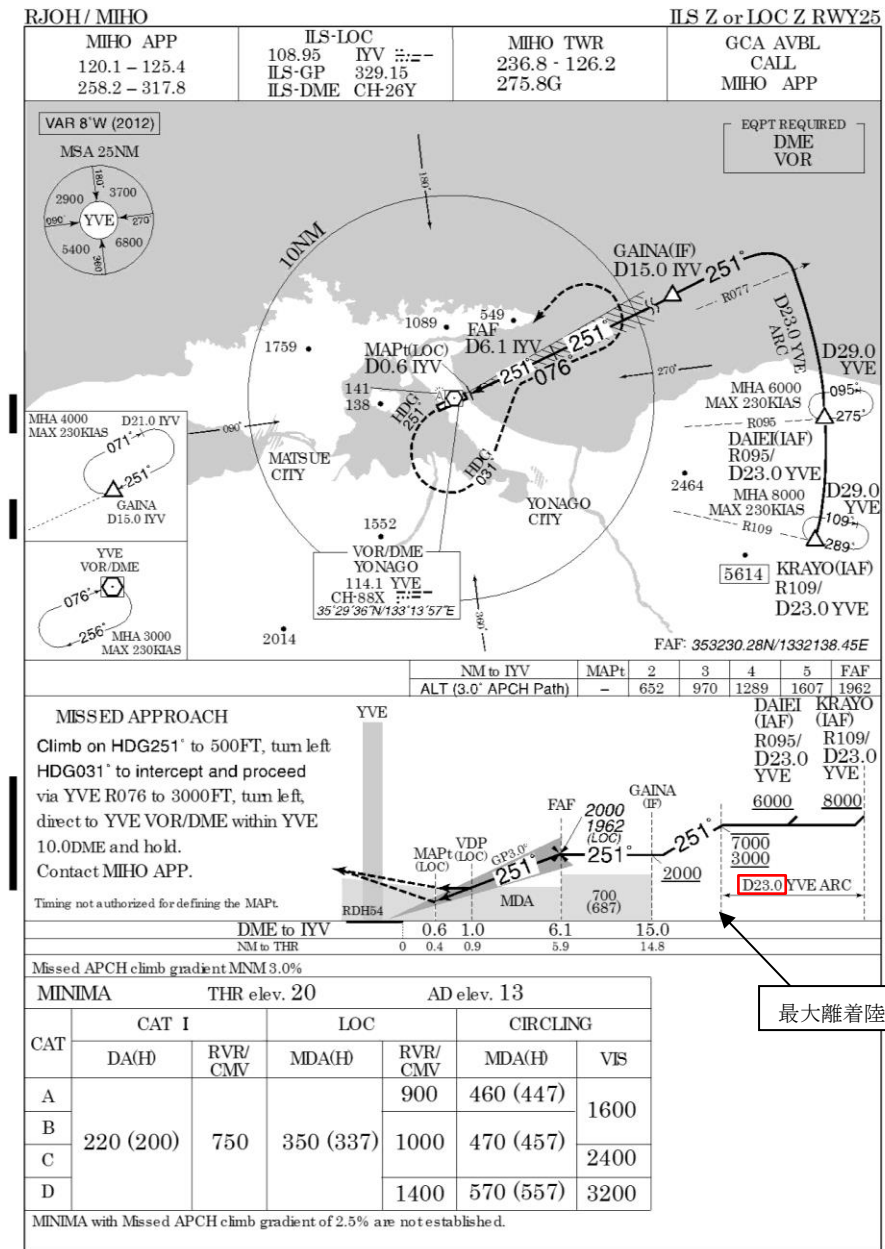


図 2-11 出雲空港の最大離着陸地点

INSTRUMENT APPROACH CHART



「AIP JAPAN」より抜粋

図 2-12 米子空港の最大離着陸地点

表 2-8 島根原子力発電所上空の評価対象航空路等

号機	周辺航空路名称	航空路の中心線と発電所間の距離*1	片側の航空路幅*2	判定	備考
2号機	航空路 V29 (IZUMO(XZE)-DOZEN)	約 3.1km	7 km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Z16 (MIHO(JET)-SPIDR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-DRIPS)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y14 (MIHO(JET)-HALNA)	約 5.9km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y45 (MIHO(JET)-SAKYU)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y45(MIHO(JET)-KYOKA)	約 8.0km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y22 (MIHO(JET)-TRUGA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y18 (MIHO(JET)-RAKDA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-TSUNO)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y38 (MIHO(JET)-STAGE)	約 0.53km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y361 (MIHO(JET)-TONBI)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y39 (MIHO(JET)-YUBAR)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y287 (MIHO(JET)-SOUJA)	約 8.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y206 (MIHO(JET)-YAKMO)	約 1.7km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y597 (MIHO(JET)-PEPOS)	約 3.9km	約 9.3km	対象	図 2-13
	RNAV 経路 Y332 (MIHO(JET)-KAPPA)	約 8.4km	約 9.3km	対象	図 2-13

注記*1：施設と空港の経度，緯度より計測した。

*2：航空路については、「航空路の指定に関する告示」を参照。なお，RNAV 航路については、「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いた。(1NM = 1.852km として換算)

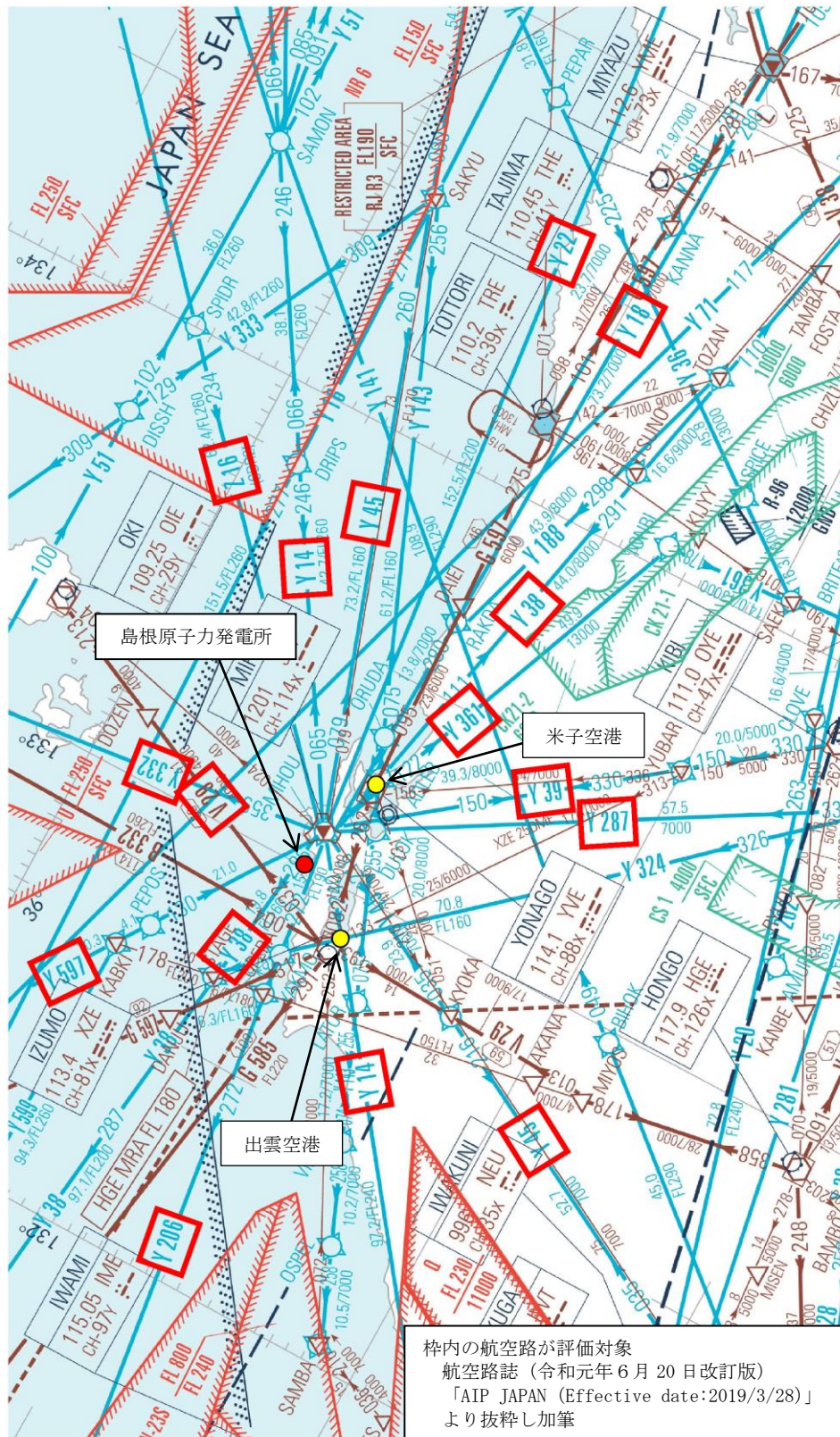


図 2-13 島根原子力発電所周辺の航空図

(2) カテゴリ別の航空機落下の離隔地点の評価

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について(内規)」(平成 21・06・25 原院第 1 号)の航空機落下確率評価式に基づき、各カテゴリの航空機落下確率*が、 10^{-7} (回/炉・年)となる場合の標的面積を算出し、その標的面積に相当する離隔距離を求めた。

評価対象範囲は、発電所敷地内であって落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)以上になる範囲のうち、発電用原子炉施設への影響が最も厳しくなる区域とすることから、島根原子力発電所における航空機落下確率評価の対象航空機を、「大型民間航空機(離着陸時)」、「大型民間航空機」、「小型民間航空機」、「空中給油機等」、「その他の機種」に分類し、それぞれの機種の落下確率の合計が 10^{-7} (回/炉・年)となる標的面積を算出し、その結果から発電用原子炉施設からの離隔距離を以下のとおり算出する。

注記*：航空機落下確率は、「航空機落下事故に関するデータ(平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)に基づき算定している。

なお、参考として最新のデータである「航空機落下事故に関するデータ(平成 13~令和 2 年)」(令和 5 年 3 月 原子力規制庁)に基づき航空機落下確率を算定した場合の影響を別紙 1 で確認する。

a. 標的面積

(a) 大型民間航空機（離着陸時）の標的面積の算出（表 2-9）

飛行場での離着陸時における落下事故

$$Pd, a = fd, a \cdot Nd, a \cdot A \cdot \phi d, a (r, \theta)$$

Pd, a : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率（回/年）

Nd, a : 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数（離着陸回/年）

A : 発電用原子炉施設の標的面積

（落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積）（ km^2 ）

$\phi d, a (r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数（/ km^2 ）

$fd, a = Dd, a / Ed, a$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率（回/離着陸回）

Dd, a : 国内での離着陸時事故件数（回）

Ed, a : 国内での離着陸回数（離着陸回）

表 2-9 計器飛行方式民間航空機の落下確率（飛行場での離着陸時）

パラメータ	2号機	
	出雲空港	米子空港
飛行場	出雲空港	米子空港
発電所からの距離	約17km	約22km
滑走路方向に対する角度	約26°	約42°
最大離着陸距離*1	約28km (約15NM)	約43km (約23NM)
Nd, a^{*2}	13, 672	6, 156
A^{*3}	0. 02459	
$\phi d, a (r, \theta)$	$7. 02 \times 10^{-4}$	$2. 63 \times 10^{-4}$
fd, a^{*4}	$2/37, 233, 228 = 5. 37 \times 10^{-8}$	
Pd, a	$1. 49 \times 10^{-8}$	

注記*1 : A I P J A P A N のアプローチチャートにより求めた。

*2 : 「令和元年（平成 31 年）空港管理状況調書」（国土交通省）にある飛行場別着陸回数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とする。

*3 : 離着陸時の標的面積は 2 号機の原子炉建物、制御室建物等の投影面積の合計値 $0. 02459\text{km}^2$ とする。

*4 : 「航空機落下事故に関するデータ（平成 11～30 年）」（令和 3 年 2 月 原子力規制庁）の計器飛行方式民間航空機の離着陸時事故件数を用いて算出する。離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ（平成 11～30 年）」（令和 3 年 2 月 原子力規制庁）の値

以上より、大型民間航空機（離着陸時）の落下確率 Pd, a が 10^{-7} (回/炉・年) となる標的面積 A_I を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_I = 10^{-7} (\text{回/炉} \cdot \text{年}) / 1. 49 \times 10^{-8} / 0. 02459 = 0. 165 (\text{km}^2)$$

(b) 大型民間航空機及び小型民間航空機の標的面積の算出

イ. 大型民間航空機 (表2-10, 表2-11)

①航空路を巡航中の落下事故

$$P_c = f_c \cdot N_c \cdot A / W$$

P_c : 対象施設への巡航中の航空機落下確率 (回/年)

N_c : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

W : 航空路幅 (km)

$f_c = G_c / H_c$: 単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率

(回 / (飛行回 · km))

G_c : 巡航中事故件数 (回)

H_c : 延べ飛行距離 (飛行回 · km)

表2-10 計器飛行方式大型民間航空機の落下確率 (航空路を巡航中)

号機 パラメータ	2号機	
対象航空路*1	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
N_c *2	365 (H30年データ)	186, 880 (H30年データ)
A *3	0.01917	
W *4	14	18.52
f_c *5	0.5/11, 570, 450, 753 = 4.32×10^{-11}	
P_c	8.39×10^{-9}	

注記*1: A I P J A P A Nにより確認

*2: 国土交通省航空局への問い合わせ結果 (ピークデイの値) を 365 倍した値

*3: 標的面積は2号機の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 とする。

*4: 航空路については, 「航空路の指定に関する告示」を参照。なお, RNAV 航路については, 「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いる。(1NM = 1.852km として換算)

*5: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁) の計器飛行方式民間航空機の巡航中事故件数を用いて算出する。巡航中事故件数は, 平成 11 年から平成 30 年の間で 0 件のため, 保守的に 0.5 件とする。延べ飛行距離は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁) の値

②有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot \alpha$$

P_V : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_V : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_V : 全国土面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

α : 対象航空機の種類による係数

表 2-11 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	号機	
	2号機	
航空機種類	大型 固定翼機	大型 回転翼機
f_V^{*1}	0.5/20=0.025	2/20=0.1
S_V^{*2}	372,969	
A^{*3}	0.01917	
α^{*4}	1	
P_V	6.43×10^{-9}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)の
有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。大型固定翼機は、平成 11
年から平成 30 年の間で 0 件のため、保守的に 0.5 件とする。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)
の値を用いる。

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km²とす
る。

*4: 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より、大型民間航空機の落下確率 $P_C + P_V$ が 10^{-7} (回/炉・年)となる標的
面積 A_2 を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_2 = 10^{-7} \text{ (回/炉・年)} / (8.39 \times 10^{-9} + 6.43 \times 10^{-9}) / 0.01917$$

$$= 0.129 \text{ (km}^2\text{)}$$

ロ. 小型民間航空機 (表2-12)

有視界飛行方式民間航空機の墜落事故

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot \alpha$$

P_V : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

f_V : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_V : 全国土面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

α : 対象航空機の種類による係数

表 2-12 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	号機	
	2号機	
航空機種類	小型 固定翼機	小型 回転翼機
f_V^{*1}	24/20=1.20	18/20=0.90
S_V^{*2}	372,969	
A^{*3}	0.01917	
α^{*4}	0.1	
P_V	1.08×10^{-8}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)の
有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)
による。

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 とす
る。

*4: 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より, 小型民間航空機の落下確率 P_V が 10^{-7} (回/炉・年) となる標的面積
 A_s を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_s = 10^{-7} \text{ (回/炉・年)} / 1.08 \times 10^{-8} / 0.01917 = 0.177 \text{ (km}^2\text{)}$$

(c) 自衛隊機及び米軍機の標的面積の算出

イ. 空中給油機等 (表2-13)

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

表 2-13 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (空中給油機等)

パラメータ	2号機	
	号機	
航空機種類	空中給油機等	
f_{so}^{*1}	自衛隊機 : 0.5/20=0.025	米軍機 : 1/20=0.05
S_o^{*2}	自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472
A^{*3}	0.01917	
P_{so}	4.20×10^{-9}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」 (令和 3 年 2 月 原子力規制庁) の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。自衛隊機は、平成 11 年から平成 30 年の間で 0 件であるが、保守的に 0.5 件とする。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」 (令和 3 年 2 月 原子力規制庁) による。

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 とする。

以上より、空中給油機等の落下確率 P_{so} が 10^{-7} (回/炉・年) となる標的面積 A_4 を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_4 = 10^{-7} \text{ (回/炉・年)} / 4.20 \times 10^{-9} / 0.01917 = 0.456 \text{ (km}^2\text{)}$$

ロ. その他の機種 (表2-14)

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km^2)

A : 原子炉施設の標的面積 (km^2)

表2-14 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (その他の機種)

パラメータ	2号機	
航空機種類	その他の機種	
f_{so}^{*1}	自衛隊機 : 10/20=0.50	米軍機 : 3/20=0.15
S_o^{*2}	自衛隊機 : 294,881	米軍機 : 372,472
A^{*3}	0.01917	
P_{so}	4.03×10^{-8}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。ただし、平成 30 年 2 月 5 日に目達原駐屯地から南に約 4km で発生した AH-64D 航空事故について、「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)では「基地-訓練空域間往復時」の落下事故として選定されているが、当該事故は定期整備後の整備試験飛行空域との往復時に発生した事故であるため、「訓練空域外を飛行中 (その他の機種)」の落下事故としてカウントした。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 11~30 年)」(令和 3 年 2 月 原子力規制庁)による。

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km^2 とする。

以上より、その他の機種の落下確率 P_{so} が 10^{-7} (回/炉・年) となる標的面積 A_5 を計算すると以下のとおりとなる。

$$A_5 = 10^{-7} \text{ (回/炉・年)} / 4.03 \times 10^{-8} / 0.01917 = 0.047 \text{ (km}^2\text{)}$$

b. 外部火災の影響を考慮する施設から航空機落下位置までの距離

「a. 標的面積」で求めたそれぞれの面積が、図 2-14 に示す範囲になるように算出した発電用原子炉施設（原子炉建物及び制御室建物等）外壁面から標的面積外周部までの距離 L (m) とし、離隔距離 L を算出した結果を表 2-15 に示す。

また、外部火災の影響を考慮する施設から航空機落下位置までの位置関係を図 2-15 に示す。

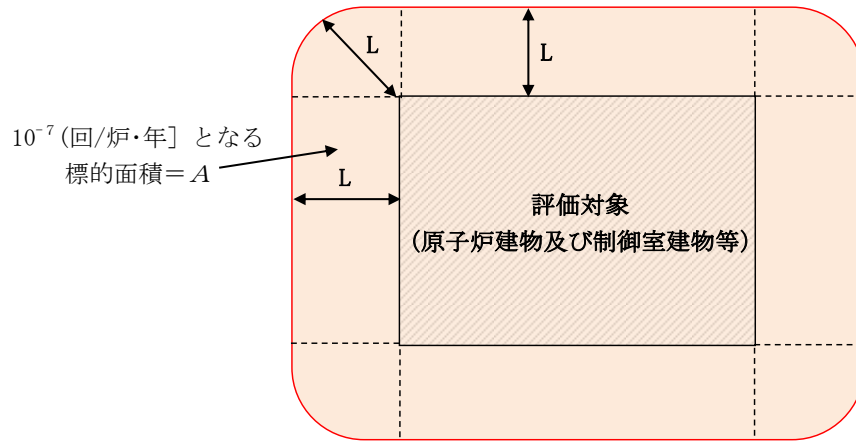


図 2-14 標的面積の考え方

表 2-15 外部火災の影響を考慮する施設から航空機落下位置までの距離

項目	大型 民間航空機 (離着陸時)	大型 民間航空機	小型 民間航空機	自衛隊機又は米軍機	
				空中給油機等	その他の機種
対象航空機	B747-400	B747-400	Do228-200	KC-767	F-15
離隔距離 L [m]	134	108	142	284	32

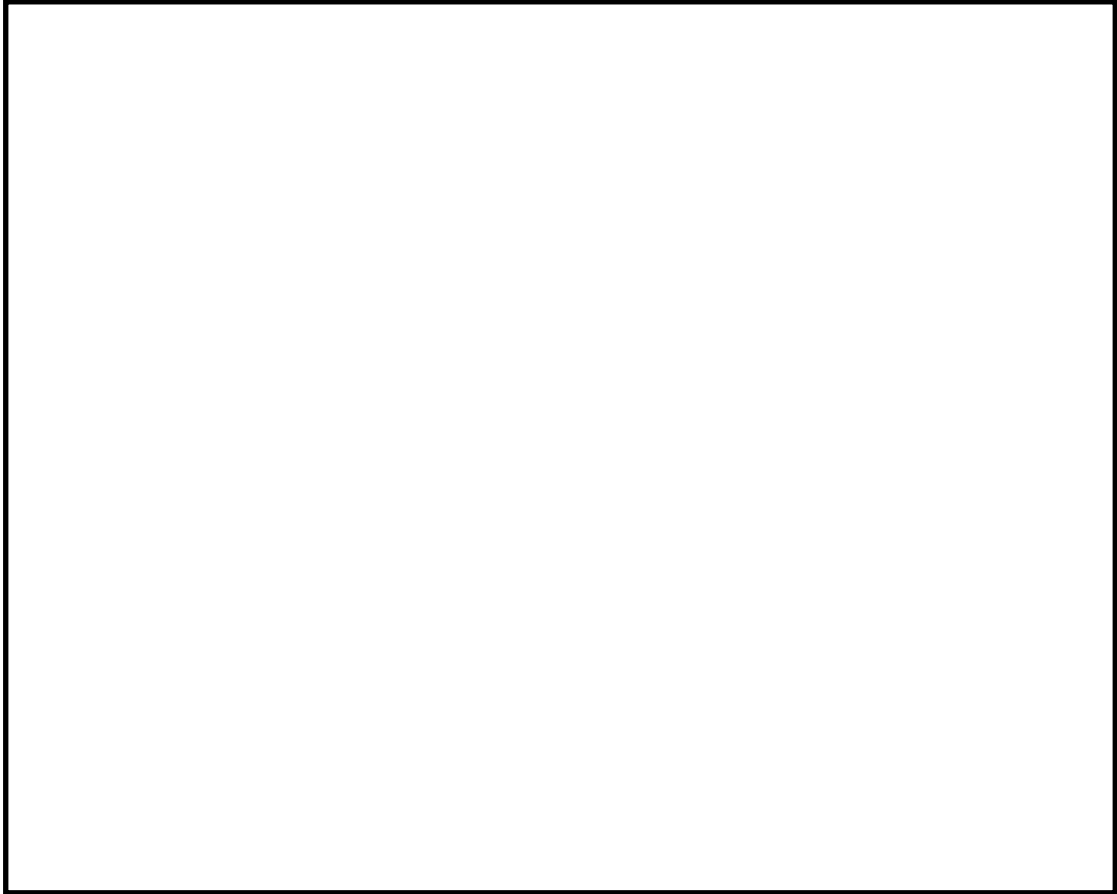


図 2-15 外部火災の影響を考慮する施設から航空機落下位置までの位置関係

航空機落下事故に関するデータの最新データについて

1. はじめに

発電所敷地内への航空機墜落による火災の評価については、設置（変更）許可申請時及び工事計画認可申請時の最新データである「航空機落下事故に関するデータ（平成 11～30 年）」（令和 3 年 2 月 原子力規制庁）に基づく航空機の落下確率より評価対象からの離隔距離を算出し、熱影響評価を実施している。

今般、「航空機落下事故に関するデータ（平成 13～令和 2 年）」（令和 5 年 3 月 原子力規制庁）が取りまとめられたことを受け、その影響について確認することとする。

2. 航空機落下事故のデータ更新による影響

「航空機落下事故に関するデータ（平成 13～令和 2 年）」（令和 5 年 3 月 原子力規制庁）では、平成 13 年 1 月～令和 2 年 12 月までの航空機落下事故データ、運航実績データ及び訓練空域面積データが更新されている。このため、更新されたデータに基づき、各カテゴリの航空機落下確率について評価する。

また、各カテゴリのうち航空機落下確率が厳しくなっているカテゴリについては、更新されたデータに基づき、熱影響について評価する。

なお、影響評価の手法は「2.4 航空機墜落による火災について」と考え方は同様である。

3. 航空機落下確率の算出

(1) 大型民間航空機（離着陸時）の航空機落下確率の算出

飛行場での離着陸時における落下事故

$$Pd, a = fd, a \cdot Nd, a \cdot A \cdot \phi d, a (r, \theta)$$

Pd, a : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

Nd, a : 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

A : 発電用原子炉施設の標的面積

(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km^2)

$\phi d, a (r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 ($/\text{km}^2$)

$fd, a = Dd, a / Ed, a$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)

Dd, a : 国内での離着陸時事故件数 (回)

Ed, a : 国内での離着陸回数 (離着陸回)

表1 計器飛行方式民間航空機の落下確率 (飛行場での離着陸時)

パラメータ	号機	
	2号機	
飛行場	出雲空港	米子空港
発電所からの距離	約17km	約22km
滑走路方向に対する角度	約26°	約42°
最大離着陸距離*1	約28km (約15NM)	約43km (約23NM)
Nd, a^{*2}	13,672	6,156
A^{*3}	0.02459	
$\phi d, a (r, \theta)$	7.02×10^{-4}	2.63×10^{-4}
fd, a^{*4}	$2/37,956,682 = 5.27 \times 10^{-8}$	
Pd, a	1.46×10^{-8}	

注記*1: A I P J A P A Nのアプローチチャートにより求めた。

*2: 「令和元年 (平成 31 年) 空港管理状況調書」(国土交通省)にある飛行場別着陸回数を離着陸回数とし、その和を飛行場別離着陸回数とする。

*3: 離着陸時の標的面積は2号機の原子炉建物、制御室建物等の投影面積の合計値 0.02459km^2 とする。

*4: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」(令和 5 年 3 月 原子力規制庁)の計器飛行方式民間航空機の離着陸時事故件数を用いて算出する。離着陸回数は、「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」(令和 5 年 3 月 原子力規制庁)の値

以上より、大型民間航空機 (離着陸時) の落下確率は、 1.46×10^{-8} (回/炉・年)となる。

(2) 大型民間航空機及び小型民間航空機の航空機落下確率の算出

a. 大型民間航空機

①航空路を巡航中の落下事故

$$Pd, a = fd, a \cdot Nd, a \cdot A \cdot \phi d, a (r, \theta)$$

Pd, a : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

Nd, a : 当該飛行場での対象航空機の年間離着陸回数 (離着陸回/年)

A : 発電用原子炉施設の標的面積

(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積) (km²)

$\phi d, a (r, \theta)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (/km²)

$fd, a = Dd, a / Ed, a$: 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回)

Dd, a : 国内での離着陸時事故件数 (回)

Ed, a : 国内での離着陸回数 (離着陸回)

表2 計器飛行方式大型民間航空機の落下確率 (航空路を巡航中)

号機 パラメータ	2号機	
対象航空路*1	V29	Z16, Y14, Y45, Y22, Y18, Y38, Y361, Y39, Y287, Y206, Y597, Y332
Nc^{*2}	365 (H30年データ)	186, 880 (H30年データ)
A^{*3}	0.01917	
W^{*4}	14	18.52
fc^{*5}	0.5/11,814,093,990 = 4.23 × 10 ⁻¹¹	
Pc	8.21 × 10 ⁻⁹	

注記*1: A I P J A P A Nにより確認

*2: 国土交通省航空局への問い合わせ結果 (ピークデイの値) を 365 倍した値

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。

*4: 航空路については, 「航空路の指定に関する告示」を参照。なお, RNAV 航路については, 「飛行方式設定基準」に基づく航法精度を航空路の幅とみなして用いる。(1NM= 1.852km として換算)

*5: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」(令和 5 年 3 月 原子力規制庁) の計器飛行方式民間航空機の巡航中事故件数を用いて算出する。巡航中事故件数は, 平成 13 年から令和 2 年の間で 0 件のため, 保守的に 0.5 件とする。延べ飛行距離は, 「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」(令和 5 年 3 月 原子力規制庁) の値

②有視界飛行方式民間航空機の落下事故

$$P_v = (f_v / S_v) \cdot A \cdot \alpha$$

P_v : 対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_v : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_v : 全国土面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

α : 対象航空機の種類による係数

表3 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	号機	
	大型 固定翼機	大型 回転翼機
f_v^{*1}	0.5/20=0.025	1/20=0.05
S_v^{*2}	372,973	
A^{*3}	0.01917	
α^{*4}	1	
P_v	3.86×10^{-9}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。大型固定翼機は、平成13年から令和2年間で0件のため、保守的に0.5件とする。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) の値を用いる。

*3: 標的面積は2号機の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値0.01917 km²とする。

*4: 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より、大型民間航空機の落下確率は、

$$8.21 \times 10^{-9} + 3.86 \times 10^{-9} = 1.21 \times 10^{-8} \text{ (回/炉・年) となる。}$$

b. 小型民間航空機

有視界飛行方式民間航空機の墜落事故

$$P_V = (f_V / S_V) \cdot A \cdot \alpha$$

P_V : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

f_V : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_V : 全国土面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

α : 対象航空機の種類による係数

表 4 有視界飛行方式民間航空機の落下確率

パラメータ	号機	
	2号機	
航空機種類	小型 固定翼機	小型 回転翼機
f_V^{*1}	22/20=1.10	17/20=0.85
S_V^{*2}	372,973	
A^{*3}	0.01917	
α^{*4}	0.1	
P_V	1.01×10^{-8}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」 (令和 5 年 3 月 原子力規制庁) の有視界飛行方式民間航空機の事故件数を用いて算出する。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成 13~令和 2 年)」 (令和 5 年 3 月 原子力規制庁) による。

*3: 標的面積は 2 号機の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。

*4: 「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」の値を用いる。

以上より, 小型民間航空機の落下確率は, 1.01×10^{-8} (回/炉・年) となる。

(3) 自衛隊機及び米軍機の航空機落下確率の算出

a. 空中給油機等

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

表5 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (空中給油機等)

パラメータ	2号機	
航空機種類	空中給油機等	
f_{so}^{*1}	自衛隊機 : 0.5/20=0.025	米軍機 : 1/20=0.05
S_o^{*2}	自衛隊機 : 294,779	米軍機 : 372,464
A^{*3}	0.01917	
P_{so}	4.20×10^{-9}	

注記*1: 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。自衛隊機は、平成13年から令和2年間で0件であるが、保守的に0.5件とする。

*2: 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) による。

*3: 標的面積は2号機の原子炉建物、制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。

以上より、空中給油機等の落下確率は、 4.20×10^{-9} (回/炉・年)となる。

b. その他の機種

島根原子力発電所上空には訓練空域がないため、自衛隊機又は米軍機の落下確率 P_{so} を求める式は、以下のとおりとなる。

$$P_{so} = (f_{so} / S_o) \cdot A$$

P_{so} : 訓練空域外での対象施設への航空機落下確率 (回/年)

f_{so} : 単位年当たりの落下事故率 (回/年)

S_o : 全国土面積から訓練空域の面積を除いた面積 (km²)

A : 原子炉施設の標的面積 (km²)

表6 自衛隊機及び米軍機の落下確率 (その他の機種)

パラメータ	2号機	
航空機種類	その他の機種	
f_{so}^{*1}	自衛隊機 : 15/20=0.75	米軍機 : 3/20=0.15
S_o^{*2}	自衛隊機 : 294,779	米軍機 : 372,464
A^{*3}	0.01917	
P_{so}	5.65 × 10 ⁻⁸	

注記*1 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出する。

*2 : 「航空機落下事故に関するデータ (平成13～令和2年)」(令和5年3月 原子力規制庁) による。

*3 : 標的面積は2号機の原子炉建物, 制御室建物等の水平面積の合計値 0.01917 km² とする。

以上より, その他の機種の落下確率は, 5.65 × 10⁻⁸ (回/炉・年) となる。

(4) 各カテゴリにおける航空機落下確率の算出結果

(1)～(3)で求めた航空機落下確率の算出結果を以下に示す。

表7 各カテゴリにおける航空機落下確率の算出結果

カテゴリ		航空機落下確率	
		【最新データ】 (令和5年3月)	【工事計画認可 申請時データ】 (令和3年2月)
計器飛行方式 民間航空機	飛行場での離着陸時	1.46×10^{-8}	1.49×10^{-8}
	大型民間航空機	1.21×10^{-8}	1.49×10^{-8}
有視界飛行方式 民間航空機	小型民間航空機	1.01×10^{-8}	1.08×10^{-8}
	自衛隊機 及び米軍機	空中給油機等	4.20×10^{-9}
	その他の機種	5.65×10^{-8}	4.03×10^{-8}

その他の機種以外のカテゴリにおいては、令和5年3月版データによる航空機落下確率は令和3年2月版データによる航空機落下確率と比べて同等以下であることから、令和5年3月版データによる熱影響評価は令和3年2月版データによる熱影響評価に包含されることを確認した。

その他の機種のカテゴリにおいては、令和5年3月版データによる航空機落下確率は令和3年2月版データによる航空機落下確率と比べて上がっていることから、令和5年3月版データによる熱影響評価を実施する。

4. 航空機墜落による火災の評価について

(1) 評価方針

外部火災への配慮に関する説明書の「2.1.4(1)評価方針」と同様の方針として、最も厳しい条件である重畳火災での熱影響評価を実施するため、敷地内の危険物タンクの火災と航空機墜落による火災を想定する。

火災源として、航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)以上となる範囲に航空機墜落による火災によって発火する可能性のある危険物タンクはないが、評価結果が最も厳しくなるガスタービン発電機用軽油タンク及び航空機落下確率が 10^{-7} (回/炉・年)となる位置で外部火災の影響を考慮する施設の温度を算出し、許容温度を満足することを確認する。

(2) 評価条件

外部火災への配慮に関する説明書の「2.1.4(2)評価条件」と同じである

(3) 計算方法

外部火災への配慮に関する説明書の「2.1.4(3)計算方法」と同じである。

(4) 評価結果

航空機（その他の機種（F-15））墜落による外部火災の影響を考慮する施設との離隔距離の評価結果を表8に、外部火災の影響を考慮する施設と危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）及び航空機落下位置の関係を図1に示す。

また、発電所敷地内の危険物タンク（ガスタービン発電機用軽油タンク）の火災と航空機（その他の機種（F-15））墜落による重畳火災時の温度評価結果を表9に示す。

表8 離隔距離の評価結果

(単位：m)

対象航空機	離隔距離
その他の機種 (F-15)	17

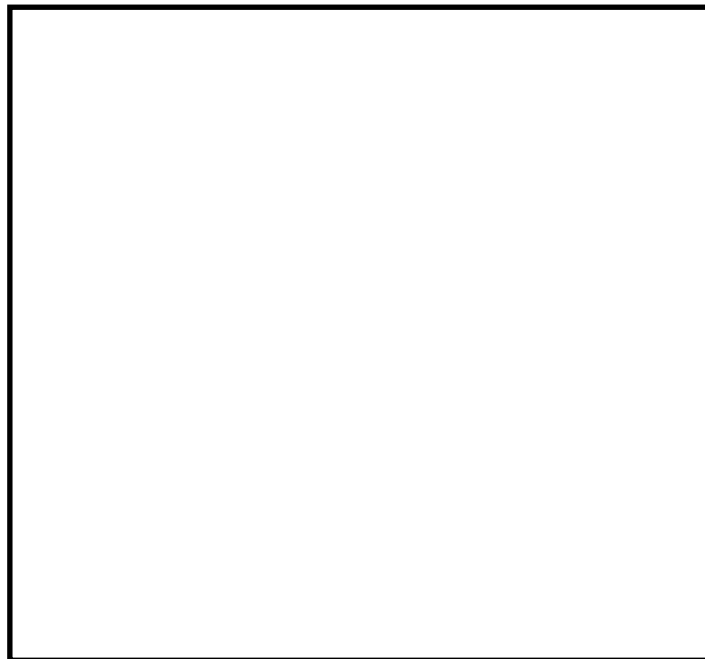


図1 外部火災の影響を考慮する施設と航空機墜落による重畳火災の位置関係及び離隔距離

表9 重畳火災時の温度評価結果

(単位：℃)

	建物 (許容温度200℃)	海水ポンプ (許容温度55℃)	排気筒 (許容温度 325℃)
ガスタービン発電機用 軽油タンク 及びその他の機種 (F-15)	176	49	179

以上の結果から、令和5年3月版データに基づく航空機落下確率を考慮した航空機墜落による火災が発生した場合を想定したとしても、評価対象施設の温度が許容温度を超えないことから、発電用原子炉施設に熱影響を及ぼすことはないと評価する。