本資料のうち，枠囲みの内容は営業秘密又は防護上の観点から公開できません。

東海第二発電所　工事計画審査資料	
資 料 番 号	補足-50　改 0

工事計画に係る補足説明資料

補足-50【耐震設計上重要な設備を設置する施設に対する自然現象等への配慮に関する説明書】

平成 30 年 10 月

日本原子力発電株式会社

添付書類に係る補足説明資料

「発電用原子炉施設に対する自然現象等の損傷の防止に関する説明書」に係る添付書類の記載内容を補足するための説明資料を以下に示す。

工認添付書類	補足説明資料	
V-1-1-2-1 発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する説明書	補足-50-1	発電用原子炉施設に対する自然現象等の損傷の防止に関する説明書

補足-50-1【発電用原子炉施設に対する自然現象等の損傷の防止に関する説明書】

補足説明資料目次

1.　積雪荷重について

2.　航空機落下確率評価について

3.　建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方について

4.　降水について

1.　積雪荷重について

1.　積雪荷重について

1.1　設計に用いる積雪深について

東海第二発電所の設計には，設置（変更）許可申請に記載のとおり，建築基準法に基づき統計的手法により算出された東海村の垂直積雪量 30 cm を用いている。

観測記録（1897 年～2012 年）における積雪の深さの最大値 32 cm は，最寄りの気象官署である水戸地方気象台によるものであるが，積雪の深さは立地地点の地形的要因（標高，海率等）が大きく影響するため，建築基準法では，各地の統計データを元にした地域ごとの 50 年再現期待値（1 年間の発生確率が 2 %となる積雪深）を設計に用いる積雪深（垂直積雪量）としている。

なお，東海村の垂直積雪量 30 cm は，平成 12 年建設省告示第 1455 号に定められた基準により，観測記録や地形的要因等を考慮して茨城県が区域（市町村）ごとにその数値を算出したものであるが，この基準は全国 423 地点の積雪深の統計データを元に地域ごとの垂直積雪量の算出方法を定めており，この統計データには水戸地方気象台の観測記録における積雪の深さの最大値 32 cm も考慮されている。

1.2　積雪荷重に係る記載について

設置（変更）許可，工事計画認可申請における，設計に用いる積雪荷重に係る記載を表 1-1 に示す。

表 1-1　設置（変更）許可，工事計画認可申請における，設計に用いる積雪荷重に係る記載

	設置（変更）許可 本文	設置（変更）許可 添付八	設置（変更）許可 審査まとめ資料	工事計画認可申請書 基本設計方針（第７条）	工事計画認可申請書 Ｖ-1-1-2-1-1	工事計画認可申請書 強度・耐震計算における荷重計算
積雪	安全施設は，設計基準積雪深による荷重及び閉塞に対し，安全施設及び安全施設を内包する建屋の構造健全性の確保若しくは積雪による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間で修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることで，その安全機能を損なわない設計とする。	建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく茨城県建築基準法等施行細則によると，建築物を設計する際に要求される基準積雪量は，東海村においては 30cm である。 安全施設は，建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく茨城県建築基準法等施行細則を参照し，設計基準積雪量（30cm）の積雪が発生した場合においても，安全機能を損なわない設計とする。 その上で，外部事象防護対象施設は，設計基準積雪量（30cm）の積雪荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。また，設計基準積雪量（30cm）に対し給排気口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。 また，上記以外の安全施設については，積雪に対して機能を維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，安全機能を損なわない設計とする。 なお，水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば，月最深積雪は 32cm（1945 年 2 月 26 日）である。設計基準を上回るような積雪事象は，気象予報により事前に予測が可能であり，進展も緩やかであるため，建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排気口の閉塞防止，構内道路の除雪を行うことでプラント運営に支障をきたさない措置が可能である。	建築基準法及び同施行令第 86 条第 3 項に基づく茨城県建築基準法等施行細則によると，建築物を設計する際に要求される基準積雪量は，東海村においては 30cm である。 東海村については，気象庁の地域気象観測システム（アメダス）が設置されていないため，気象庁の気象統計情報に観測記録はない。 設計基準積雪深は，建築基準法施行令にて定められた東海村の基準積雪量である 30cm とする。 安全施設は，設計基準積雪量（30cm）の積雪が発生した場合においても，安全機能を損なわない設計とする。 その上で，外部事象防護対象施設は，設計基準積雪量（30cm）の積雪荷重に対し機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とする。また，設計基準積雪量（30cm）に対し給排気口を閉塞させないことにより安全機能を損なわない設計とする。 なお，最寄りの気象官署である水戸地方気象台の観測記録によると，水戸市の積雪の観測記録史上 1 位の月最深積雪は 32cm である。設計基準を上回るような積雪事象は，気象予報により事前に予測が可能であり，進展も緩やかであるため，建屋屋上等の除雪を行うことで積雪荷重の低減及び給排気口の閉塞防止，構内道路の除雪を行うことでプラント運営に支障をきたさない措置が可能である。 また，上記以外の安全施設については，積雪に対して機能を維持すること若しくは積雪による損傷を考慮して，代替設備により必要な機能を確保すること，安全上支障のない期間での修復等の対応を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，安全機能を損なわない設計とする。	外部事象防護対象施設は、積雪荷重を建築基準法に基づき設定し、積雪による荷重及び閉塞に対して外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋の構造健全性を確保することで，外部事象防護対象施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。	水戸地方気象台での観測記録（1897 年～2012 年）によれば，月最深積雪は 32 cm（1945 年 2 月 26 日）であり，この観測記録を考慮して統計的に算出された建築基準法に基づく垂直積雪量を用いて積雪荷重を設定し，外部事象防護対象施設の安全性を損なうおそれがない設計とする。 積雪に対する設計は，同様な堆積荷重の影響を考慮する火山事象に対する設計の中で確認する。	（積雪荷重：－） ＊火山による荷重の評価に包絡されるため，雪単体での評価は実施していない。
火山＋積雪	（記載なし）	自然現象の組合せについては，発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）として抽出された 11 事象をもとに，被害が考えられない洪水及び津波に包含される高潮を除いた 9 事象に地震及び津波を加えた 11 事象を，網羅的に検討する。 ・組み合わせた場合も影響が増長しない（影響が小さくなるものを含む） ・同時に発生する可能性が極めて低い	耐火山設計：降下火砕物堆積荷重*1＋風荷重*2＋積雪荷重*3 *1：堆積量 50cm，降下火砕物密度 1.5g/cm^{3}から算出。 *2：建設省告示第 1454 号に定められた基準風速 30m/s から算出。 *3：東海村における垂直積雪量 30cm。但し，建築基準法施行令を準拠する場合は，係数 0.35 を考慮することが可能。	地震及び津波を含む自然現象の組合せについて，火山については積雪と風（台風），基準地震動Ｓ$_s$については積雪，基準津波については弾性設計用地震動Ｓ$_d$と積雪の荷重を，施設の形状，配置に応じて考慮する。	発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため，本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが，原子力発電施設の重要性を鑑み，積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。	積雪荷重：30 cm，係数：0.35

<table>
<tr><th></th><th>設置（変更）
許可
本文</th><th>設置（変更）許可
添付八</th><th>設置（変更）許可
審査まとめ資料</th><th>工事計画認可申請書
基本設計方針（第７条）</th><th>工事計画認可申請書
Ⅴ-1-1-2-1-1</th><th>工事計画認可申請書
強度・耐震計算における荷重計算</th></tr>
<tr><td>地震(S_s)＋積雪</td><td>（記載なし）</td><td rowspan="2">・増長する影響について，個々の事象の検討で包絡されている又は個々の事象の設計余裕に包絡されている
・上記以外で影響が増長する
以上の観点より，事象が単独で発生した場合の影響と比較して，複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し，その中から荷重の大きさ等の観点で代表性のある，地震，津波，火山の影響，風（台風）及び積雪の組合せの影響に対し，安全施設は安全機能を損なわない設計とする。組み合わせる事象の規模については，設計基準規模事象同士の組合せを想定する。</td><td>耐震設計：
基準地震動（S_s）による地震力＋風荷重*1
基準地震動（S_s）による地震力＋積雪荷重*2
*1：建設省告示第 1454 号に定められた基準風速 30m/s から算出。
*2：東海村における垂直積雪量 30cm。但し，建築基準法施行令を準拠する場合は，係数 0.35 を考慮することが可能。</td><td rowspan="2">地震，津波と風（台風）の組合せについても，風荷重の影響が大きいと考えられるような構造や形状の施設については，組合せを考慮する。
組み合わせる積雪深，風速の大きさはそれぞれ建築基準法を準用して垂直積雪量 30cm，基準風速 30m/s とし，組み合わせる積雪深については，建築基準法に定められた平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。</td><td>発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため，本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが，原子力発電施設の重要性を鑑み，積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せを適用して「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。</td><td>（建屋）
積雪荷重：30 cm，係数：0.35
（屋外タンク）
積雪荷重：30 cm，係数：0.35
（津波監視カメラ，潮位計）
積雪荷重：30 cm，係数：0.35</td></tr>
<tr><td>基準津波＋地震(S_d)＋積雪</td><td>（記載なし）</td><td>耐津波設計：
基準津波の波力＋基準津波の波源を震源とする余震による地震力（S_d）＋風荷重*1
基準津波の波力＋基準津波の波源を震源とする余震による地震力（S_d）＋積雪荷重*2
*1：建設省告示第 1454 号に定められた基準風速 30m/s から算出。
*2：東海村における垂直積雪量 30cm。但し，建築基準法施行令を準拠する場合は，係数 0.35 を考慮することが可能。</td><td>発電所が立地する東海村は多雪区域ではないため，本来建築基準法に積雪荷重と他の荷重の組合せは定められていないが，原子力発電施設の重要性を鑑み，積雪荷重は建築基準法の多雪区域における積雪荷重と地震荷重の組合せと同様に「茨城県建築基準法等施行細則」に定められた東海村の垂直積雪量 30 cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮する。</td><td>（津波監視カメラ，潮位計）
積雪荷重：30 cm，係数：0.35</td></tr>
</table>

2.　航空機落下確率評価について

2.　航空機落下確率評価について

2.1　工事計画認可申請時の航空路の確認について

東海第二発電所の航空機落下確率評価において考慮すべき航空路については，工事計画認可申請時に，設置変更許可申請書添付書類六に掲載している航空路（添付資料１）から防護設計の要否を判断する基準を超えるような変更がないことを航空路誌（平成 26 年 3 月 6 日改訂版）（添付資料２）にて確認している。

2.2　工事計画認可申請時のその他のデータの確認について

東海第二発電所の航空機落下確率評価で使用される，最近の 20 年間（平成 5 年～平成 24 年）の航空機落下事故評価に用いる最新データ＊1，＊2において，有意な変更がないことを確認している。

以上より，航空機落下確率評価において使用するその他データにおいて，防護設計の要否を判断する基準を超えるような変更がないことを確認している。

＊１：航空機落下事故に関するデータ（平成 28 年 6 月　原子力規制委員会）

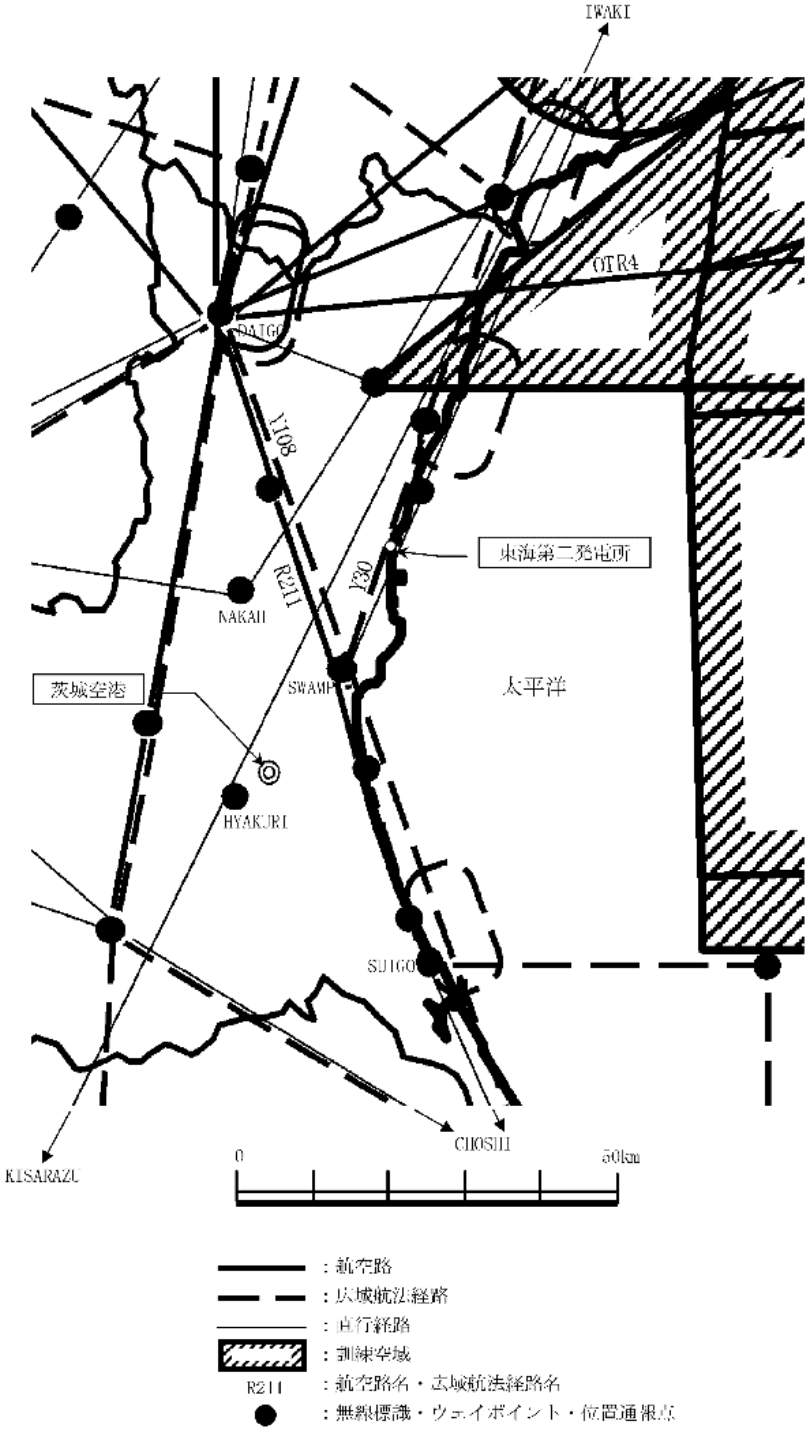
＊２：航空輸送統計年報，第 1 表総括表　輸送実績

2.3　今後の確認について

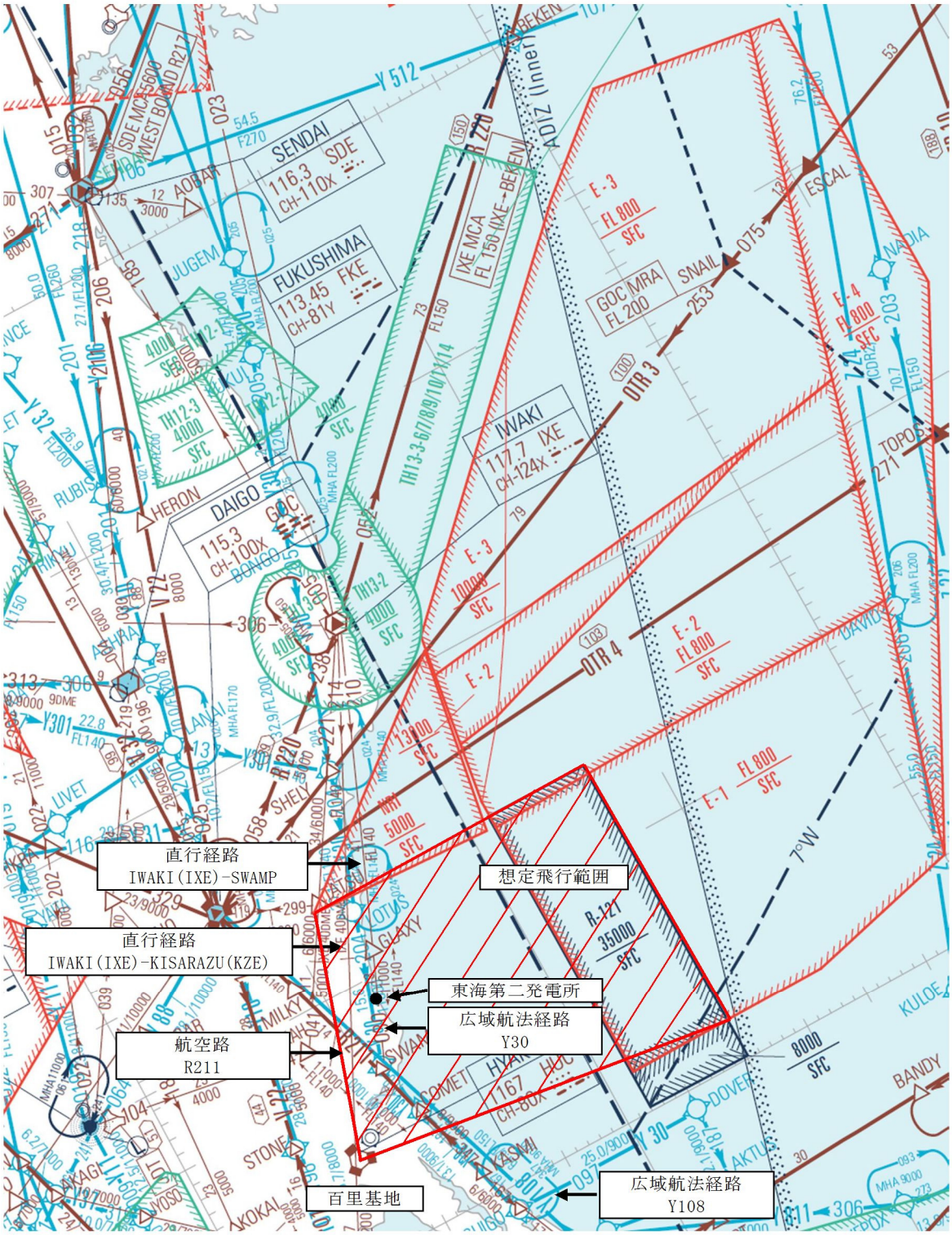
今後は外部火災評価のうち，航空機墜落による火災影響を定期的に評価する際に，航空路を含めた航空機落下確率評価に用いる最新データの変更状況を確認し，防護設計の要否を判断する基準を超える変更がないことを確認する。

以上

設置変更許可申請時の航空路（設置変更許可申請書　添付資料六より引用）



工事計画認可申請時の航空路



＊赤実線：東海第二発電所の航空機落下確率を算出する上で考慮している航空路

（「航空路誌（平成26年３月６日改訂版）」より抜粋）

【設置変更許可申請まとめ資料「６条（外部からの衝撃による損傷の防止）」より概ね抜粋】

「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」に基づく評価結果について

東海第二発電所の発電用原子炉施設（使用済燃料乾式貯蔵建屋除く。）への航空機落下確率は，以下に示すとおり 10^{-7}（回/炉・年）を超えていないため，「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」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	落下確率（回/炉・年）
東海第二発電所	約 8.5×10^{-8}

以 上

参考資料

評価対象事故及び評価に用いた数値について

1. 評価対象事故

発電所名称	1)計器飛行方式民間航空機の落下事故		2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3)自衛隊機又は米軍機の落下事故	
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地－訓練空域間往復時の落下事故
東海第二発電所	○*1	○*2	○	○*3 （訓練空域外を飛行中の落下事故）	○*3

○：対象　×：対象外

＊1：茨城空港の最大離着陸地点までの直線距離（以下「最大離着陸距離」という。）を半径とし，滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域内に発電所が存在するため，評価対象とした。（添付資料1）

＊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，当該航空路を評価対象とした。（添付資料2）

＊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ため，訓練空域外を飛行中の落下事故を評価対象とした。
また，東海第二発電所周辺の太平洋沖上空に自衛隊機の訓練空域があり，発電所は自衛隊の百里基地と訓練空域間の想定飛行範囲内に位置することから，自衛隊機の基地－訓練空域間を往復時の落下事故を評価対象とした。（添付資料2）

2.　評価に用いた数値

(1)　計器飛行方式民間航空機の落下事故（飛行場での離着陸時における落下事故）

$P_{d,a} = f_{d,a} \cdot N_{d,a} \cdot A \cdot \Phi_{d,a}(r, \theta)$

$P_{d,a}$：対象施設への離着陸時の航空機落下確率（回/年）

$f_{d,a} = D_{d,a}/E_{d,a}$：対象航空機の国内での離着陸時事故率（回/離着陸回）

$D_{d,a}$：国内での離着陸時事故件数（回）

$E_{d,a}$：国内での離着陸回数（離着陸回）

$N_{d,a}$：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：対象施設の標的面積（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（$/km^2$）

パラメータ＼発電所名称	東海第二発電所
飛行場	茨城空港
$f_{d,a}$*1	約1.43×10^{-7}（=4/27,887,158）
$N_{d,a}$*2	4,210
A*3	約0.0221
$\Phi_{d,a}(r, \theta)$ *4	約2.98×10^{-4}
発電所からの距離	約36km
滑走路方向に対する角度*5	約9.60°
最大離着陸距離*6	約56km（30nm）
$P_{d,a}$	約3.98×10^{-9}

＊1：離着陸時の事故件数は，「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）より，平成5年～平成24年において離陸時に1件，着陸時に3件。（添付資料3）

離着陸回数は，平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報　第1表　総括表　1.輸送実績」における運航回数の国内の値及び国際の値の合計値。（添付資料4）

＊2：「数字でみる航空2014」にある平成24年飛行場別着陸回数と同数を離陸回数とし，その和を飛行場別離着陸回数とした。

＊3：別紙のとおり。（添付資料5）

＊4：別紙のとおり。（添付資料6）

＊5：別紙のとおり。（添付資料1）

＊6：ＡＩＰを参照した。（添付資料7）

(2)　計器飛行方式民間航空機の落下事故（航空路を巡航中の落下事故）

Pc＝fc・Nc・A/W

Pc：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）

fc＝Gc/Hc：単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回/（飛行回･km））

Gc：巡航中事故件数（回）

Hc：延べ飛行距離（飛行回･km）

Nc：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回/年）

A：対象施設の標的面積（km^2）

W：航空路幅（km）

発電所名称 / パラメータ	東海第二発電所	
対象航空路*1	直行経路： IWAKI(IXE)－SWAMP IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE)	広域航法経路： Y30（LOTUS－SWAMP）
fc*2	約5.13×10^{-11}（＝0.5/9,740,013,768）	
Nc*3	365 (H24年データ)	1095 (H24年データ)
A*4	約0.0138	
W*5	14.816	18.52
Pc	約5.93×10^{-11}	

＊1：別紙のとおり。　(添付資料2)

＊2：延べ飛行距離は，平成5年～平成24年の「航空輸送統計年報　第1表　総括表　1.輸送実績」における運航キロメートルの国内の合計値。　(添付資料4)

巡航中の事故件数は，「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）より，平成5年～平成24年において0件であるため，0.5件発生したものとして評価した。　(添付資料3)

＊3：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。　(添付資料8)

＊4：別紙のとおり。　(添付資料5)

＊5：直行経路については「航空路等設定基準」を参照した。広域航法経路については，航法精度を航空路の幅とみなして用いた。（1nm＝1.852kmとして換算した。）

(3)　有視界飛行方式民間航空機の落下事故

Pv＝（fv/Sv）・A・α

Pv：対象施設への航空機落下確率（回/年）

fv：単位年当たりの落下事故率（回/年）

Sv：全国土面積（km^2）

A：対象施設の標的面積（km^2）

α：対象航空機の種類による係数

発電所名称 パラメータ	東海第二発電所
fv*1	大型固定翼機　0.025（＝0.5/20） 大型回転翼機　0.05（＝1/20） 小型固定翼機　1.75（＝35/20） 小型回転翼機　1.20（＝24/20）
Sv*2	37.2万
A*3	約0.0138
α*4	1（大型機），0.1（小型機）
Pv	約1.37×10^{-8}

＊1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。なお，大型固定翼機の事故件数は平成5年～平成24年において0件であるため，0.5件発生したものとして評価した。（添付資料9）

＊2：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。

＊3：別紙のとおり。（添付資料5）

＊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（内規）」による。

(4)　自衛隊機又は米軍機の落下事故（訓練空域外を飛行中の落下事故）

Pso＝fso・A/So

Pso：訓練空域外での対象施設への航空機落下確率（回/年）

fso：単位年当たりの訓練空域外落下事故率（回/年）

A：対象施設の標的面積（km^2）

So：全国土面積から全国の陸上の訓練空域の面積を除いた面積（km^2）

パラメータ ＼ 発電所名称	東海第二発電所
fso*1	自衛隊機　0.35（＝7/20） 米軍機　　0.25（＝5/20）
So*1	自衛隊機　29.5万（＝約37.2万－約7.72万） 米軍機　　37.2万（＝約37.2万－約0.05万）
A*2	約0.0138
Pso	約2.56×10^{-8}

＊1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月　原子力規制委員会）による。　（添付資料10）

＊2：別紙のとおり。　（添付資料5）

(5)　自衛隊機又は米軍機の落下事故（基地－訓練空域間往復時の落下事故）

Pse＝fse・A/Sse

Pse：対象施設への航空機落下確率（回/年）

fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回/年）

A：対象施設の標的面積（km^2）

Sse：想定飛行範囲の面積（km^2）

パラメータ ＼ 発電所名称	東海第二発電所 （自衛隊機の評価）
fse*1	0.25（＝5/20）
Sse*2	175,720
fse/Sse*3	3.00×10^{-6}
A*4	約0.0138
Pse	約4.14×10^{-8}

＊1：「航空機落下事故に関するデータ」（平成28年6月原子力規制委員会）により，百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲内における自衛隊機の移動時の事故件数は平成5年～平成24年において0件であり，全国の基地－訓練空域間往復時の事故件数（5件）を用いた。　（添付資料10，11）

＊2：全国の基地－訓練空域間往復時の想定飛行範囲の面積。　（添付資料11）

＊3：fse，Sseから算出された約1.42×10^{-6}回/（年・km^2）を保守的に2倍にして丸めた値。

＊4：別紙のとおり。　（添付資料5）

3.　落下確率値の合計値

単位：回/炉・年

<table>
<tr><td rowspan="2">発電所名称</td><td colspan="2">1)計器飛行方式民間航空機の落下事故</td><td rowspan="2">2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故</td><td colspan="2">3)自衛隊機又は米軍機の落下事故</td><td rowspan="2">合　　計</td></tr>
<tr><td>①飛行場での離着陸時における落下事故</td><td>②航空路を巡航中の落下事故</td><td>①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故</td><td>②基地－訓練空域間往復時の落下事故</td></tr>
<tr><td>東海第二発電所</td><td>約 3.98×10^{-9}</td><td>約 5.93×10^{-11}</td><td>約 1.37×10^{-8}</td><td>約 2.56×10^{-8}</td><td>約 4.14×10^{-8}</td><td>約 8.5×10^{-8}</td></tr>
</table>

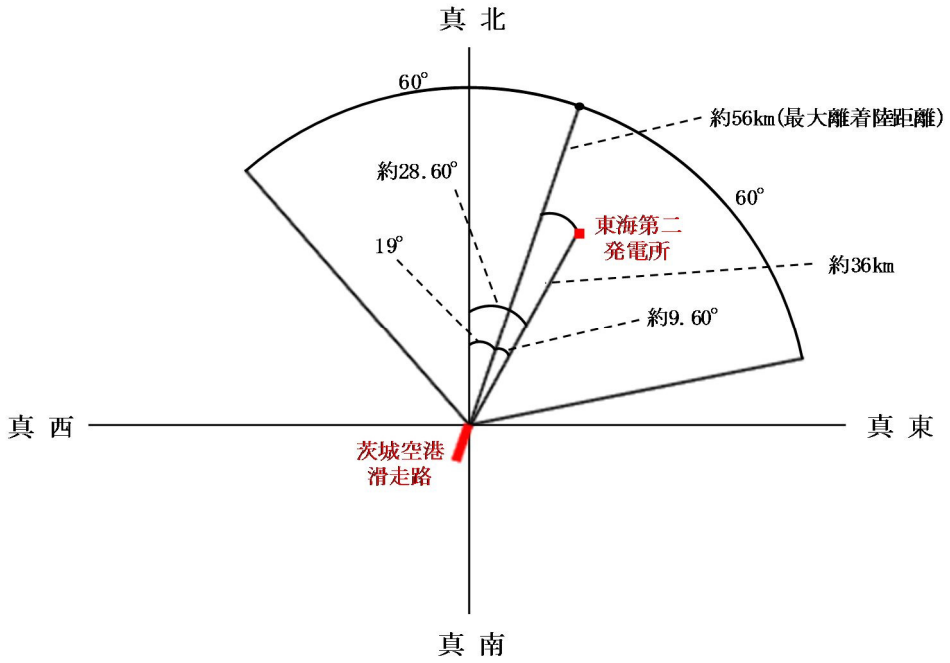
添付資料１

茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港―東海第二発電所の
角度について

茨城空港の滑走路の方位は，19°（真方位）（ＡＩＰ記載のデータ）である。

また，茨城空港－東海第二発電所の方位は，約 28.60°（真方位）（茨城空港と東海第二発電所の緯度，経度より計測した。）である。

したがって，茨城空港の滑走路方向に対する茨城空港－東海第二発電所の角度は，約 9.60°となる。



添付資料 2

各施設周辺における航空路と各航空路の幅について

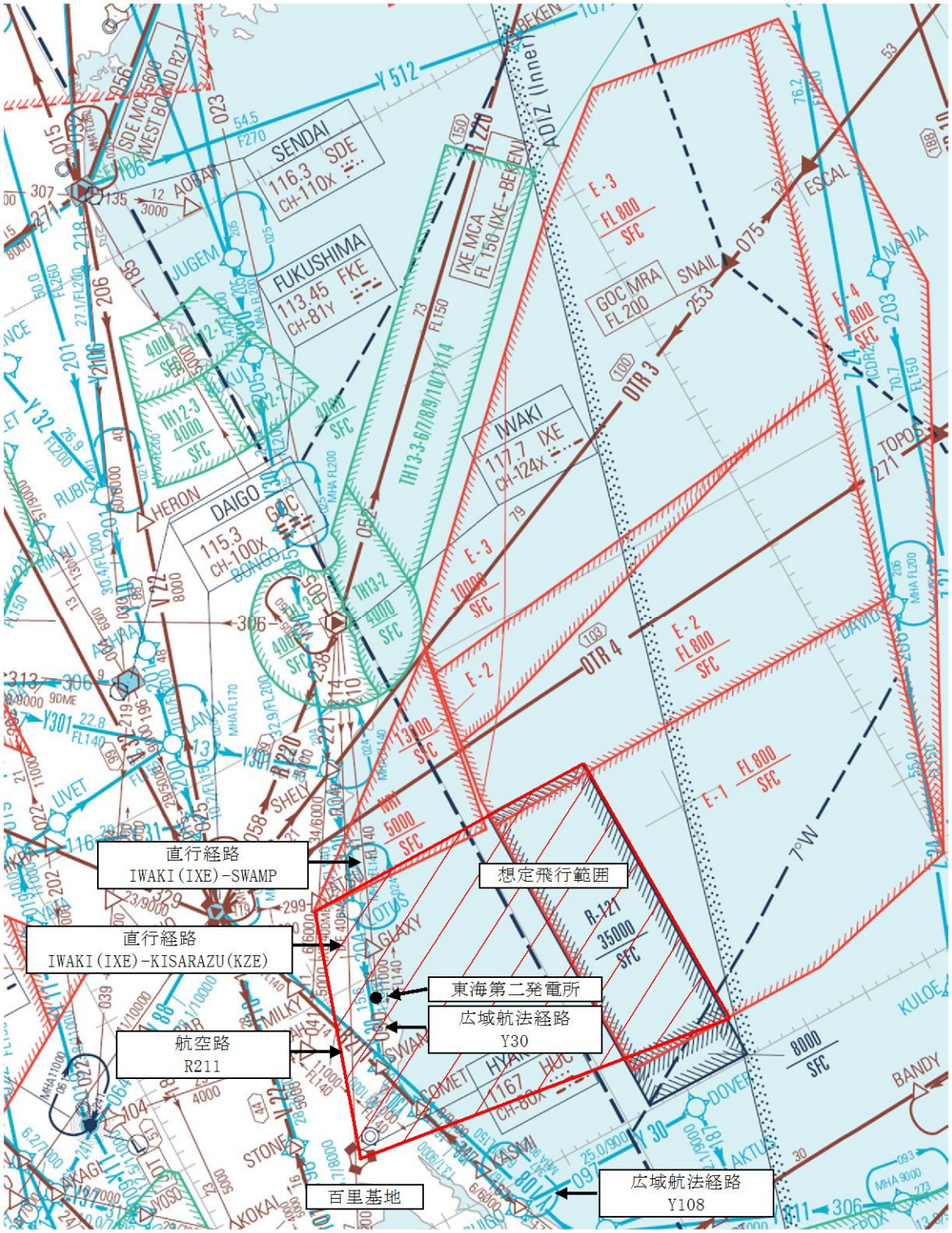
周辺の航空路の名称	航空路の中心線と 発電所間の 最小距離*1	片側の 航空路幅*2	判定
航空路　R211 (DAIGO(GOC)－SWAMP)	約 11.36km	7km	×
直行経路 (IWAKI(IXE)－SWAMP)	約 0.68km	7.41km (4nm)	○
直行経路 (IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE))	約 4.13km	7.41km (4nm)	○
広域航法経路　Y30 (LOTUS－SWAMP)	約 1.18km	9.26km (5nm)	○
広域航法経路　Y108 (DAIGO(GOC)－CHOSHI(CVC))	約 11.44km	9.26km (5nm)	×

○：評価対象　×：評価対象外

＊1：施設と航空路の緯度及び経度より計測した。

＊2：航空路 R211 については，「航空路の指定に関する告示」に記載の値とした。直行経路については，「航空路等設定基準」を参照した。RNAV 経路については，航法精度を航空路幅とみなして用いた。(1nm＝1.852km として換算した。)

エンルートチャート（東海第二発電所付近）



出典：ENROUTE CHART（2014年3月6日改定）

添付資料 3

計器飛行方式民間航空機　大破事故概要
（平成 5 年～平成 24 年）

離着陸時の大破事故

(離陸時)

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 8 年 6 月 13 日	福岡空港	ダグラス DC-10-30 型	大破	離陸

(着陸時)

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
平成 5 年 4 月 18 日	花巻空港	ダグラス DC-9-41 型	大破	着陸
平成 6 年 4 月 26 日	名古屋空港	エアバス・インダストリー A300B4-622R 型	大破	着陸
平成 21 年 3 月 23 日	成田国際空港滑走路上	ダグラス MD-11F 型	大破	着陸

巡航中の大破事故

発生年月日	場 所	機 種	機体の損傷	運航形態
該当なし	－	－	－	－

日本国機の運航回数及び運航距離

・計算に用いる数値は，「航空輸送統計年報　第１表　総括表」の次の値とする。
　①日本国機の運航回数は，国内便，国際便ともに定期便＋不定期便の値。
　②日本国機の運航距離は，国内便のみの定期便＋不定期便の値。
・日本国機の国際便は，日本から海外までの距離が記載されているが，日本国内での運航距離ではないため，保守的に考慮しない。
・日本に乗り入れている外国機は，運航距離について実績の公開記録がないため，保守的に考慮しない。
・ただし，日本国機の国際便及び外国機の落下事故が，日本国内で落下した場合は評価対象とする。

	日本国機の運航回数（運航回）			日本国機の運航距離（飛行回・km）
	国内便	国際便	計	国内便
平成５年	466,787	57,451	524,238	326,899,203
平成６年	484,426	60,038	544,464	343,785,576
平成７年	531,508	67,908	599,416	380,948,123
平成８年	543,238	72,425	615,663	397,146,610
平成９年	562,574	77,134	639,708	420,920,228
平成10年	587,308	83,070	670,378	449,784,623
平成11年	594,957	85,804	680,761	459,973,069
平成12年	660,979	87,977	748,956	480,718,878
平成13年	671,618	86,824	758,442	489,803,107
平成14年	683,929	93,062	776,991	498,685,881
平成15年	700,184	92,381	792,565	519,701,117
平成16年	698,960	101,659	800,619	517,485,172
平成17年	709,377	106,078	815,455	527,370,038
平成18年	740,741	104,798	845,539	555,543,154
平成19年	741,949	112,605	854,554	559,797,874
平成20年	733,979	118,503	852,482	554,681,669
平成21年	716,640	110,234	826,874	544,824,157
平成22年	716,538	101,721	818,259	548,585,258
平成23年	717,100	96,292	813,392	555,144,327
平成24年	770,262	105,086	875,348	608,215,704
合計	13,033,054	1,821,050	14,854,104	9,740,013,768

＊：離着陸回数は，国内便の場合は離陸回数＝着陸回数＝運航回数とし，国際便の場合は，離陸回数＝着陸回数＝1/2 運航回数とする。
（離着陸回数＝離陸回数＋着陸回数＝国内便運航回数×２＋国際便運航回数＝13,033,054×２＋1,821,050＝27,887,158）

航空機落下確率評価における標的面積の考え方について

1. 基準の要求事項

航空機落下評価に用いる基準及び航空機墜落による火災影響評価に用いる基準の要求事項は，それぞれ以下のとおり。

(1) 航空機落下確率評価

○実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（平成21年6月30日原子力安全・保安院制定）

解説４－３　離着陸時及び巡航中の計器飛行方式民間航空機の原子炉施設への落下確率評価における入力パラメータ等に関する考え方（第４章）

(4)　原子炉施設への標的面積（A）

原子炉施設への航空機落下に対する影響評価を行う場合において、航空機落下事故時の安全性を確保する観点から重要なのは、大量の放射性物質を蓄えている炉心や使用済燃料プールを保護すること、並びに、原子炉の安全停止（炉心冷却も含む。）を確保することである。したがって、原子炉施設への航空機落下確率評価では、これらを踏まえ、安全上重要な構築物、系統及び機器の設置状況、航空機の大きさ、突入する角度、滑り込み等を勘案して標的面積を決める必要がある。（以下略）

(2) 外部火災影響評価

○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決定）

附属書C　原子力発電所の敷地内への航空機墜落による火災の影響評価について

１．総則

（中略）

本評価ガイドは、発電所敷地への航空機の墜落で発生する火災に対してより一層の安全性向上の観点から、その火災が発電所の敷地内で起こったとしても原子炉施設（本評価ガイドにおける「原子炉施設」は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内包するものに限る。）に影響を及ぼさないことを評価するものである。

2. 航空機落下確率評価における標的面積

1.(2)の基準を踏まえ，航空機墜落による火災影響評価においては，以下の屋外の外部事象防護対象施設を標的対象として選定する。

- 原子炉建屋
- 使用済燃料乾式貯蔵建屋
- 海水ポンプ室

また，外部事象防護対象施設には該当しないが，以下の対象については，クラス 1，2 施設若しくはそれらを内包する施設であることに鑑み，標的対象に加えて航空機墜落火災に対する健全性を評価する。なお，評価の結果，タービン建屋又は排気筒の健全性が確

保できない場合は，代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での補修等の対応が可能か確認する。

・タービン建屋（第 1 図，第 2 図参照）

・排気筒

評価対象施設のうち放水路ゲートについては，津波の流入を防ぐための閉止機能を有している。航空機落下を起因として津波が発生することはないこと及び放水路ゲートは，大量の放射性物質を蓄えておらず，原子炉の安全停止（炉心冷却を含む。）機能を有していないため，航空機落下確率を算出する標的面積として抽出しない。

なお，使用済燃料乾式貯蔵建屋の安全機能については，以下のとおり使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の原子炉施設と独立していることから，航空機落下確率評価においては使用済燃料乾式貯蔵建屋単独で評価を実施することとした。

① 使用済燃料乾式貯蔵建屋は，使用済燃料乾式貯蔵建屋以外の原子炉施設の安全機能に直接的に影響を及ぼすものではなく，また，乾式貯蔵容器本体で安全機能（臨界防止機能，密封機能，遮蔽機能，除熱機能）を確保する設計である。

② 使用済燃料乾式貯蔵建屋の監視設備（乾式貯蔵容器の一・二次蓋間圧力，乾式貯蔵容器の表面温度等）及び火災防護設備（火災報知器）への電源供給については，全交流動力電源喪失時においては，事象発生後 30 分は専用の蓄電池から供給可能だが，その後は非常用ディーゼル発電機から給電する設計である。ただし，監視設備及び火災防護設備（火災報知器）は状態監視用であり，その機能喪失は乾式貯蔵容器の安全機能に影響を及ぼすものではない。

一方，従来の航空機落下確率評価においては，1.(1)の基準を踏まえ，以下のＳＳＣを評価対象としていた。

・原子炉建屋

・タービン建屋（第 3 図参照＊1）

・海水ポンプ室

・使用済燃料乾式貯蔵建屋＊2

＊１：原子炉補機冷却系ポンプ及び熱交換器を含む区画

＊２：使用済燃料乾式貯蔵建屋が各原子炉施設から独立して設置されているため，平成 21 年の実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の再評価の際は個別に航空機落下確率を評価した。

第１図　タービン建屋内の安全上重要な系統及び機器の配置（地上１階）

第２図　タービン建屋内の安全上重要な系統及び機器の配置（地上２階）

第 3 図　タービン建屋内の原子炉補機冷却系ポンプ及び熱交換器の配置

計器飛行方式民間航空機の飛行場を離着陸時における落下事故の確率分布関数について

「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率に対する評価基準について（内規）」に基づき，計器飛行方式民間航空機の「①飛行場（茨城空港）での離着陸時」における落下事故の確率分布関数には，滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離（r_0）内の内円で滑走路方向両側に対し±60°以内の扇型に一様な分布又は周方向で正規分布を仮定し，評価結果が厳しい方を用いる。下式にて評価した結果，今回の評価では，下表に示すとおり厳しい方である正規分布を仮定した方法を用いることとする。

（一様分布）

$$\Phi(r_0,\theta)=\frac{1}{A_{d,a}}\quad(/\mathrm{km}^2)$$

$$A_{d,a}=\frac{2}{3}\pi r_0^2\quad(\mathrm{km}^2)$$

（正規分布）

$$\Phi(r_0,\theta)=\frac{1}{A_{d,a}}f(x)\quad(/\mathrm{km}^2)$$

$$A_{d,a}=\frac{2}{3}\pi r_0^2\quad(\mathrm{km}^2)$$

$$f(x)=\frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right)\cong 2.1\times\exp\left(\frac{-30.42x^2}{\pi^2 r_P^2}\right)$$

$$A=\int_{-\infty}^{+\infty}f(x)\,dx=\int_{-\pi r/3}^{\pi r/3}P\,dx=\frac{2}{3}\pi r_P$$

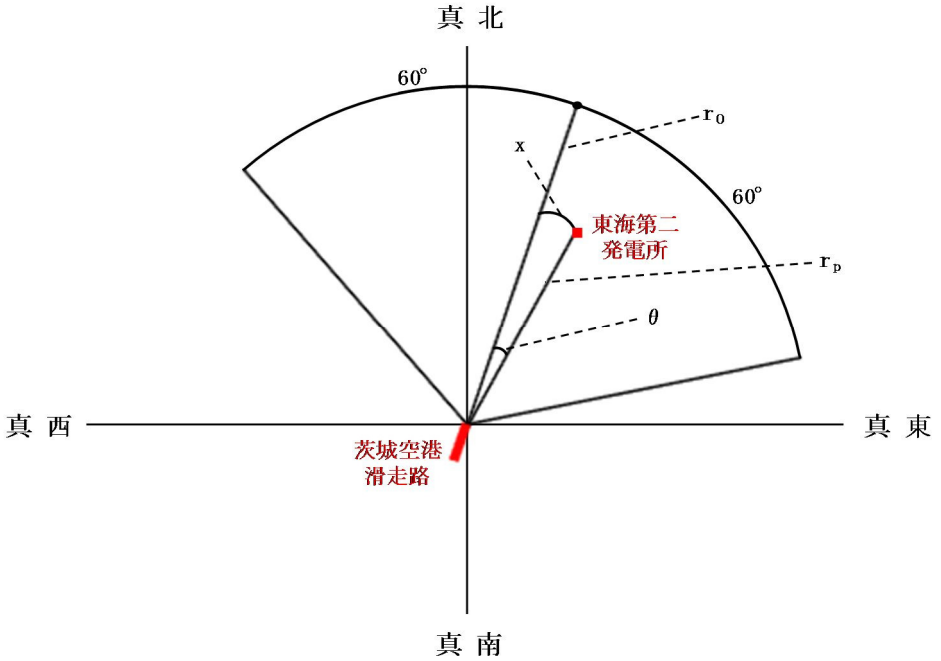
$$\sigma=\frac{\pi r}{3\times 2.6}$$

r_P：滑走路端から原子炉施設までの距離（径方向）（km）

x：滑走路軸上から原子炉施設までの距離（周方向）（km）

$x=r_p\times\theta$

θ：滑走路方向に対する空港ー原子炉施設の角度（rad）



項　　目	確率密度（/km^2）
一様分布	約1.55×10^{-4}
正規分布	約2.98×10^{-4}

添付資料 7

各施設付近の空港と施設との距離について

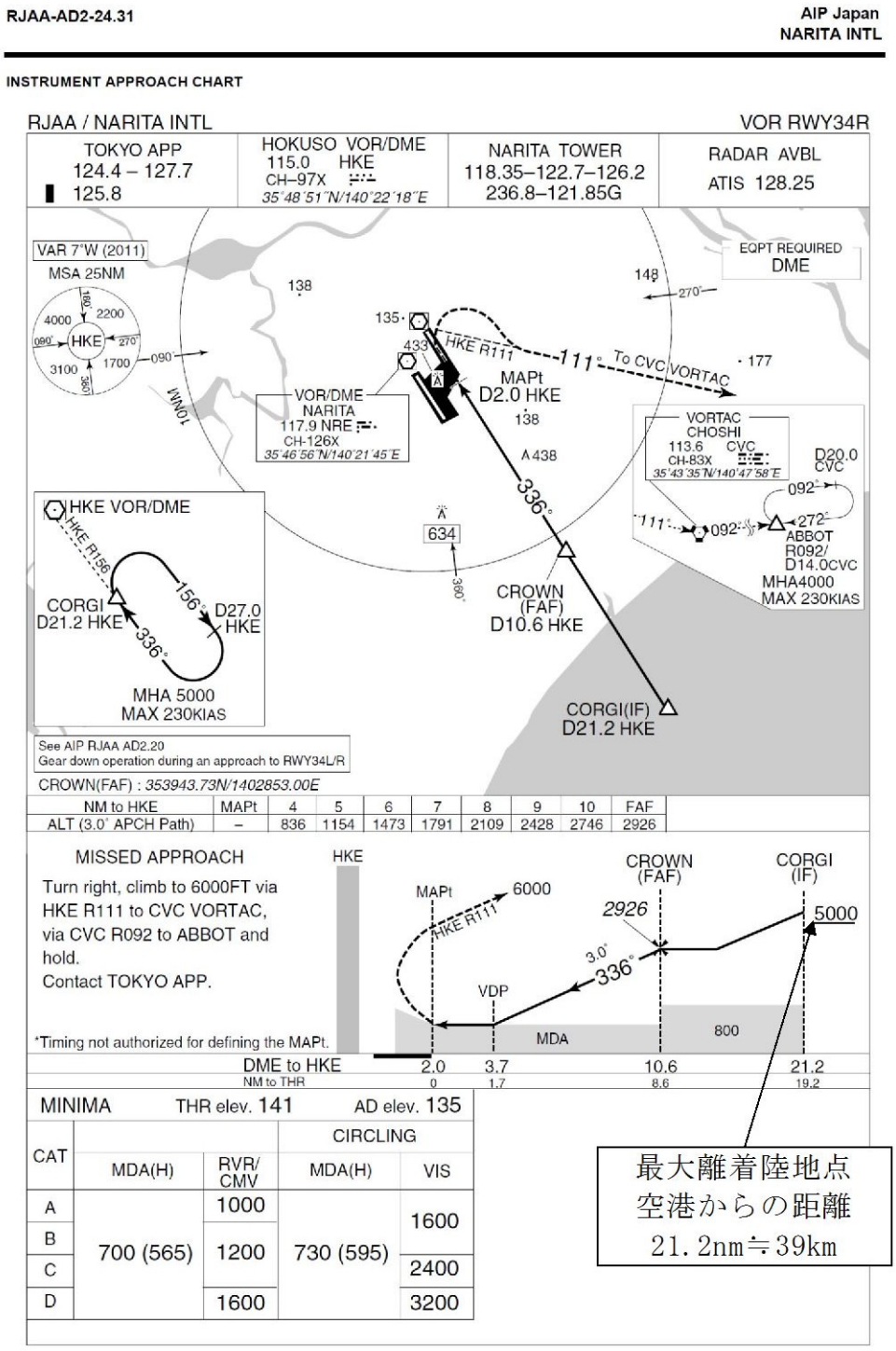
発電所 名称	空港名	施設と空港 の距離*1	最大離着陸 距離*2	判　定
東海第二 発電所	成田空港	約 80km	約 39km (21.2nm)	×
	茨城空港	約 36km	約 56km (30nm)	○

○：評価対象　×：評価対象外

＊１：施設と空港の緯度，経度より計測した。

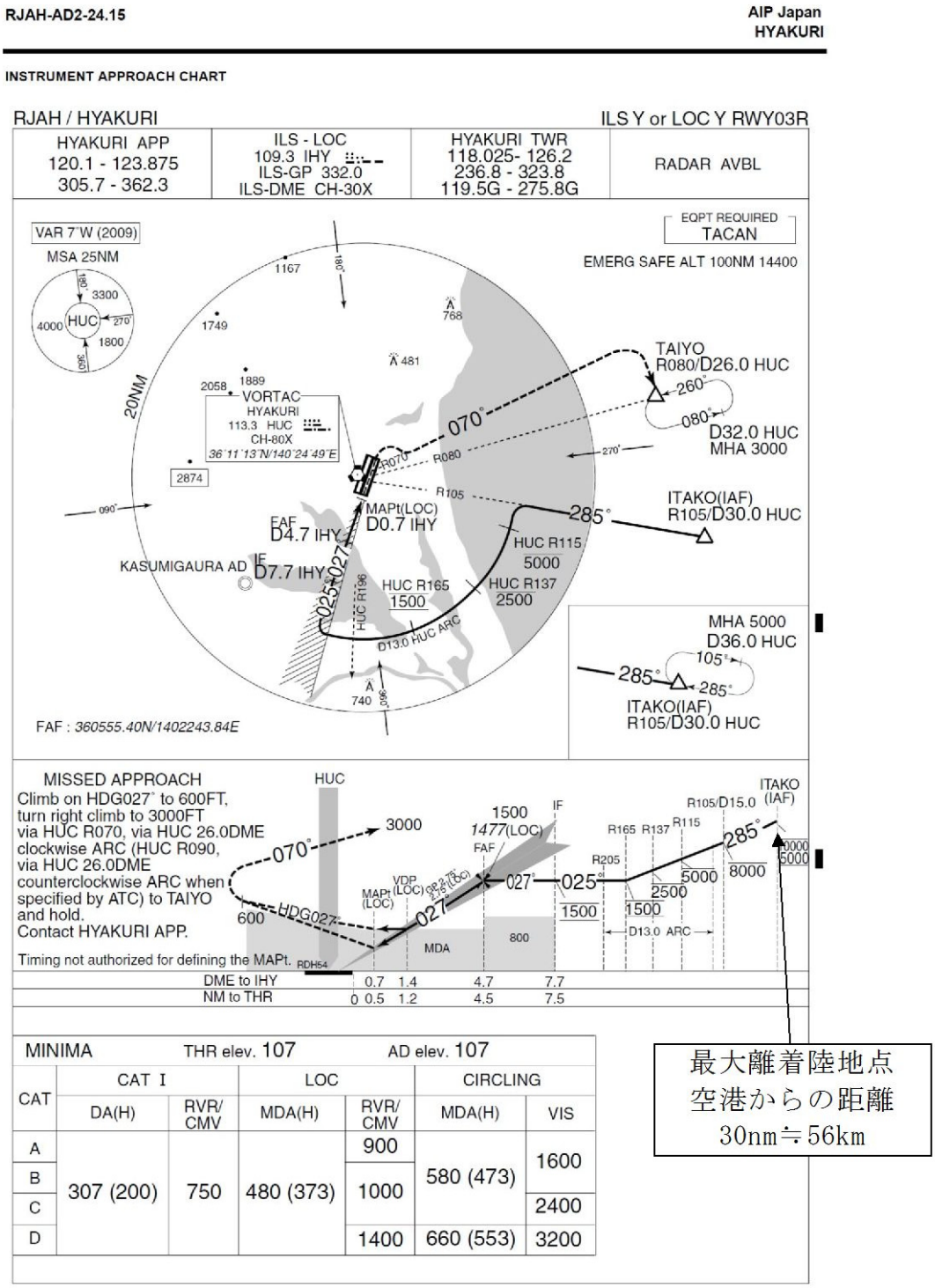
＊２：ＡＩＰを参照した。

成田空港の最大離着陸地点までの距離
（成田空港～東海第二発電所の距離：約 80km）



出典：ＡＩＰ

茨城空港の最大離着陸地点までの距離
（茨城空港～東海第二発電所の距離：約 36km）



出典：ＡＩＰ

添付資料 8

評価対象となる航空路等の飛行回数

評価対象となる航空路等	ピークデイの飛行回数*1	年間飛行回数*2
直行経路 （IWAKI(IXE)－SWAMP）	H24 年上半期：0（6 月 8 日） H24 年下半期：0（9 月 19 日）	182.5
直行経路 （IWAKI(IXE)－KISARAZU(KZE)）	H24 年上半期：0（6 月 8 日） H24 年下半期：0（9 月 19 日）	182.5
広域航法経路　Y30 （LOTUS－SWAMP）	H24 年上半期：0（6 月 8 日） H24 年下半期：3（9 月 19 日）	1,095

＊1：国土交通省航空局に問合せ入手したデータ。ここで，ピークデイとは，東京航空交通管制部が全体として取り扱った交通量が半年間で最も多かった日のこと。

＊2：ピークデイの飛行回数（0 回の場合は，0.5 回とした。）を 365 倍した値。

添付資料 9

有視界飛行方式民間航空機　大破事故概要

（平成 5 年～平成 24 年）

(大型固定翼機)

発生年月日	場 所	型 式
該当なし	－	－

(大型回転翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成 13 年 5 月 19 日	三重県桑名市播磨付近	ｱｴﾛｽﾊﾟｼｱﾙ式 AS332L1

(小型固定翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成 6 年 4 月 6 日	広島県佐伯郡	セスナ式 208B
平成 6 年 5 月 7 日	高知県吾川郡池川町	セスナ式 172P
平成 7 年 7 月 29 日	北海道赤平市	パイパー式 PA-28-140
平成 7 年 10 月 9 日	北海道中川郡豊頃町	ピッツ式 S-2B
平成 8 年 2 月 9 日	長崎県東彼杵群川棚町	ﾌﾞﾘﾃﾝﾉｰﾏﾝ式 BN-2B-20
平成 8 年 11 月 20 日	静岡県伊東市	セスナ式 172K
平成 9 年 8 月 21 日	茨城県竜ケ崎市	パイパー式 PA-28-140
平成 9 年 10 月 26 日	鹿児島県垂水市	セスナ式 152
平成 9 年 11 月 2 日	熊本県八代郡	セスナ式 172N
平成 10 年 3 月 21 日	高知県室戸市	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36TC
平成 10 年 4 月 20 日	滋賀県琵琶湖	セスナ式 177RG
平成 10 年 8 月 25 日	岐阜県大野郡荘川村	パイパー式 PA-28-161
平成 10 年 9 月 23 日	大阪府高槻市	セスナ式 P210N
平成 10 年 9 月 24 日	茨城県霞ケ浦	ソカタ式 TB10
平成 11 年 3 月 24 日	大分県大分郡野津原町	セスナ式 172M
平成 11 年 8 月 1 日	大分県大分郡庄内町	富士重工式 FA-200-180
平成 11 年 8 月 13 日	長野県斑尾山	セスナ式 172P
平成 13 年 3 月 25 日	香川県小豆群上庄町豊島	パイパー式 PA-28-181
平成 13 年 5 月 19 日	三重県桑名市播磨付近	セスナ式 172P
平成 13 年 8 月 16 日	岡山県久米郡柵原町	セスナ式 172NAT
平成 14 年 1 月 4 日	熊本県琢磨群琢磨村	セスナ式 172P
平成 14 年 3 月 1 日	北海道帯広市美栄町	ｽﾘﾝｸﾞｽﾋﾞｰ式 T67MMKⅡ
平成 14 年 6 月 23 日	山梨県南巨摩群南部町	ソカタ式 TB21
平成 15 年 3 月 24 日	茨城県那珂郡緒川町	ｶﾞﾙﾌｽﾄﾘｰﾑｺﾏﾝﾀﾞｰ式 695
平成 15 年 7 月 11 日	宮崎県宮崎市	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36
平成 16 年 1 月 22 日	山梨県甲府市	セスナ式 172P
平成 16 年 9 月 11 日	兵庫県養父市	セスナ式 172M
平成 16 年 9 月 20 日	兵庫県三原郡南淡町	ソカタ式 TB10
平成 17 年 3 月 2 日	大阪市平野区瓜破	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 E33
平成 19 年 9 月 1 日	宮崎空港南東約 1nm の海上	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式 A36
平成 19 年 11 月 15 日	岐阜県中津川恵郡山山頂付近	セスナ式 404
平成 22 年 7 月 28 日	北海道松前郡福島町岩部岳東方の山中	セスナ式 TU206G
平成 23 年 1 月 3 日	熊本空港から北東約 14km の矢護山南南東斜面	パイパー式 PA-46-350P

発生年月日	場 所	型 式
平成23年7月26日	静岡市清水区の興津川河口から富士川河口沖の駿河湾	ｴｸｽﾄﾗ式EA300/200型
平成23年7月28日	北海道河西郡芽室町剣山山中	ﾋﾞｰﾁｸﾗﾌﾄ式A36型

(小型回転翼機)

発生年月日	場 所	型 式
平成5年7月27日	福島県双葉郡大熊町	ベル式206B
平成5年12月23日	岐阜県郡山郡八幡町	ロビンソン式R22Beta
平成6年10月18日	大阪府泉佐野市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS355F1
平成6年11月13日	鹿児島県大島郡笠利町	ベル式206B
平成8年4月27日	長野県長野市篠ノ井	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS355F1
平成8年6月10日	鹿児島県鹿児島市岡之原町	ロビンソン式R22Beta
平成9年1月24日	愛知県岡崎市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS365N2
平成9年5月21日	長野県茅野市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式SA315BｱﾙｳｪｯﾄⅢ
平成9年7月3日	三重県名張市	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式SA315BｱﾙｳｪｯﾄⅢ
平成10年5月3日	神奈川県横須賀市津久井浜	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS350B
平成12年4月24日	三重県長島町木曽川左岸の河原	ヒューズ式269C
平成12年11月9日	岐阜県郡上郡高鷲村	ロビンソン式R22Beta
平成14年5月5日	愛媛県松山空港の西南西16km付近海上	ロビンソン式R44
平成14年6月12日	新潟県東蒲原郡上川村	ベル式206L-4
平成16年3月7日	長野県木曽郡南木曽町	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS355F1
平成16年12月24日	佐賀県有明海海上	ロビンソン式R44
平成17年5月3日	静岡県静岡市清水区草薙	アグスタ式A109K2
平成19年6月2日	岐阜県中津川市岐阜中津川場外離着陸場の北約1.3km付近	ベル式412
平成19年10月27日	大阪府堺市堺区遠里小野町3丁目	ロビンソン式R22BETA
平成19年12月9日	静岡県静岡市葵区南沼上988	ﾕｰﾛｺﾌﾟﾀｰ式EC135T2
平成20年7月6日	青森県下北部大間町大間崎沖の海面	ｱｴﾛｽﾊﾟｼﾞｱﾙ式AS350B
平成21年2月10日	群馬県利根郡みなかみ町	ベル式206L-3
平成21年7月20日	但馬飛行場の南東約15km	ロビンソン式R44Ⅱ
平成22年8月18日	香川県沖多度郡多度津町佐柳島沖	ベル式412EP

添付資料 10

自衛隊機及び米軍機　大破事故概要

（平成 5 年～平成 24 年）

（訓練空域外を飛行中）

・自衛隊機

発生年月日	場 所	型 式
平成 9 年 1 月 13 日	宇都宮市坂戸町の鬼怒川河川敷	OH-6D
平成 13 年 2 月 14 日	千葉県市原市天羽田	AH1S, OH-6D
平成 14 年 3 月 7 日	大分県万年山山頂南東 2km	OH-6D
平成 16 年 2 月 23 日	三重県鳥羽市と磯部町の境にある青峰山の南東約 1km	AH1S
平成 17 年 4 月 14 日	新潟県阿賀町の御神楽岳斜面	MU-2
平成 17 年 9 月 18 日	長崎県佐世保市大潟町の陸上自衛隊相浦駐屯地内	AH1S
平成 19 年 3 月 30 日	徳之島天城岳山頂付近	CH-47JA

・米軍機

発生年月日	場 所	型 式
平成 6 年 10 月 14 日	高知県土佐郡吉野川	A-6
平成 11 年 1 月 21 日	岩手県釜石市橋野町山林	F-16
平成 16 年 8 月 10 日	東京都小笠原諸島北硫黄島	S-3 バイキング
平成 16 年 8 月 13 日	沖縄県宜野湾市の沖縄国際大学構内	CH-53D シースタリオン
平成 20 年 10 月 24 日	沖縄県名護市真喜屋のサトウキビ畑	セスナ機

（基地－訓練空域間往復時）

・自衛隊機

発生年月日	離陸場所 （所属）	場 所	型 式
平成 9 年 8 月 21 日	木更津駐屯地 （陸自）	茨城県竜ケ崎市	OH-6D
平成 11 年 11 月 22 日	入間基地 （空自）	埼玉県狭山市入間川河川敷	T-33A
平成 12 年 3 月 22 日	松島基地 （空自）	宮城県女川町指ヶ浜山林	T-2
平成 12 年 7 月 4 日	松島基地 （空自）	宮城県牡鹿町山中	T-4
平成 13 年 9 月 14 日	小月航空基地 （海自）	山口県下関市楠乃霊鷲山西側斜面	T-5

基地－訓練空域間往復時の落下事故における航空機落下確率の推定について

1. 想定飛行範囲の面積を用いた評価式の保守性について

「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率は，下式のとおり評価している。

$$Pse = fse \cdot A/Sse \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (A)$$

Pse：対象施設への航空機落下確率（回/年）

fse：基地と訓練空域間を往復中の落下事故率（回/年）

A：原子炉施設の標的面積（km^2）

Sse：想定飛行範囲の面積（km^2）

(A)式によると，想定飛行範囲の面積（Sse）が小さいほど，大きな落下確率となる。これは，基地－訓練空域間を簡易的に一様に飛行すると仮定しているためである。

しかし，「原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）」に示すとおり，実際には原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること，やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には，動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することから，発電所上空を含めて基地－訓練空域間を一様に飛行することはなく，かつ，基地－訓練空域間往復時の自衛隊機が発電所に落下する確率は極めて小さいと考えられる。

以上のことから，想定飛行範囲の面積が小さくなるほど，より保守的な落下確率を与えることとなる。（「想定飛行面積と航空機落下確率の関係（概略図）」参照）

原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）

昭和44年2月6日
陸幕航第59号

改正　平成10年3月23日陸幕運第145号　平成19年1月9日陸幕法第1号
平成19年3月28日陸幕法第61号　平成21年2月3日陸幕法第10号

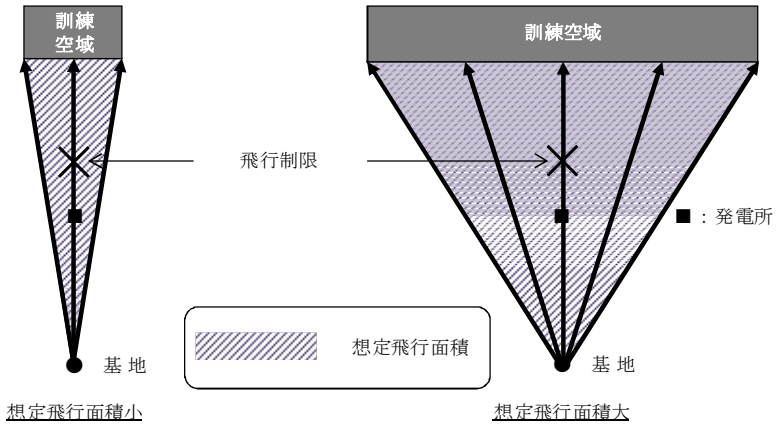
各方面総監
中央即応集団司令官　殿
中央管制気象隊長
航空学校長

陸上幕僚長の命により
総務課長

（例規99）
原子力関連施設上空の飛行制限について（通達）
標記について、さきに防衛事務次官の指示に基づきその実施について通達したところであるが、その後さらに細部について示されたので、今後下記により実施されたい。
なお、陸幕航第583号（43．9．2）は廃止する。

記

1　原子力関連施設上空の飛行は、原則として行わないものとする。
2　管制機関の指示又は原子力関連施設の位置等の関係から、やむを得ずその上空を飛行する必要がある場合には、動力装置の停止等緊急事態が発生してもこれらの施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行するものとする。
3　原子力関連施設は航空路図誌（防衛省監修）に記載され、その設置・廃止等の状況は逐次追録されるので、関係者に当該施設の位置を周知徹底させるものとする。



想定飛行面積と航空機落下確率の関係（概略図）

また，新規制基準に係る適合性の審査の申請をしている発電所のうち，自衛隊機の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を(A)式により評価しているプラントは，東海第二発電所を含めて 6 つあり，これらのプラントにおける想定飛行範囲の面積は下表のとおりである。

発電所名称	想定飛行範囲の面積（km^2）
東海第二発電所	4,540
川内原子力発電所１，２号炉	19,400
玄海原子力発電所３，４号炉	10,200
伊方発電所３号炉	40,080

上述のとおり，原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること等を踏まえると，東海第二発電所では，他プラントに比べて想定飛行範囲の面積が小さいため，他プラントの落下確率に比べてより大きな保守性を含んでいると考える。

2. 「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率の算出について

1.のとおり，「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率は大きな保守性を含んでいることから，以下を踏まえ，本航空機落下確率の算出においては，実際に落下事故実績のある全国の基地と訓練空域間を往復時の落下事故件数及び全国の基地の想定飛行範囲の面積を用いて算出した全国平均の基地－訓練空域間往復時の航空機落下確率を 2 倍した値（以下「全国平均の落下確率の 2 倍値」という。）を「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」の落下事故における航空機落下確率とする。

・百里基地特有の特殊な機種は配備されていないこと，全国では基地－訓練空域間往復時に合計 5 件の落下事故実績があるにも関わらず，百里基地では落下事故実績がな

いこと等を考慮すると，百里基地の落下確率は全国平均に対して同程度又はそれ以下と考えられる。

・落下事故実績が存在する全国平均の落下確率を参考とし，保守性を確保するために全国平均の落下確率の 2 倍値を百里基地－訓練空域間往復時の落下確率として採用。

・百里基地－訓練空域間の想定飛行範囲の面積が小さいこと，防衛省による原子力関連施設上空の飛行は原則として行わないよう制限されていること等を考慮すると，全国平均の落下確率の 2 倍値には実際の落下確率より十分高いと考えられる。

項　　目	航空機落下確率（回/炉・年）
全国平均の落下確率 の2倍値	約4.14×10^{-8} （$=3.00\times10^{-6}$(回/年・km^2)＊×約0.0138km^2）

＊：5件/20年/175,720km^2＝約1.42×10^{-6}(回/年・km^2)を保守的に2倍にし，丸めた値

2.1　全国平均の落下確率の 2 倍値を用いることの保守性について

「基地（百里基地）－訓練空域間往復時」は過去 20 年間落下実績がなく，航空機落下確率算出時の発生件数の与え方に不確かさが存在する一方で，全国の基地－訓練空域間の往復時は過去 20 年間で 5 件落下実績が存在する。全国平均の落下確率は，評価の母集団を大きくすることにより落下事故件数を実績値（5 件）に基づき評価していること，基地－訓練空域間を往復時の落下確率が基地毎に大きく異なることは考えにくいことを考慮すると，全国平均の落下確率は国内における平均的な落下確率として信頼性があると考えるが，本評価では保守的に全国平均の落下確率の 2 倍値を用いることとする。

また，原子力関連施設上空の飛行を原則行わないよう制限されていること，やむを得ず原子力関連施設の上空を飛行する必要がある場合には，動力装置の停止等緊急事態が発生しても原子力関連施設に危害を及ぼさないような高度及び経路で飛行することについて評価上考慮しておらず，この点においても保守性は確保されている。

添付資料 12

使用済燃料乾式貯蔵建屋への航空機落下確率評価について

東海第二発電所の使用済燃料乾式貯蔵建屋は，発電用原子炉施設から独立して設置されていることから，個別に航空機落下確率を評価した。

１．評価対象事故及び評価に用いた数値は，以下のとおり。

（１） 評価対象事故

発電用原子炉施設に同じ。

（２） 評価に用いた数値

使用済燃料乾式貯蔵建屋の水平面積（約 0.001399km^2）及び投影面積（約 0.001887km^2）が 0.01km^2 を下回っているため，標的面積は 0.01km^2 とする。

それ以外の数値は発電用原子炉施設に同じ。

２．評価結果

以下に示すとおり，10^{-7}（回/炉・年）を超えていないため，「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率評価に対する評価基準について」に定められた判断基準を満足する。

発電所名称	1)計器飛行方式民間航空機の落下事故		2)有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3)自衛隊機又は米軍機の落下事故		合　　計
	①飛行場での離着陸時における落下事故	②航空路を巡航中の落下事故		①訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	②基地－訓練空域間往復時の落下事故	
東海第二発電所	約 1.80×10^{-9}	約 4.30×10^{-11}	約 9.95×10^{-9}	約 1.86×10^{-8}	約 3.00×10^{-8}	約 6.1×10^{-8}

3.　建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方について

建築基準法施行令における荷重の考え方を表1に示す。

組合せは，一般には短期においてのみであり，固定荷重と積載荷重を組み合わせる自然現象による荷重は，「積雪」，「風」，「地震」である。また，それらを組み合わせることはない。

表1　建築基準法施行令からの抜粋

力の種類	荷重及び外力について想定する状態	一般の場合	第86条第2項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合
長期に生ずる力	常時	G＋P	G＋P
	積雪時		G＋P＋0.7S
短期に生ずる力	積雪時	G＋P＋S	G＋P＋S
	暴風時	G＋P＋W	G＋P＋0.35S＋W
	地震時	G＋P＋K	G＋P＋0.35S＋K

G：第84条に規定する固定荷重によって生ずる力
P：第85条に規定する積載荷重によって生ずる力
S：第86条に規定する積雪荷重によって生ずる力
W：第87条に規定する風圧力によって生ずる力
K：第88条に規定する地震力によって生ずる力

また，東海第二発電所が立地する東海村は該当しないが，建築基準法では，その地方における垂直積雪量が1 mを超える場合又は1年毎の積雪の継続期間が30日を超える場合は，管轄の特定行政庁が規則でその地方を多雪区域に指定するとともに，その地方における積雪荷重を規定している。一方，多雪区域指定のない地域においては，暴風時及び地震時の積雪荷重に関する組合せを考慮する必要はないとされている。

構築物の構造計算にあたって考慮すべき積雪荷重として，多雪区域では次の4つの状態が設定されている。*

① 短期に発生する積雪荷重

この状態に対する積雪荷重は，短期積雪荷重と呼ばれており，冬季の最大積雪として概ね3日間程度の継続時間を想定した50年再現期待値として設定される値である。

② 長期に発生する積雪荷重

この状態に対する積雪荷重は，長期積雪荷重と呼ばれており，概ね3ヶ月程度の継続時間を想定したものである。この荷重は多雪区域における構築物の構造計算を行うときのみ用いられる荷重であり，その値は短期積雪荷重の0.7倍である。

③ 冬季の平均的な積雪状態

この状態は，多雪区域において積雪時に強い季節風等の暴風又は地震に襲われたときに想定するものである。この場合の荷重・外力を「主の荷重」と「従の荷重」に区分すると，風圧力又は地震力を「主の荷重」，積雪荷重を「従の荷重」とみなすことができる。「従の荷重」として想定する積雪はその地方における冬季の平均的な積雪で，①の短期積雪荷重の0.35倍である。

④ 極めて稀に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は，建築物が想定すべき最大級の荷重として，①の短期積雪荷重の 1.4 倍である。

＊：「2007 年版　建築物の構造関係技術基準解説書」平成 19 年 8 月

＜参考＞建築基準法における垂直積雪荷重及び基準風速について

1.　垂直積雪量

建築基準法における積雪荷重は，建築基準法施行令第八十六条により，国土交通大臣が定める基準（建設省告示第 1455 号）に基づいて特定行政庁が規則で定める垂直積雪量を積雪の単位荷重に乗じて計算することとされている。

茨城県建築基準法等施行規則より，東海第二発電所が立地する東海村の垂直積雪量は 30 cm である。

（建築基準法施行令から抜粋）

（積雪荷重）
第八十六条　積雪荷重は、積雪の単位荷重に屋根の水平投影面積及びその地方における垂直積雪量を乗じて計算しなければならない。
２　前項に規定する積雪の単位荷重は、積雪量一センチメートルごとに一平方メートルにつき二十ニュートン以上としなければならない。ただし、特定行政庁は、規則で、国土交通大臣が定める基準に基づいて多雪区域を指定し、その区域につきこれと異なる定めをすることができる。
３　第一項に規定する垂直積雪量は、国土交通大臣が定める基準に基づいて特定行政庁が規則で定める数値としなければならない。

（茨城県建築基準法等施行規則から抜粋）

（垂直積雪量）
第 16 条の 4　政令第 86 条第 3 項の規定により知事が定める垂直積雪量の数値は、次の各号に掲げる区域の区分に応じ、それぞれ当該各号で定める数値とする。
(1)　常陸太田市、常陸大宮市及び久慈郡の区域　40 センチメートル
(2)　前号に掲げる区域以外の区域　30 センチメートル

2.　基準風速

建築基準法における風圧力（単位面積あたりの風荷重）は，建築基準法施行令第八十七条により，その地方における過去の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて定められる基準風速V_0の二乗に比例する風力係数を乗じて計算することとされている。

建設省告示第 1454 号より，東海第二発電所が立地する東海村の基準風速は 30m/s である。

（建築基準法施行令から抜粋）

（風圧力）

第八十七条　風圧力は、速度圧に風力係数を乗じて計算しなければならない。

２　前項の速度圧は、次の式によつて計算しなければならない。

$q = 0.6E \cdot V_0^2$

この式において、ｑ、Ｅ及びV_0はそれぞれ次の数値を表すものとする。

ｑ　速度圧（単位　一平方メートルにつきニュートン）

Ｅ　当該建築物の屋根の高さ及び周辺の地域に存する建築物その他の工作物、樹木その他の風速に影響を与えるものの状況に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値

V_0 その地方における過去の台風の記録に基づく風害の程度その他の風の性状に応じて三十メートル毎秒から四十六メートル毎秒までの範囲内において国土交通大臣が定める風速（単位　メートル毎秒）

（平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号から抜粋）

第２　令第 87 条第 2 項に規定するV_0は、地方の区分に応じて次の表に掲げる数値とする。

(1)	(2)から(9)までに掲げる地方以外の地方	30
(2)	茨城県のうち 水戸市　下妻市　ひたちなか市　東茨城郡のうち内原町　西茨城郡のうち友部町及び岩間町　新治郡のうち八郷町　真壁郡のうち明野町及び真壁町　結城郡　猿島郡のうち五霞町、猿島町及び境町	32
(3)	茨城県のうち 土浦市　石岡市　龍ヶ崎市　水海道市　取手市　岩井市　牛久市　つくば市　東茨城郡のうち茨城町、小川町、美野里町及び大洗町　鹿島郡のうち旭村、鉾田町及び大洋村　行方郡のうち麻生町、北浦町及び玉造町　稲敷郡　新治郡のうち霞ヶ浦町、玉里村、千代田町及び新治村　筑波郡　北相馬郡	34
(4)	茨城県のうち 鹿島市　鹿島郡のうち神栖町及び波崎町　行方郡のうち牛堀町及び潮来町	36
(5)～(9)：茨城県内該当なし		

4.　降水について

4.　降水について

4.1　設計基準降水量の設定

東海第二発電所の最寄りの気象官署である水戸地方気象台（水戸市）での観測記録（1906 年 1 月～2012 年 3 月）によれば，最大 1 時間降水量は 81.7mm／h（1947 年 9 月 15 日）である。

森林法に基づく林地開発許可に関する審査基準等を示した「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成 28 年 4 月茨城県）及び茨城県宅地開発関係資料集《技術基準及びその他編》（監修　茨城県土木部都市局建築指導課，一般社団法人　茨城県建築士会発行）により，雨量強度は 127.5mm／h と算出した。

4.2　降水による敷地内浸水影響評価

4.2.1　雨水流出量の算出

＜条件＞

降雨強度は，設計基準としての降水量（127.5mm／h）とする。

雨水流出量Q_1の算出には，「森林法に基づく林地開発許可申請の手びき」（平成 28 年 4 月茨城県）を参照し，以下の合理式（ラショナル式）を用いる。

$Q_1 = 1 / 360 \cdot f \cdot r \cdot A$

ここで，

Q_1：雨水流出量（m^3／s）

ｆ：流出係数（開発部：0.9，林地：0.5）

ｒ：設計基準としての降水量（127.5mm／h）

Ａ：集水区域面積（ha）

また，集水区域面積は，表 1 のとおり。

表 1　集水区域面積内訳

流域	流域面積（ha）	開発部面積（ha）	林地面積（ha）
①	14.5	13.6	0.9
②	18.7	16.6	2.1
③	8.56	8.56	0.0
④	0.92	0.92	0.0
⑤	2.81	2.81	0.0

4.2.2　流末排水路排水量の算出

＜条件＞

構内排水路における流末排水路排水量Q_2の算出には，「開発行為の技術基準」（平成 10 年 10 月茨城県）を参照し，以下のマニング式を用いる。

$Q_2 = V \cdot A$

$V = 1 / n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

ここで，

Q_2：流末排水路排水量（m^3／s）

Ｖ：平均流速（m／s）

Ａ：流末排水路流水断面積（m^2）

ｎ：マニングの粗度係数

Ｒ：径深＝Ａ／Ｓ（m）（Ｓ：潤辺（m））

Ｉ：勾配

また，流末排水路は，以下を考慮して設定する。

①排水路設置位置は，集水区域ごとに，敷地勾配及び流下経路を考慮し，地表面の降水の流下状況を踏まえ，敷地傾斜等に従い流下する箇所に設定する。

②排水路構造は，防潮堤部に設置することから，防潮堤断面方向の構造を考慮し，かつ敷地標高及び潮位を考慮した管径，勾配及び設置本数を設定する。

③排水路の機械的強度は，他の外部事象によって発生する衝撃によって排水機能を損なうことのない設計とする。

4.2.2.1　敷地勾配及び流下経路を考慮した地表面の降水の流下状況

発電所敷地（防潮堤内へ降水が流下する発電所敷地外を含む）を標高及び幹線排水路の設置状況より以下の５つの流域に分割し，各々の流下経路を検討する。

流域①：東海第二発電所原子炉建屋より北側（EL.4m～EL.8m）

流域②：敷地西側の高台（EL.11m 以上）

流域③：東海発電所敷地を含む敷地南側（EL.8m）

流域④：取水口エリア（海水ポンプ室含む）（EL.3m）

流域⑤：東海第二発電所原子炉建屋の南側（EL.8m）

流域①の降水は，流域①内に設置されている幹線排水路へ導かれ，流末排水路①-2（既設排水路）を通して海洋へ排水される。また，敷地勾配を考慮すると標高の低い流域①の北東部（EL.8m から EL.4m へ下る）へ地表面を流下すると想定される。

流域②の降水は，流域②内の低地である EL.11m に設置する幹線排水路へ導き，海洋へ排水する。

流域③の降水は，流域③内に設置されている幹線排水路へ導かれる他，地表面を流下すると想定される。

流域④の降水は，流域④内の排水路により海洋へ排水する。なお，防潮堤の構造や周辺の道路の敷設状況より，隣接している流域①，③及び⑤から降水は流下しない。

流域⑤の降水は，流域⑤内に設置されている幹線排水路へ導かれる他，地表面を流下すると想定される。

4.2.2.2　流末排水路の設置位置の設定

4.2.2.1 で考慮した結果より，各流域に対する流末排水路の設置箇所は以下とした。

流域①の降水のため，流末排水路①-2 による排水の他，標高の低い流域①の北東部（EL.8m から EL.4m へ下る）へ地表面流下水の流末排水路①-1 を設置する。

流域②の降水のため，流域①，③及び⑤へ流下しないよう，流域②内の低地である EL.11m に設置する幹線排水路から流末排水路②の経路を設置する。

流域③の降水のため，幹線排水路からの流末排水路③-1，地表面流下水の流末排水路③-2 を設置する。

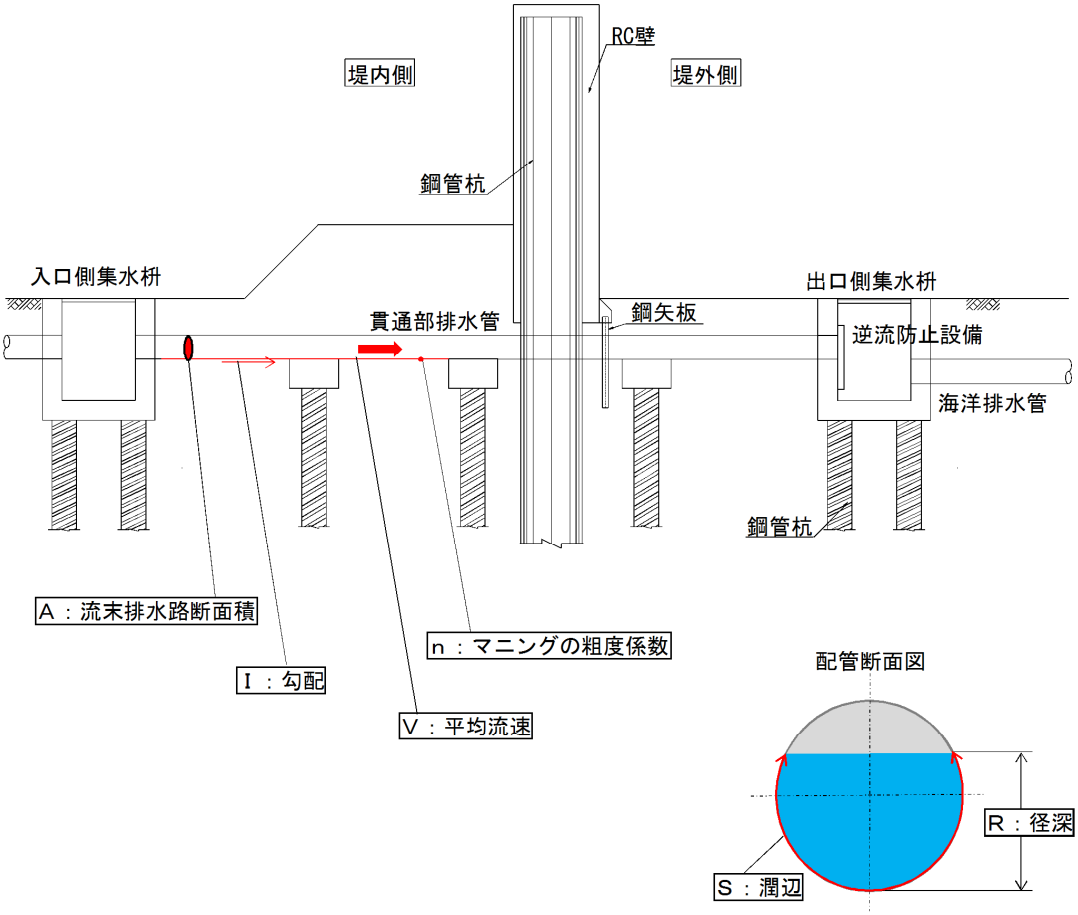
流域④の降水のため，流末排水路④を設置する。なお，隣接する流域①，③及び⑤の降水が流入しないよう，流入経路となる可能性のある箇所は堰等を設置し，他流域からの流入防止を行う。

流域⑤の降水のため，流末排水路⑤を設置する。

なお，流域②，③及び⑤の降水のうち，当該流域内の幹線排水路に集水されず地表面を流下する降水は，順次敷地標高の低い流域へ流下・排水され，最終的には流域①に設置される流末排水路①-1 へ流入する可能性があるが，流末排水路①-1 の排水量には流域①の雨水流出量と比較して十分な余裕があることから，遅滞なく海域に排水が可能であり，敷地内が浸水することはない。

集水流域，幹線排水路及び流末排水路位置を図 1 に，流末排水路構造を図 2 に，敷地高さ及び地表水の流下想定を図 3 に示す。

図１　集水流域，幹線排水路及び流末排水路位置



上断面図
（鋼管杭－排水路の平面方向の位置関係）

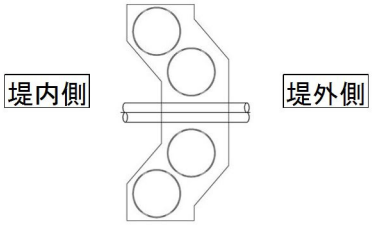


図２　流末排水路構造

図３　敷地高さ及び地表水流下想定

4.2.3　判定基準

「4.2.2　流末排水路排水量の算出」において算出した流末排水路排水量Q_2が，「4.2.1 雨水流出量の算出」において算出した雨水流出量Q_1を上回ることを確認することにより，雨水を遅滞なく海域に排水することが可能であること及び敷地内が降水によって浸水しないことを判定基準とする。

4.2.4　評価結果

流末排水路排水量は，雨水流出量を上回り，雨水は遅滞なく海域に排水可能であり，敷地内は浸水しないことを確認した。雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果を表2に示す。

表2　雨水流出量と流末排水路の設計排水量の比較結果

流域	集水区域面積A（ha）	雨水流出量 Q_1 （m^3／h）	流末	流末排水路排水量* Q_2 （m^3／h）	判定 （$Q_1<Q_2$）	備考
①	14.5	約16,200	①-1	約20,700	○	流末①-２で排水できない雨水は地表を流下し，流末①-１で排水される
			①-2	約 8,760		
②	18.7	約18,900	②	約21,800	○	
③	8.56	約9,900	③-1	約 3,900	○	流末③-１で排水できない雨水は地表を流下し，流末③-２で排水される
			③-2	約11,600		
④	0.92	約 1,060	④	約 1,100	○	
⑤	2.81	約 3,230	⑤	約12,000	○	

4.3　浸水評価について

4.3.1　建屋廻りの浸水評価

安全施設を内包する建屋への影響について，建屋の排水口（設計降水量 100mm/h）による排水は，それらの建屋周辺において構内排水路（設計降水量 50mm/h）及び地表面を敷地傾斜に従い流下し，流末排水路（設計降水量 127.5mm/h 以上）より速やかに排水されることから，安全施設が浸水することはない。

4.3.2　取水口エリアの浸水評価

取水口エリアへの影響について，敷地傾斜に従い流下し，流末排水路より速やかに排水されることから,安全施設が浸水することはない。(「4.2　降水による敷地内浸水影響評価」のとおり)

なお，安全施設が設置されている海水ポンプ室内には，排水ポンプが設置されており，その排水量は海水ポンプ室内の雨水流出量を上回るため,安全施設が浸水することはない。海水ポンプ室内における雨水流出量と排水ポンプ排水量の比較結果を表 3 に示す。

表 3　海水ポンプ室内における雨水流出量と排水ポンプ排水量の比較結果

流域	集水区域面積A (m^2)	雨水流出量 Q_3 (m^3／h)	排水ポンプ排水量Q_4 (m^3／h)	判定 (Q_3<Q_4)
北側海水ポンプ室	86	11.0	36.0	○
南側海水ポンプ室	108	13.8	36.0	○

以上のことから，安全重要度クラス１，２に属する構築物，系統及び機器若しくはそれらを内包する建屋，機能を喪失することで上位クラスの安全機能に影響を及ぼす可能性のある屋外設備が,設計基準としての降水量による浸水によって安全機能を損なわれることはない。

4.4　荷重の影響について

降水による荷重の影響について，安全施設を内包する建屋には，排水口が設置されていること，建屋上部は開放されていることから，速やかに排水可能である。また，屋外に設置されている安全施設は，上部に水が滞留する構造ではなく降水による荷重を受けにくいため，影響はない。

以上のことから，安全施設を内包する建屋は多量の降水に対しても，排水口等により排水する設計としており，設計基準としての降水量による荷重によって安全機能を損なわれることはない。