

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）

（その1：耐竜巻設計、耐降下火砕物設計及び耐外部火災設計を除く。）

2023年5月11日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

大洗研究所高速実験炉部

第6条：外部からの衝撃による損傷の防止
(その1：耐竜巻設計、耐降下火砕物設計及び耐外部火災設計を除く。)

目次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 3.1 安全設計方針
 - 3.2 気象等
 - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
 - 4.1 基本方針
 - 4.2 外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計（竜巻、火山の影響、森林火災及び近接工場等の火災を除く。）
 - 4.3 要求事項（試験炉設置許可基準規則第6条への適合性説明）

(別紙)

- 別紙1 : 自然現象（地震及び津波を除く。）並びに敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の選定
- 別紙2 : 自然現象の組合せ（地震及び津波を除く。）
- 別紙3 : 重要安全施設の選定の考え方
- 別紙4-1 : 洪水の考慮
- 別紙4-2 : 降水の考慮
- 別紙5 : 落雷の考慮
- 別紙6 : 航空機落下に係る影響評価
- 別紙7 : ダムの崩壊の考慮

- 別紙 8 : 有毒ガスの考慮
- 別紙 9 : 船舶の衝突の考慮
- 別紙 10 : 「JMT R (材料試験炉) 二次冷却系統の冷却塔倒壊」の知見を踏まえた対応

(添付)

- 添付 1 : 設置許可申請書における記載
- 添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (安全設計)
- 添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (適合性)

< 概 要 >

試験研究用等原子炉施設の設置許可基準規則の要求事項を明確化するとともに、それら要求に対する高速実験炉原子炉施設の適合性を示す。

1. 要求事項の整理

試験炉設置許可基準規則第6条における要求事項等を第1.1表に示す。本要求事項は、新規制基準における追加要求事項に該当する。

第1.1表 試験炉設置許可基準規則第6条における要求事項
及び本申請における変更の有無(1/2)

要求事項	変更の有無
<p>1 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none">第6条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含む。第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。第1項に規定する「想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として試験研究用等原子炉施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。	有

第 1.1 表 試験炉設置許可基準規則第 6 条における要求事項
及び本申請における変更の有無 (2/2)

要求事項	変更の有無
<p>2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第 2 項に規定する「重要安全施設」については、「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」（平成 3 年 7 月 18 日原子力安全委員会決定）の「添付 水冷却型試験研究用原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する基本的な考え方」の「4. (1) 自然現象に対する設計上の考慮」に示されるものとする。水冷却型研究炉以外の炉型についても、これを参考とすること。 ・ 第 2 項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。 ・ 第 2 項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせた場合をいう。 	有
<p>3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。</p> <p>【解釈】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 第 3 項は、設計基準において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設、設備等への措置を含む。 ・ 第 3 項に規定する「試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況をもとに選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等をいう。なお、上記の「航空機落下」については、「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」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定））等に基づき、防護設計の要否について確認する。 	有

2. 設置許可申請書における記載

添付 1 参照

3. 設置許可申請書の添付書類における記載

3.1 安全設計方針

(1) 設計方針

添付 2 参照

(2) 適合性

添付 3 参照

3.2 気象等

該当なし

3.3 設備等

該当なし

※ 添付の朱書き：審査進捗を踏まえて記載を見直す箇所

4. 要求事項への適合性

4.1 基本方針

原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本方針に基づき、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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。また、重要安全施設については、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して適切に組み合わせる。

自然現象（地震及び津波を除く。）については、網羅的に抽出する【自然現象（地震及び津波を除く。）並びに敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）の選定：別紙1参照】、【自然現象の組合せ（地震及び津波を除く。）：別紙2参照】。

なお、敷地で想定される自然現象のうち、高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、以下に選定した自然現象に含まれる。また、設計基準事故により、重要安全施設のうち屋外部分及び重要安全施設の外殻施設に応力が生じることはない。よって、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象と設計基準事故の重畳を考慮する必要はない。このため、重要安全施設は、個々の事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

(a-1) 洪水

敷地は鹿島台地にあり、地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない。

(a-2) 降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている1時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水については、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる。

(a-3) 風（台風）

屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、風荷重に対する設計を、建築基準法に基づいて行い、安全機能を損なわない設計とする。

(a-4) 凍結

屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている最低気温に、適切な余裕を考慮し、凍結を防

止することで、屋内設備については空調換気設備により環境温度を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

(a-5) 積雪

屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、茨城県建築基準法関係条例に基づく設計基準積雪量により設計を行うことで、安全機能を損なわないようにする。

(a-6) 落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ 20m を超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵抗の低減を図る。

(a-7) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、設置変更許可申請書添付書類六 3.4.2.1 項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(a-8) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建屋の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、これを防止する。

安全施設は、敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）については、網羅的に抽出する。

(b-1) 航空機落下

航空機の落下確率は、防護設計の可否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(b-2) ダムの崩壊

原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(b-3) 爆発

原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(b-4) 有毒ガス

安全施設は、想定される有毒ガスの発生に対し、中央制御室換気系等により、中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

(b-5) 船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、原子炉施設の東側に海岸があるが、原子炉施設からは十分離れている。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(b-6) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれのある施設として、以下の施設を外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設とする（第 4.1.1 表参照）【重要安全施設の選定の考え方：別紙 3 参照】。

(i) クラス 1

(ii) クラス 2 のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器

第 4. 1. 1 表(1) 外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設

分類	機能	構築物、系統又は機器	特記すべき関連系
PS-1	原子炉冷却材バウンダリ機能	① 原子炉容器 1) 本体 ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。）	
	炉心形状の維持機能	① 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ② 炉心バレル構造物 1) バレル構造体 ③ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体 (A) 5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置	

第 4.1.1 表(2) 外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設

分類	機能	構築物、系統又は機器	特記すべき関連系*
MS-1	原子炉の緊急停止及び未臨界維持機能	① 制御棒 ② 制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管 ③ 後備炉停止制御棒 ④ 後備炉停止制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管	① 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ② 炉心バレル構造物 1) バレル構造体 ③ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体 (A) 5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置
	1次冷却材漏えい量の低減機能	① 原子炉容器 1) リークジャケット ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管(外側)又はリークジャケット ③ 1次主冷却系 1) 逆止弁 ④ 1次補助冷却系 1) サイフォンブレイク止弁 ⑤ 1次予熱室素ガス系 1) 仕切弁	① 関連するプロセス計装(ナトリウム漏えい検出器)
	原子炉停止後の除熱機能	① 1次主冷却系 1) 1次主循環ポンプポニーモータ 2) 逆止弁 ② 2次主冷却系 1) 主冷却機(主送風機を除く。)	① 原子炉容器 1) 本体 ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁(ただし、計装等の小口径のものを除く。) ③ 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系 1) 冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁(ただし、計装等の小口径のものを除く。)
	放射性物質の閉じ込め機能	① 格納容器 ② 格納容器バウンダリに属する配管・弁	
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	① 原子炉保護系(スクラム) ② 原子炉保護系(アイソレーション)	① 関連する核計装 ② 関連するプロセス計装
	安全上特に重要な関連機能	① 中央制御室 ② 非常用ディーゼル電源系(MS-1に関連するもの) ③ 交流無停電電源系(MS-1に関連するもの) ④ 直流無停電電源系(MS-1に関連するもの)	① 関連する補機冷却設備

* : 上記関連系は、当該系と同位の重要度を有するものとする。

第 4. 1. 1 表(3) 外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設

分類	機能	構築物、系統又は機器	特記すべき関連系
PS-2	原子炉冷却材 バウンダリに 直接接続されていない ものであって、 放射性物質を 貯蔵する機能	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池	
	燃料を安全に 取り扱う機能	① 核燃料物質取扱設備	
MS-2	燃料プール水 の保持機能	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 1) 水冷却池 2) 水冷却浄化設備のうち、サイフォンブレイク止弁	
	事故時のプラント状態 の把握機能	① 事故時監視計器の一部	
	安全上重要な関連機能	① 非常用ディーゼル電源系 (MS-1に属するものを除く。) ② 交流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。) ③ 直流無停電電源系 (MS-1に属するものを除く。)	

4.2 外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計（竜巻、火山の影響、森林火災及び近接工場等の火災を除く。）

4.2.1 安全施設の設計方針

安全施設については、以下の事象を想定し、安全機能を損なわない設計とする。

（1）洪水

敷地は鹿島台地（茨城県東茨城郡大洗町南部の太平洋に面した丘陵地帯の台地（標高：約38m））にあり、また、原子炉施設は、T.P. +約35m～+約40mに位置する。敷地周辺に涸沼（標高：約0m）が存在する。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、その水位は、T.P. +約29mである（水深：約6m）。地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない【洪水の考慮：別紙4-1参照】。

（2）降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている1時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水に対しては、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる【降水の考慮：別紙4-2参照】。

（3）風（台風）

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録（1937年～2013年）によれば44.2m/s（1939年8月5日）である。屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号より設定した設計基準風速（34m/s、地上高10m、10分間平均）の風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。

なお、風（台風）に伴う飛来物による影響は、竜巻影響評価にて想定する設計飛来物の影響に包絡される。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、個々の事象として考えられる影響と変わらない。高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

※（参考）：2014年～2019年までの水戸地方気象台の観測記録における瞬間最大風速は28.2m/s（2014年2月15日）である。

（4）凍結

敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は-12.7℃（1952年2月5日）、月平均最低気温は-3.1℃（1月）である。

屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、上記の最低気温に、適切な余裕を考慮し、保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことで、安全機能を損なわない設計とする。屋内については、建家空調換気設備により環境温度は凍結のおそれのない室温となるため、安全機能は損なわれない。

※（参考）：2014年～2019年までの水戸地方気象台の観測記録における最低気温は-

7.9℃(2018年1月27日)である。

(5) 積雪

水戸地方気象台の観測記録(1897年～2013年)によれば、積雪量の日最大値は32cm(1945年2月26日)である。屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、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より設定した設計基準積雪量(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。

なお、設計値(30cm)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を低減させる。

※(参考): 2014年～2019年までの水戸地方気象台の観測記録における積雪量の日最大値は19cm(2018年1月22日)である。

(6) 落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ20mを超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵抗の低減を図る。

なお、避雷設備については、2003年にJIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備(避雷針)」から改正されたJIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベルIに適合するものとする。

雷サージの侵入に対して、原子炉保護系のロジック盤における計装ケーブル及び制御ケーブルには、鋼製筐体(鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管を含む。)や金属シールド付ケーブルの適用により雷サージの侵入を抑制する。屋外に位置する安全施設における屋外敷設制御・計測ケーブルについても同様とする。なお、雷サージに起因して外部電源を喪失した場合、原子炉はスクラム(自動停止)する【落雷の考慮:別紙5参照】。

(7) 地滑り

大洗研究所(南地区)の敷地には、設置許可申請書添付書類六 3.4.2.1項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(8) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建屋の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、小動物の侵入を防止する設計とする。

(9) 航空機落下

航空機の落下確率は、「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」(平成14・07・29原院第4号(平成14年7月30日原子力安全・保安院制定))等を準用して評価した結果、約 9.4×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である

10⁻⁷回／炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない【航空機落下に係る影響評価：別紙6参照】。

(10) ダムの崩壊

原子炉施設の周辺地域のダムとしては、大洗研究所（南地区）の敷地から北西方向約20kmの地点に那珂川より取水した水を貯留する楮川ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れている。原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない【ダムの崩壊の考慮：別紙7参照】。

(11) 爆発

大洗研究所（南地区）敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在しない。原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(12) 有毒ガス

中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。また、敷地内外において、有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれの確認された場合には、原子炉を停止する。

なお、原子炉施設の近くに、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はない。また、敷地内には、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を、屋内で取り扱っており、屋外の固定源（屋外タンク）及び可動源（タンクローリー）を有しない。敷地に隣接する国道51号線では、予期せず発生する有毒ガスを想定する。原子炉施設には、空気呼吸器を配備し、定期的に装備装着訓練を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。空気ポンベの容量は、5名の要員を想定し、6時間の対応が可能なものとする。なお、海上において船舶から発生する有毒ガスについては、国道51号線での発生で代表する【有毒ガスの考慮：別紙8参照】。

(13) 船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、大洗研究所（南地区）の北方約5kmに大洗港があり、T.P. +約35m～+約40mに位置する原子炉施設の東側約400mに海岸がある。原子炉施設から十分離れていること及び原子炉施設は海水を取水としていないことから、船舶の衝突や座礁による影響（重油等の流出を含む。）はない。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない【船舶の衝突の考慮：別紙9参照】。

(14) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

4.2.2 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づき、原子炉施設保安規定を定める。原子炉施設保安規定には自然現象（地震、津波、外部火災、降下火砕物及び竜巻を除く。）に対して、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 有毒ガスが発生した場合の措置に関すること。
- ・ 設計値（30cm）を上回るような降雪が気象予報により予測された場合には、建物や屋外の設備に長期間積雪による荷重を掛け続けないこと。

4.3 要求事項（試験炉設置許可基準規則第6条）への適合性説明

（外部からの衝撃による損傷の防止）

第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

自然現象（地震及び津波を除く。）及び敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）について、「Specific Safety Requirements (No. SSR-3) [1]」の「5. SITE EVALUATION FOR RESEARCH REACTOR FACILITIES」及び「Appendix APPENDIX I SELECTED POSTULATED INITIATING EVENTS FOR RESEARCH REACTORS」を参考に、以下の事象を選定した。

【自然現象】

洪水／降水／風（台風）／凍結／積雪／落雷
地滑り／生物学的事象／竜巻／火山の影響／森林火災

【人為事象】

航空機落下／ダムの崩壊／爆発／有毒ガス／船舶の衝突／電磁的障害／近隣工場等の火災

安全施設は、設計上の考慮を要する自然現象（洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災）又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として試験研究用等原子炉施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

想定される自然現象に対しては、必要に応じて、設備と運用（代替措置や修復等）による対策を組み合わせた措置を講じることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

（1）洪水

敷地は鹿島台地（茨城県東茨城郡大洗町南部の太平洋に面した丘陵地帯の台地（標高：約38m））にあり、また、原子炉施設は、T.P. +約35m～+約40mに位置する。敷地周辺に涸沼（標高：約0m）が存在する。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、その水

位は、T.P. +約 29m である（水深：約 6m）。地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない。

（2）降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている 1 時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水に対しては、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる。

（3）風（台風）

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録（1937 年～2013 年）によれば 44.2m/s（1939 年 8 月 5 日）である。屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、建築基準法及び同施行令第 87 条第 2 項及び第 4 項に基づく建設省告示第 1454 号より設定した設計基準風速（34m/s、地上高 10m、10 分間平均）の風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。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、「（7）落雷」に述べる個々の事象として考えられる影響と変わらない。

高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

なお、風（台風）に伴い発生する可能性のある飛来物による影響については、竜巻影響評価において想定している設計飛来物の影響に包絡される。

（5）凍結

敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897 年～2013 年）によれば、最低気温は -12.7°C （1952 年 2 月 5 日）、月平均最低気温は -3.1°C （1 月）である。

屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、上記の最低気温に、適切な余裕を考慮し、保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことで、安全機能を損なわない設計とする。屋内については、建家空調換気設備により環境温度は凍結のおそれのない室温となるため、安全機能は損なわれない。

（6）積雪

水戸地方気象台の観測記録（1897 年～2013 年）によれば、積雪量の日最大値は 32cm（1945 年 2 月 26 日）である。屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、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より設定した設計基準積雪量（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。

なお、設計値（30cm）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、建物屋上等の除雪を行うことで積雪荷重を低減させる。

（7）落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ 20m を超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵

抗の低減を図る。

なお、避雷設備については、2003年にJIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」から改正されたJIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベルⅠに適合するものとする。

雷サージの侵入に対して、原子炉保護系のロジック盤における計装ケーブル及び制御ケーブルには、鋼製筐体（鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管を含む。）や金属シールド付ケーブルの適用により雷サージの侵入を抑制する。屋外に位置する安全施設における屋外敷設制御・計測ケーブルについても同様とする。なお、雷サージに起因して外部電源を喪失した場合、原子炉はスクラム（自動停止）する。

(8) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、設置許可申請書添付書類六 3.4.2.1項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(10) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建物の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、小動物の侵入を防止する設計とする。

安全施設の安全機能を損なわないことを確認する際に使用する自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せを以下に示す。これら以外の自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せについて、安全施設へ影響を与えるパラメータ（荷重、温度及び電気的影響）を考慮すると、影響を与えるパラメータが異なるため組み合わせることによる設計への影響が低い、組み合わせることによりその影響が打ち消しあう若しくは増加しない、又は同時発生を考慮することが過度に保守的であることから、以下に示す（1）及び（2）は代表性を有している。

(1) 「竜巻」＋「積雪」

(2) 「火山の影響」＋「風（台風）」＋「積雪」

2 について

重要安全施設については、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して、適切に組み合わせるものとする。

重要安全施設は、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれのある施設として、以下の施設を外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設とする。

(i) クラス1

(ii) クラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、第1項において選定した自然現象に含まれる。また、重要安全施設を含む安全施設は、第1項において選定した自然現象又はその組合せにより、安全機能を損なわない設計としている。安全機能を損なわなければ設計基準事故に至らないため、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象又はその組合せと設計基準事故に因果関係はない。したがって、因果関係の観点からは、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、重要安全施設は、個々の事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

また、重要安全施設は、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を適切に考慮する設計とする。なお、設計基準事故により、重要安全施設のうち屋外部分及び重要安全施設の外殻施設に応力が生じることはない。よって、重要安全施設の大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象と設計基準事故の重畳を考慮する必要はない。

3 について

安全施設は、敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（航空機落下、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害）に対して、安全機能を損なわない設計とする。

原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものに対しては、必要に応じて、設備と運用（代替措置や修復等）による対策を組み合わせた措置を講じることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

(1) 航空機落下

航空機の落下確率は、「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」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））等を準用して評価した結果、約 9.4×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(2) ダムの崩壊

原子炉施設の周辺地域のダムとしては、大洗研究所（南地区）の敷地から北西方向約20kmの地点に那珂川より取水した水を貯留する楮川ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れている。原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(3) 爆発

大洗研究所（南地区）敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在しない。原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(5) 有毒ガス

中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。また、敷地内外において、有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。

なお、原子炉施設の近くに、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はない。また、敷地内にあるのは、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を、屋内で取り扱っており、屋外の固定源（屋外タンク）及び可動源（タンクローリー）を有しない。敷地に隣接する国道 51 号線では、予期せず発生する有毒ガスを想定する。原子炉施設には、空気呼吸器を配備し、定期的に装備装着訓練を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。空気ポンベの容量は、5 名の要員を想定し、6 時間の対応が可能なものとする。なお、海上において船舶から発生する有毒ガスについては、国道 51 号線での発生で代表する。

(6) 船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、大洗研究所（南地区）の北方約 5km に大洗港があり、T.P. +約 35m～+約 40m に位置する原子炉施設の東側約 400m に海岸がある。原子炉施設から十分離れていること及び原子炉施設は海水を取水源としていないことから、船舶の衝突や座礁による影響（重油等の流出を含む。）はない。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(7) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

[1] Specific Safety Requirements (No. SSR-3) “Safety of Research Reactors ” (IAEA September 2016)

※【「JMTR（材料試験炉）二次冷却系統の冷却塔倒壊」の知見を踏まえた対応：別紙 10 参照】

自然現象（地震及び津波を除く。）並びに
敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を
損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの
（故意によるものを除く。）の選定

「常陽」では、自然現象（地震及び津波を除く。）及び敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）について、「Specific Safety Requirements (No. SSR-3)^[1]」の「5. SITE EVALUATION FOR RESEARCH REACTOR FACILITIES」及び「APPENDIX I SELECTED POSTULATED INITIATING EVENTS FOR RESEARCH REACTORS」（以下「IAEA 安全基準」という。）を参考に、以下の事象を選定した（第 1.1 表及び第 1.2 表参照）。

なお、これらは、設置許可基準規則の解釈第 6 条第 2 項及び第 8 項において、「自然現象（地震及び津波を除く。）」と「人為事象」として例示された事象と一致している。

【自然現象】

洪水／降水／風（台風）／凍結／積雪／落雷
地滑り／生物学的事象／竜巻／火山の影響／森林火災

【人為事象】

航空機落下／ダム崩壊／爆発／有毒ガス／船舶の衝突／電磁的障害／近隣工場等の火災

[1] Specific Safety Requirements (No. SSR-3) “Safety of Research Reactors ” (IAEA September 2016)

第 1.1 表 IAEA 安全基準を参考とした自然現象（地震及び津波を除く。）の選定結果

○：選定した自然現象

IAEA 安全基準	「常陽」	検討結果
気象現象（風）	○	「風（台風）」として評価対象とする。
気象現象（降水）	○	「降水」として評価対象とする。
気象現象（積雪）	○	「積雪」として評価対象とする。
気象現象（高温）	—	外気温が急激に上昇することはなく、原子炉の停止等について、時間的余裕を有し、十分な対応が可能であること、また、屋内機器は、常時、換気空調設備で管理された雰囲気中に設置されており、安全施設の機能に影響が生じることはないことから、評価対象外とする。なお、最終ヒートシンクにあつては、水戸地方気象台の観測記録における最高気温（38.4℃）を超える外気温 40℃にて設計している。
気象現象（低温）	—	「凍結」の評価に包含される。
気象現象（高潮）	—	立地的要因により設計上考慮する必要はない。
竜巻	○	「竜巻」として評価対象とする。
熱帯低気圧（台風）	○	「風（台風）」として評価対象とする。
洪水	○	「洪水」として評価対象とする。
傾斜不安定性（地滑り）	○	「地滑り」として評価対象とする。
傾斜不安定性（岩崩れ）	—	第 3 条（試験研究用等原子炉施設の地盤）に係る評価に包含される。
傾斜不安定性（雪崩）	—	地域の特性上、積雪が長期間継続し、雪崩の原因となる層構造に至ることは考え難いことから、評価対象外とする。
液状化	—	第 3 条（試験研究用等原子炉施設の地盤）に係る評価に包絡される。
火山	○	「火山の影響」として評価対象とする。
落雷	○	「落雷」として評価対象とする。
砂嵐	—	原子炉施設の周辺に砂漠はなく、評価対象外とする。なお、関東ローム層等による砂塵については、フィルタにより大部分を捕集でき、安全施設の機能に影響が生じることない
雹（ひょう）	—	「竜巻」における飛来物衝突評価に包含される。
地表下の凍結	○	「凍結」として評価対象とする。
生物学的事象	○	「生物学的事象」として評価対象とする。

第 1.2 表 IAEA 安全基準を参考とした人為事象の選定結果

○：選定した人為事象

IAEA 安全基準	「常陽」	検討結果
航空機落下	○	「航空機落下」として評価対象とする。
爆発	○	「爆発」として評価対象とする。
有毒ガス	○	「有毒ガス」として評価対象とする。
交通機関の事故 (航空機を除く。)	○	「船舶の衝突」として評価対象とする。 なお、主要幹線道路からの影響は、「有毒ガス」の評価に 包含できる。
近隣施設からの影響	○	「近隣工場等の火災」として評価対象とする。
外部供給ラインの 電力、電圧上昇	—	万一、外部電圧が異常に上昇した場合には、大洗研究所南 受電所の過電圧継電器が動作し、外部電源が遮断される。 外部電源喪失の影響は、第 13 条（運転時の異常な過渡変 化及び設計基準事故の拡大の防止）に係る評価に包含され る。

<参考：IAEA 安全基準 (Specific Safety Requirements (No. SSR-3)) 以外の文献を参考とした検討>

自然現象（地震及び津波を除く。）及び人為事象の選定に当たっては、IAEA が研究炉に対して発行した安全基準「Specific Safety Requirements (No. SSR-3)^[1]」を参考に選定している。

ここでは、当該文献に加え、IAEA が原子力発電所に対するレベル 1PRA の開発及び適用のために発行したガイド「Specific Safety Guide(SSG-3)^[2]」、米国 NEI が設計基準を超える外部事象が原子力発電所に対してもたらず課題に対処するために発行したガイド「DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE^[3]」、米国 NRC が原子力発電所の PRA の実施のために発行したガイド「NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”^[4]」から抽出された事象を参考に、「常陽」において想定する自然現象（地震及び津波を除く。）及び人為事象について検討した。当該検討結果を第 1 表及び第 2 表に示す。

第 1 表及び第 2 表に示すとおり、上記の原子力発電所のために発行されたガイドを参考とした場合においても、選定した事象は、設置許可基準規則の解釈第 6 条第 2 項及び第 8 項において、「自然現象（地震及び津波を除く。）」と「人為事象」として例示された事象と一致する。

[1] Specific Safety Requirements (No. SSR-3) “Safety of Research Reactors ” (IAEA September 2016)

[2] Specific Safety Guide(SSG-3) “Development and Application of Level1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants”, IAEA, April 2010

[3] DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES (FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)

[4] NUREG/CR-2300 “PRA PROCEDURES GUIDE”, NRC, January 1983

第1表 抽出した自然現象及び検討結果 (1/2)

丸数字は、自然現象を抽出した文献を示す。

自然現象	①	②	③	「常陽」	検討結果
強風	レ	レ	レ	○	「風(台風)」として評価対象とする。
竜巻	レ	レ	レ	○	「竜巻」として評価対象とする。
ハリケーン	—	レ	レ	—	台風と同一の気象条件であるため、「風(台風)」の評価に包絡される。
高温(気温)	レ	レ	レ	—	外気温が急激に上昇することではなく、原子炉の停止等について、時間的余裕を有し、十分な対応が可能であること、また、屋内機器は、常時、換気空調設備で管理された雰囲気中に設置されており、安全施設の機能に影響が生じることはないことから、評価対象外とする。なお、最終ヒートシンクにあっては、水戸地方気象台の観測記録における最高気温(38.4℃)を超える外気温40℃にて設計している。
低温(気温)	レ	レ	レ	—	「凍結」の評価に包含される。
異常圧力(気圧高低)	レ	—	—	—	「竜巻」において、気圧差による圧力を考慮しており、当該評価に包含される。
降水(豪雨)	レ	レ	レ	○	「降水」として評価対象とする。
積雪	レ	レ	レ	○	「積雪」として評価対象とする。
雹(ひょう)	レ	レ	レ	—	「竜巻」における飛来物衝突評価に包含される。
靄(もや)・霧(きり)	レ	レ	レ	—	靄・霧により、その機能に影響が生じる安全施設を有しないことから、評価対象外とする。
霜(しも)	レ	レ	レ	—	「凍結」に係る評価に包含される。
干ばつ	レ	レ	レ	—	干ばつの事象進展は遅く、十分な対応が可能であることから、評価対象外とする。
塩害	レ	レ	レ	—	塩害による腐食の進展は年単位と遅く、十分な管理が可能であることから、評価対象外とする。
砂嵐	レ	レ	レ	—	原子炉施設の周辺に砂漠はなく、評価対象外とする。なお、関東ローム層等による砂塵については、フィルタにより大部分を捕集でき、安全施設の機能に影響が生じることはない。
落雷	レ	レ	レ	○	「落雷」として評価対象とする。
隕石	レ	レ	レ	—	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の隕石が衝突する可能性は、極めて小さい*1と考えられるため、評価対象外とする。
地面の隆起	レ	—	—	—	第3条(試験研究用等原子炉施設の地盤)に係る評価に包絡される。
地面の陥没	—	レ	—	—	第3条(試験研究用等原子炉施設の地盤)に係る評価に包絡される。
土壌の収縮・膨張	—	レ	レ	—	第3条(試験研究用等原子炉施設の地盤)に係る評価に包絡される。
凍結(地表下を含む。)	レ	レ	レ	○	「凍結」として評価対象とする。
晶氷	レ	—	—	—	海水を取水源としていないことから、評価対象外とする。

① Specific Safety Guide(SSG-3) "Development and Application of Level1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010

② DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)

③ NUREG/CR-2300 "PRA PROCEDURES GUIDE", NRC, January 1983

*1: NUREG-1407 "Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant External Events(IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities"によると、隕石や人工衛星については、衝突の確率が 10^{-9} と非常に小さいため、起因事象頻度は低く IPEEE の評価対象から除外する旨が記載されている。

第1表 抽出した自然現象及び検討結果 (2/2)

丸数字は、自然現象を抽出した文献を示す。

自然現象	①	②	③	「常陽」	検討結果
氷壁	レ	—	—	—	影響は、凍結と同じと考えられるため、「凍結」の評価に包絡される。
生物学的事象	レ	レ	—	○	「生物学的事象」として評価対象とする。
火山	レ	レ	レ	○	「火山の影響」として評価対象とする。
雪崩	レ	レ	レ	—	地域の特性上、積雪が長期間継続し、雪崩の原因となる層構造に至ることは考え難いことから、評価対象外とする。
地滑り	レ	レ	レ	○	「地滑り」として評価対象とする。
外部火災 (森林火災、草原火災)	レ	レ	レ	—	「森林火災」として評価対象とする。なお、「森林火災」に係る評価では、敷地の植生を考慮しており、「草原火災」は、当該評価に包絡される。
地震	レ	レ	レ	—	第4条(地震による損傷の防止)で評価する。
カラスト地形	レ	—	—	—	第3条(試験研究用等原子炉施設の地盤)に係る評価に包絡される。
地下水による浸食	レ	—	—	—	第3条(試験研究用等原子炉施設の地盤)に係る評価に包絡される。
水面高	レ	レ	レ	—	海の影響は、第5条(津波による損傷の防止)に係る評価に包含される。また、湖及び河川の影響は、洪水と同じと考えられるため、「洪水」の評価に包絡される。
水面低	レ	レ	レ	—	海水を取水源としていないこと、並びに湖及び河川の水位の低下の進展は遅く、十分な管理が可能であることから、評価対象外とする。
高温(水温)	レ	—	—	—	海水を取水源としていないこと、並びに湖及び河川の水温の上昇の進展は遅く、十分な管理が可能であることから、評価対象外とする。
低温(水温)	レ	—	—	—	海水を取水源としていないこと、並びに地域の特性上、湖及び河川が凍結することはないことから、評価対象外とする。
水中の有機物	レ	—	—	—	「生物学的事象」の評価に包含される。
津波	レ	レ	レ	—	第5条(津波による損傷の防止)で評価する。
満潮、高潮	—	レ	レ	—	立地的要因により設計上考慮する必要はない。
波浪、高波	—	レ	レ	—	立地的要因により設計上考慮する必要はない。
海岸浸食	—	レ	レ	—	事象進展が遅く、また、敷地は海岸から離れていることから、評価対象外とする。
洪水(外部洪水)	—	レ	レ	○	「洪水」として評価対象とする。
河川の迂回	—	レ	レ	—	影響は洪水と同じと考えられるため、「洪水」の評価に包絡される。
静振	—	レ	レ	—	影響は洪水と同じと考えられるため、「洪水」の評価に包絡される。なお、大洗研究所の夏海湖(水位:T.P.+約29m)に対して、原子炉施設は、T.P.+約35m~+約40mに位置している。
磁気嵐	—	レ	—	—	日本では、磁気緯度、大地抵抗率の条件より地磁気変動が影響を及ぼす可能性は極めて小さいと考えられることから、評価対象外とする。

① Specific Safety Guide(SSG-3) "Development and Application of Level1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010

② DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)

③ NUREG/CR-2300 "PRA PROCEDURES GUIDE", NRC, January 1983

第2表 抽出した人為事象及び検討結果

丸数字は、人為事象を抽出した文献を示す。

人為事象	①	②	③	「常陽」	検討結果
衛星の落下	レ	レ	—	—	安全施設の機能に影響を及ぼす規模の人工衛星が衝突する可能性は、極めて小さい*1と考えられるため、評価対象外とする。
ダムの崩壊	レ	—	—	○	「ダムの崩壊」として評価対象とする。
航空機落下	レ	レ	レ	○	「航空機落下」として評価対象とする。
電磁的障害	レ	—	—	○	「電磁的障害」として評価対象とする。
船舶の衝突	レ	レ	—	○	「船舶の衝突」として評価対象とする。
敷地内外での掘削作業	レ	—	—	—	敷地内での掘削作業は、適切に管理される。また、敷地外での掘削作業は、原子炉施設に影響を及ぼさないことから、評価対象外とする。
船舶から流出される 固体液体不純物	レ	—	—	—	海水を取水源としていないこと、及び敷地は海岸から離れていることから、評価対象外とする。
水中への化学物質の流出	レ	—	—	—	原子炉施設で使用する水の水質は、適切に管理していることから、評価対象外とする。
敷地内での化学物質の流出	レ	レ	レ	—	影響は有毒ガスと同じと考えられるため、「有毒ガス」の評価に包絡される。
敷地外での化学物質の流出	レ	—	—	—	影響は有毒ガスと同じと考えられるため、「有毒ガス」の評価に包絡される。
交通事故	レ	レ	レ	—	影響は有毒ガス又は爆発と同じと考えられるため、「有毒ガス」及び「爆発」の評価に包含される。
パイプライン事故	レ	レ	レ	—	敷地内及び敷地周辺にパイプラインはないことから、評価対象外とする。
敷地内外での爆発	レ	レ	—	○	「爆発」及び「外部火災」として評価対象とする。
軍事活動でのミサイル	レ	—	—	—	敷地周辺に軍事施設はないことから、評価対象外とする。
敷地内の他施設の 内部火災の拡大	レ	—	—	—	影響は外部火災と同じと考えられるため、「外部火災」の評価に包絡される。
敷地内の他施設から のミサイル	レ	—	—	—	安全施設の機能に影響を及ぼす規模のミサイルが発生する敷地内の他施設はないことから、評価対象外とする。
敷地内の他施設から の内部溢水の拡大	レ	—	—	—	影響は洪水と同じと考えられるため、「洪水」の評価に包絡される。
工業施設又は軍事施設 の事故	—	レ	レ	—	敷地周辺に軍事施設はないこと、及び工業施設の事故の影響は、近隣工場等の火災と同じと考えられるため、「近隣工場等の火災」の評価に包絡される。
タービンミサイル	—	レ	レ	—	試験研究用等原子炉施設である「常陽」では、蒸気タービン、大型回転機器を有しないため、評価対象外とする。
内部溢水	—	—	レ	—	第9条（内部溢水による損傷の防止等）で評価する。

① Specific Safety Guide(SSG-3) "Development and Application of Level1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants", IAEA, April 2010

② DIVERSE AND FLEXIBLE COPING STRATEGIES(FLEX) IMPLEMENTATION GUIDE (NEI 12-06 August 2012)

③ NUREG/CR-2300 "PRA PROCEDURES GUIDE", NRC, January 1983

*1 NUREG-1407 "Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant External Events(IPEEE) for Severe Accident Vulnerabilities"によると、隕石や人工衛星については、衝突の確率が 10^{-9} と非常に小さいため、起回事象頻度は低く IPEEE の評価対象から除外する旨が記載されている。

自然現象の組合せ（地震及び津波を除く。）

安全施設の安全機能を損なわないことを確認する際に使用する自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せを以下に示す。

- (1) 「竜巻」＋「積雪」
- (2) 「火山の影響」＋「風（台風）」＋「積雪」

また、上記以外の自然現象の組合せについて、安全施設へ影響を与えるパラメータ（浸水、荷重、温度及び電気的影響）を考慮し、その要否について検討した。下表に示すように、自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せは、上記（1）及び（2）で代表性を有している。

なお、立地的要因により設計上考慮が不要である「洪水」及び「地滑り」は、対象外とした。

【】内：影響を与えるパラメータ

サブ事象 メイン事象	森林 火災 【温度】	生物学的 事象 【電气的 影響】	火山の 影響 【荷重】	落雷 【電气的 影響】	積雪 【荷重】	凍結 【温度】	竜巻 【荷重】	風 （台風） 【荷重】	降水 【浸水】
降水 【浸水】	*2	*1	*4	*1	*2	*1	*1	*1	—
風（台風） 【荷重】	*1	*1	(2) に包絡	*1	(2) に包絡	*1	(1) に包絡	—	
竜巻 【荷重】	*1	*1	*3	*1	(1) に該当	*1	—		
凍結 【温度】	*2	*1	*1	*1	*1	—			
積雪 【荷重】	*1	*1	(2) に包絡	*1	—				
落雷 【電气的影響】	*1	*2	*1	—					
火山の影響 【荷重】	*1	*1	—						
生物学的事象 【電气的影響】	*1	—							
森林火災 【温度】	—								

- *1 : 安全施設への影響を与えるパラメータが異なるため、組み合わせることによる設計への影響が低い
- *2 : 組み合わせることにより、その影響が打ち消しあう、又は組み合わせても影響が増加しない
- *3 : 同時発生を考慮することが過度に保守的
- *4 : 火山灰の密度で考慮するが、火山灰飛散抑制・堆積抑制で影響が打ち消しあう

重要安全施設の選定の考え方

「常陽」において、外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設は、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、(1) クラス1、及び(2) クラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器とする。

なお、クラス2のうち、重要安全施設に選定しなかったものは、「原子炉カバーガス等のバウンダリ機能 (PS-2)」、「原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能 (PS-2)」の一部、「放射線の遮蔽及び放出低減機能 (MS-2)」、及び「燃料プール水の保持機能 (MS-2)」の一部である。

「放射線の遮蔽及び放出低減機能」については、当該機能を喪失しても、MS-1の「放射性物質の閉じ込め機能」により、機能を代替できる。

「原子炉冷却材バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能」及び「燃料プール水の保持機能」のうち、第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備（貯蔵ラック、水冷却池、サイフォンブレイク止弁）、第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備（貯蔵ラック、水冷却池、サイフォンブレイク止弁）、気体廃棄物処理設備（アルゴン廃ガス処理系）並びに「原子炉カバーガス等のバウンダリ機能」については、外部事象（外部火災、火山、竜巻）発生時には代替手段として基本的に原子炉を停止することにより機能維持を不要とする。

非常用ディーゼル電源系を除く補機冷却設備について

非常用ディーゼル電源系を除く補機冷却設備である(1)空調系冷却塔、(2)補機系冷却塔は、原子炉附属建物の屋上に設置されているが、外部からの衝撃による損傷の防止に係る対象機器には抽出していない。

補機冷却設備は、冷却水水槽、補助水槽、冷却塔、揚水ポンプ及び循環ポンプ等から構成する(第1図参照)。補機冷却設備は、揚水ポンプにより冷却水水槽より水を汲み上げ、格納容器雰囲気調整系、コンクリート遮へい体冷却系、使用済燃料貯蔵設備水冷却浄化設備、ディーゼル発電機、圧縮空気供給設備等に冷却水を供給するものであり、各設備等に供給された水は冷却水水槽に還流する。なお、一部の補機冷却設備については、循環ポンプにより、冷却水水槽を経由せず、冷却水を循環する。また、除去した熱は、冷却塔から大気中に放散される。揚水ポンプ及び循環ポンプについては、それぞれ非常用ディーゼル電源系に接続された予備ポンプを設けるものとする。

外部からの衝撃による損傷の防止に係る安全施設は、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、(i)クラス1、及び(ii)クラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器としている。

非常用ディーゼル電源系を除く補機冷却設備はクラス1, 2, 3には該当しておらず、さらに外部事象(外部火災、火山、竜巻)発生時には代替手段として基本的に原子炉を停止することにより、以下の理由で非常用ディーゼル電源系を除く補機冷却設備の機能維持を不要としている。

(1) 空調系冷却塔

負荷は、1次アルゴンガス系真空ポンプ、原子炉附属建物空調系冷却器、格納容器雰囲気調整系冷却器、1次アルゴンガス系真空ポンプである。

(a) 1次アルゴンガス系真空ポンプ

定検操作(ナトリウムドレン)に伴い必要なものであり、原子炉運転中に本機能は不要である。また、外部事象発生時に原子炉を停止することにより、同様に機能は不要である。なお、カバーガスの置換は不要であり、ナトリウムの充填が必要なプラント状態においてナトリウムのドレンは実施しない。復旧までは代替設備を要しない。

(b) 原子炉附属建物空調系冷却器

建物の空調用の冷却器である。原子炉を停止することにより、機能は不要。復旧までは代替設備を要しない。

(c) 格納容器雰囲気調整系冷却器

原子炉を停止することにより、機能は不要。原子炉停止中は冷却必須でないため、復旧までは代替設備を要しない。

(2) 補機系冷却塔

負荷は、2次主冷却系配管貫通部冷却器、圧縮空気供給系空気圧縮機及び後部冷却器、1次ナトリウム純化系窒素ガス冷却器、予熱室窒素ガス循環ブロワ、燃料冷却洗浄設備及び廃棄処理、コンクリート遮へい体冷却系冷却器、廃棄物処理建物蒸気凝縮器（旧廃棄物処理建屋）である。

(a) 2次主冷却系配管貫通部冷却器

原子炉を停止することにより、機能は不要。原子炉停止中は冷却不要のため、復旧までは代替設備を要しない。

(b) 圧縮空気供給系空気圧縮機及び後部冷却器

原子炉を停止することにより、アキュムレータタンクの蓄圧で機能は達成（一部運転員操作を含む）される。また、濾過水冷却で復旧まで代替可能である。

(c) 1次ナトリウム純化系窒素ガス冷却器

原子炉を停止、純化運転を停止することにより、機能は不要。原子炉停止中は純化運転が必須でなく復旧までは代替設備を要しない。なお、直ちに、ナトリウムの純度が低下するものではない。

(d) 予熱室窒素ガス循環ブロワ

予熱室窒素ガス循環ブロワの補機類（クーラ）を冷却するものである。本設備はナトリウムドレン中の予熱系であり、ナトリウム充填中の機能は不要。

(e) 燃料冷却洗浄設備及び廃棄処理

使用済燃料貯蔵池、燃料冷却洗浄設備、廃棄処理設備を冷却するものである。使用済燃料貯蔵池は給水により復旧まで代替可能。燃料冷却洗浄設備は燃料洗浄作業を停止することにより、機能は不要。廃棄処理設備の廃ガスコンプレッサーは、濾過水冷却で復旧まで代替可能である。

(f) コンクリート遮へい体冷却系冷却器

ペDESTAL部コンクリート温度、生体遮蔽コンクリートを冷却するものである。原子炉を停止することにより、機能は不要。原子炉停止中は冷却必須でないため、復旧までは代替設備を要しない。

(g) 廃棄物処理建物蒸気凝縮器

旧廃棄物処理建物の蒸発濃縮処理運転に必要な系統であり、処理作業を停止することにより、機能は不要。

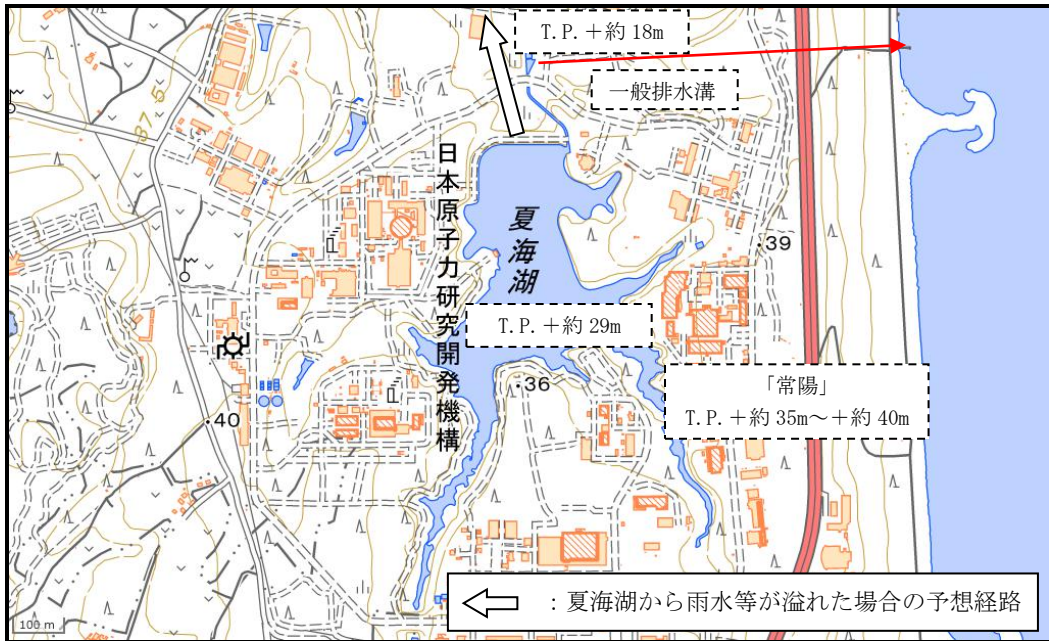
以上

洪水の考慮

敷地は、茨城県東茨城郡大洗町南部の太平洋に面した丘陵地帯の台地（標高：約 38m）にあり、原子炉施設は、T.P. +約 35m～+約 40m に位置する。敷地周辺に潤沼（標高：約 0m）が存在する。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、その水位は、T.P. +約 29m である（水深：約 6m）。夏海湖にはオーバーフローが設置されており、一定以上は水位が高くないようになっている。オーバーフローは一般排水溝に接続され、最終的には海に放出される。大雨等により万一夏海湖から溢れた場合でも、地形的な関係から敷地北部の谷地を流れる経路となり、谷地や水路を伝って潤沼に流れる（第 1 図及び第 2 図参照）。

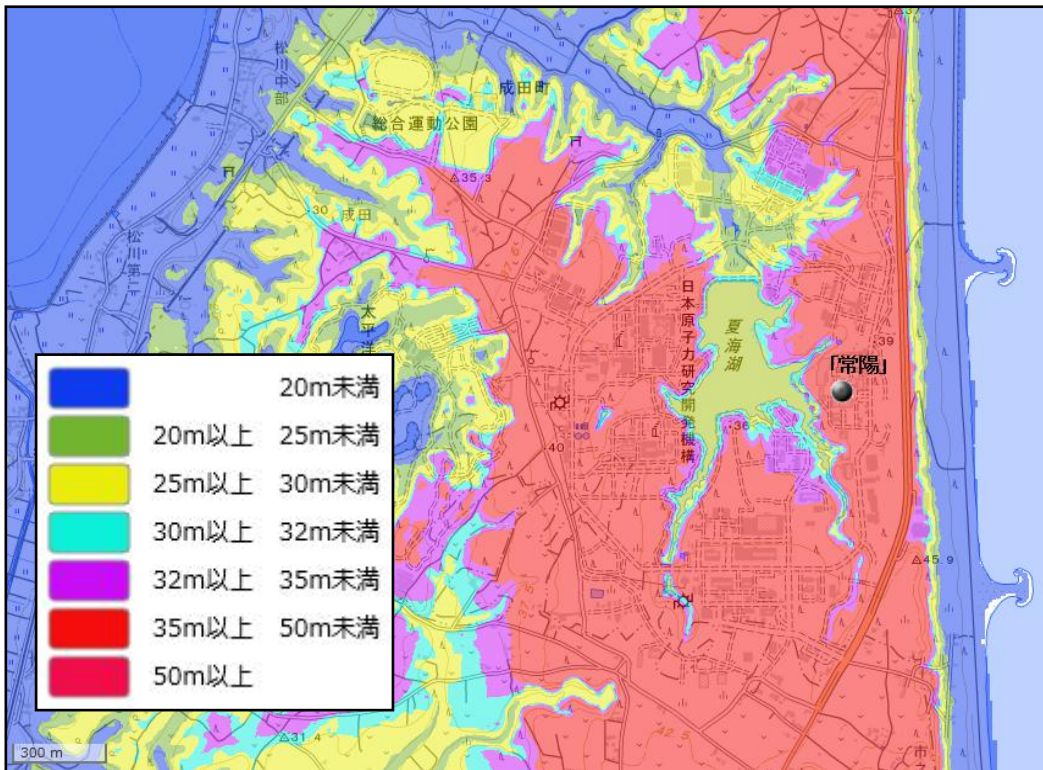
また、夏海湖は、必要に応じて那珂川から中継ポンプ場を介して、ポンプ（停止時：バルブ閉）により取水しているため、河川の増水等の影響により夏海湖へ流入することはない（第 3 図参照）。さらに、大洗町及び銚田市が作成したハザードマップによると、敷地は、土砂災害警戒区域に指定されていない（第 4 図及び第 5 図参照）。

以上のことから地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない。



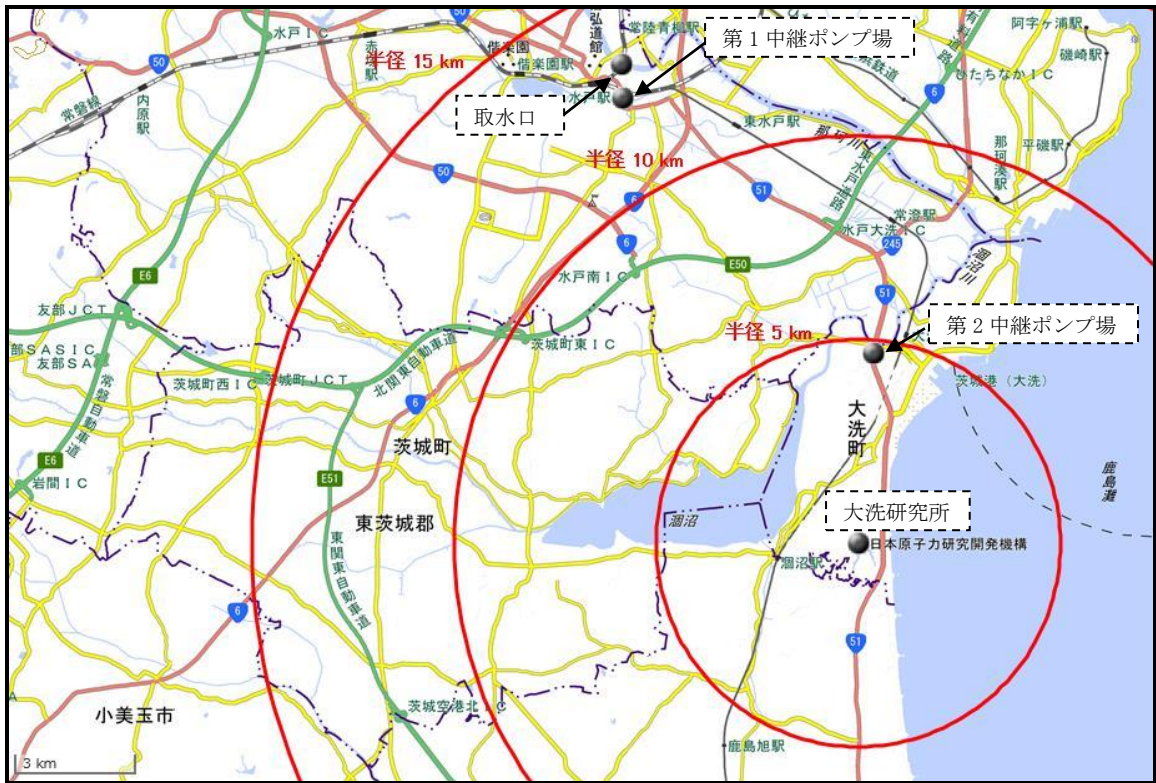
「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第1図 大洗研究所（南地区）における雨水等の流れ



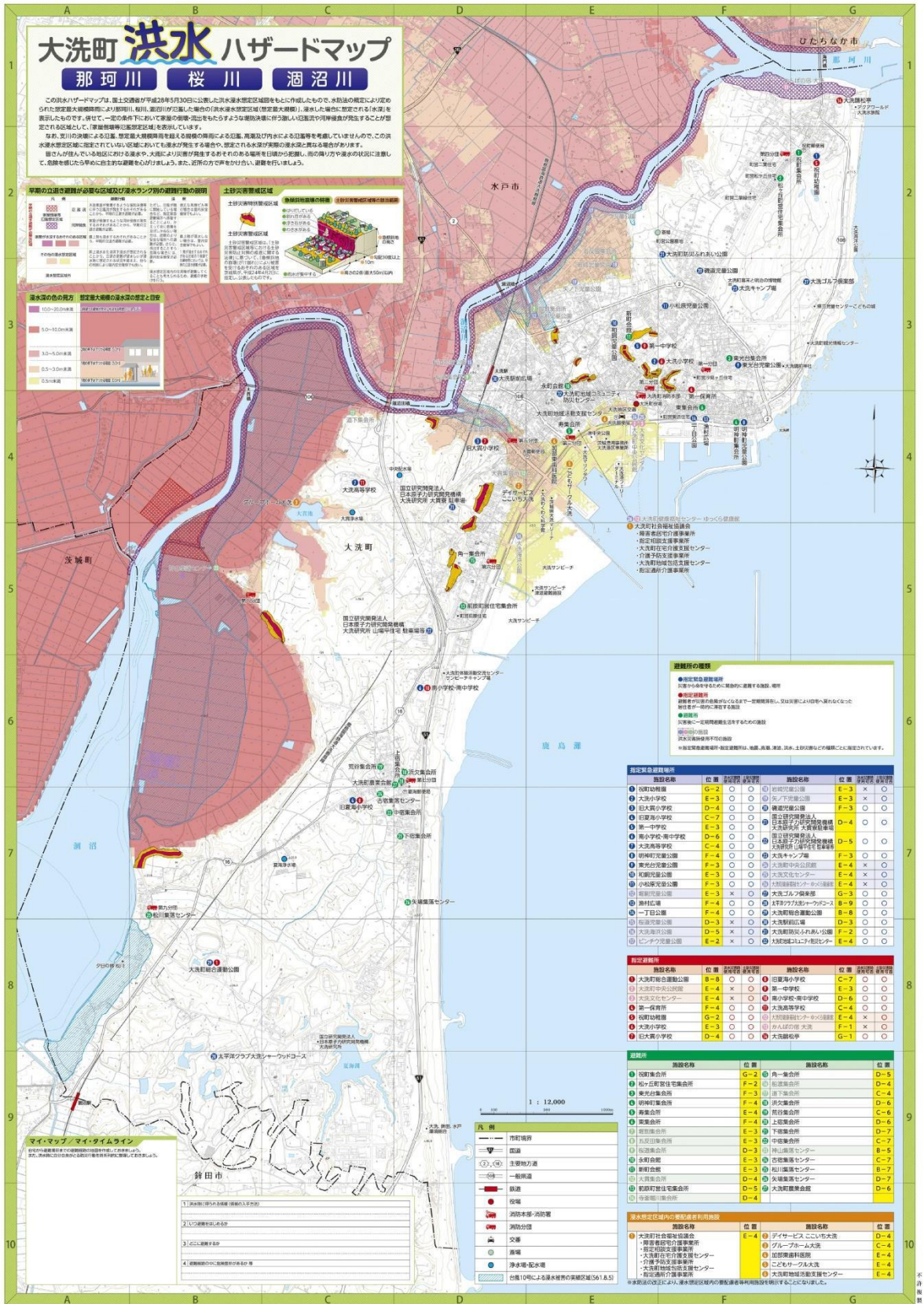
「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第2図 原子炉施設周辺の地形



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第3図 夏海湖の取水口及び中継ポンプ場



第4図 大洗町のハザードマップ

降水の考慮

敷地に降った雨水は、構内雨水排水管にて処理される。構内雨水排水管は、雨水マンホールから流入した雨水を内径 900mm のヒューム管を經由し雨水排水槽に集約し、排水監視ポンド（Ⅱ）及び一般排水溝を經由して構外に排出する機能を有する。内径 900mm のヒューム配管は、水戸地方気象台の観測記録（1906 年～2013 年）による 1 時間降水量の最大値 81.7mm/h を上回る 90mm/h の降雨強度に対して、十分な排水量を有する*1。これを上回る降水に対しては、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、オーバーフローを通じて敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる（第 1 図参照）。

なお、大雨等により万一夏海湖から溢れた場合でも、地形的な関係から敷地北部の谷地を流れる経路となり、谷地や水路を伝って涸沼に流れる（第 2 図及び第 3 図参照）。

*1 90mm/h の降雨強度に相当する流出量 (1.71m³/s) 及びヒューム管 (内径: 900mm) の排水量 (1.81 m³/s) は下記の式を用いて評価した (出典: 構内舗装・排水設計基準)。

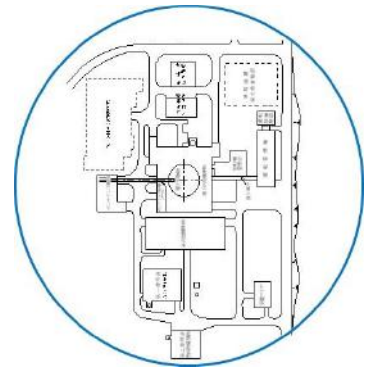
【流出量】 $Q=1/(3.6 \times 10^6) \cdot C \cdot I \cdot A$

Q: 雨水の流出量 (m³/s)

C: 流出係数 ※ 0.85 (アスファルト) を使用

I: 降雨強度 (mm/h) ※ 90mm/h を使用

A: 集水面積 (m²) ※ 80424.77m² (保守的に、原子炉施設を包絡する直径 320m の円を想定: 右図参照) を使用



【排水量】 $Q_p=A_p \cdot V$

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

Q_p: 排水量 (m³/s)

A_p: 通水断面積 (m²) ※ 0.636 m² (内径 900mm の全断面積) を使用

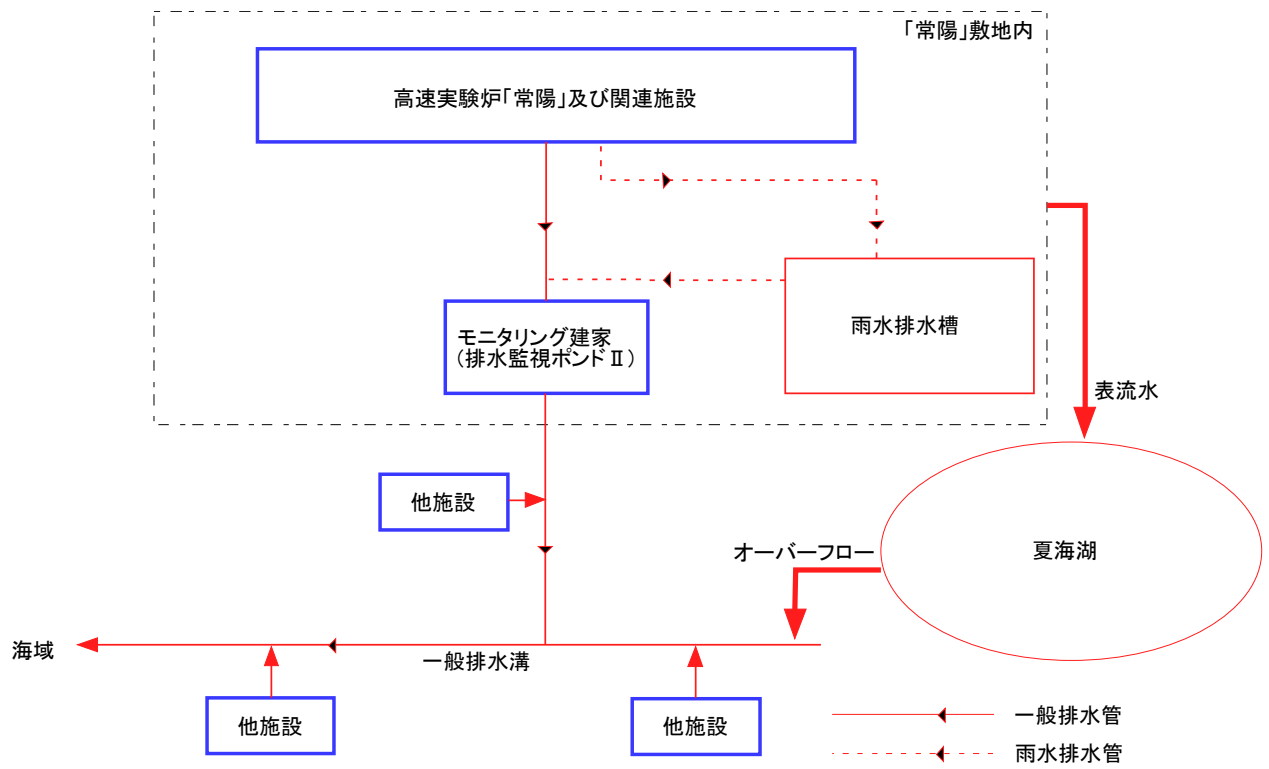
V: 平均流速 (m/s)

R: 径深 (=A_p/P) (m)

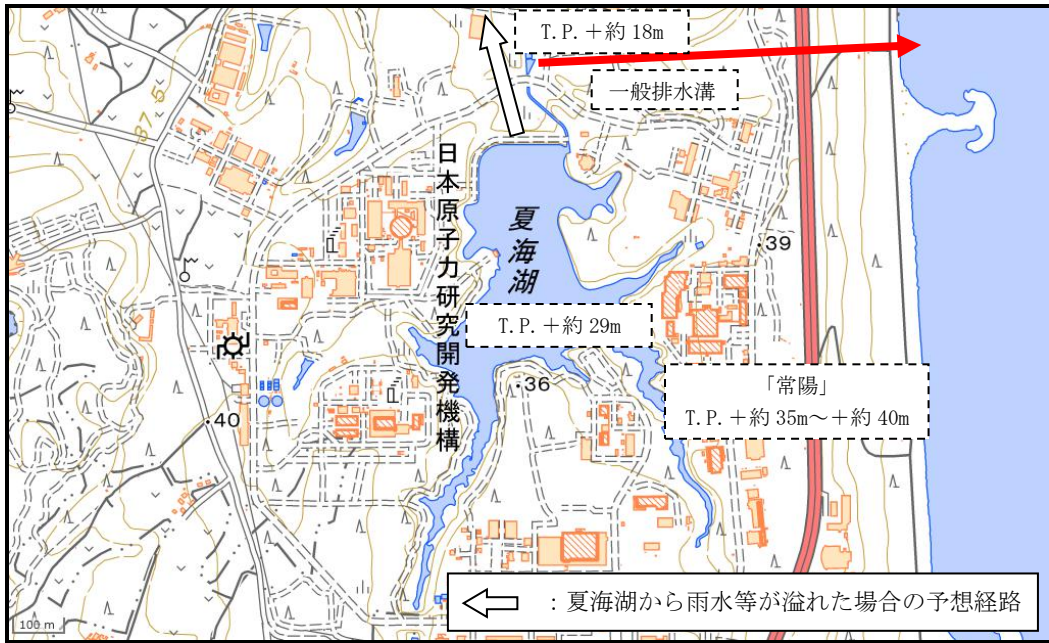
i: 勾配 ※ 保守的に 0.01 を使用 (ヒューム管施工部勾配: 0.2~0.5)

n: 粗度係数 ※ 0.013 (ヒューム管) を使用

P: 潤辺長 (m) ※ 2.827m (内径 900mm の円周長さ) を使用

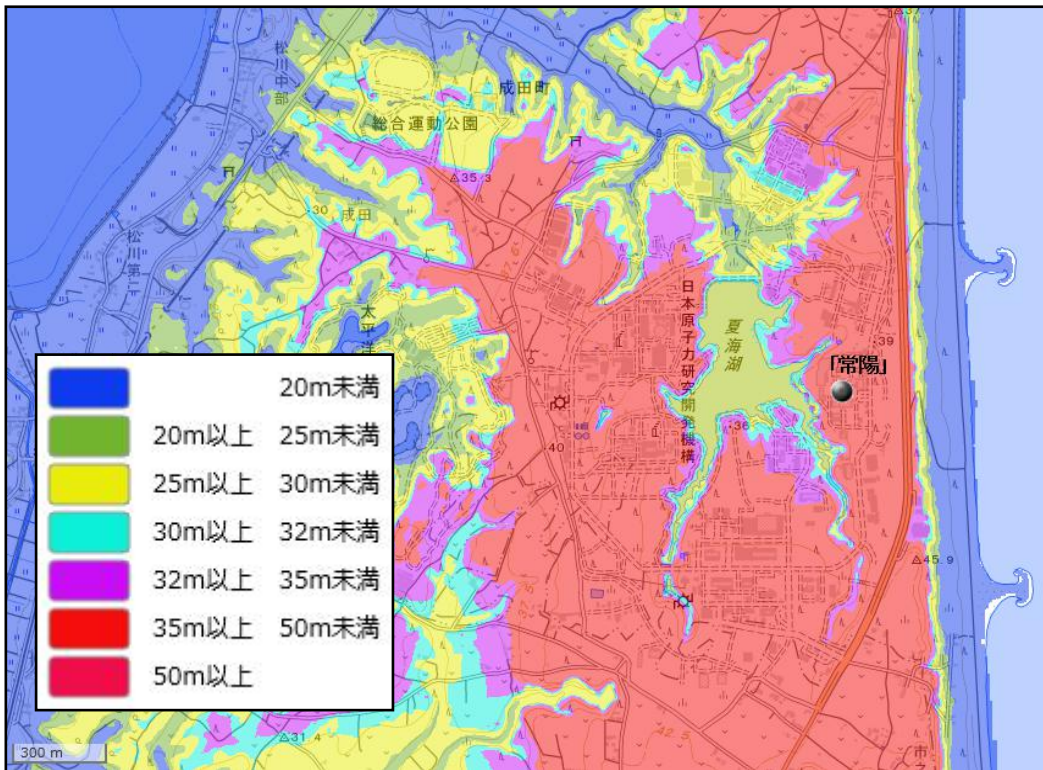


第1図 「常陽」施設における雨水に係る排水系統図



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第2図 大洗研究所（南地区）における雨水等の流れ



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

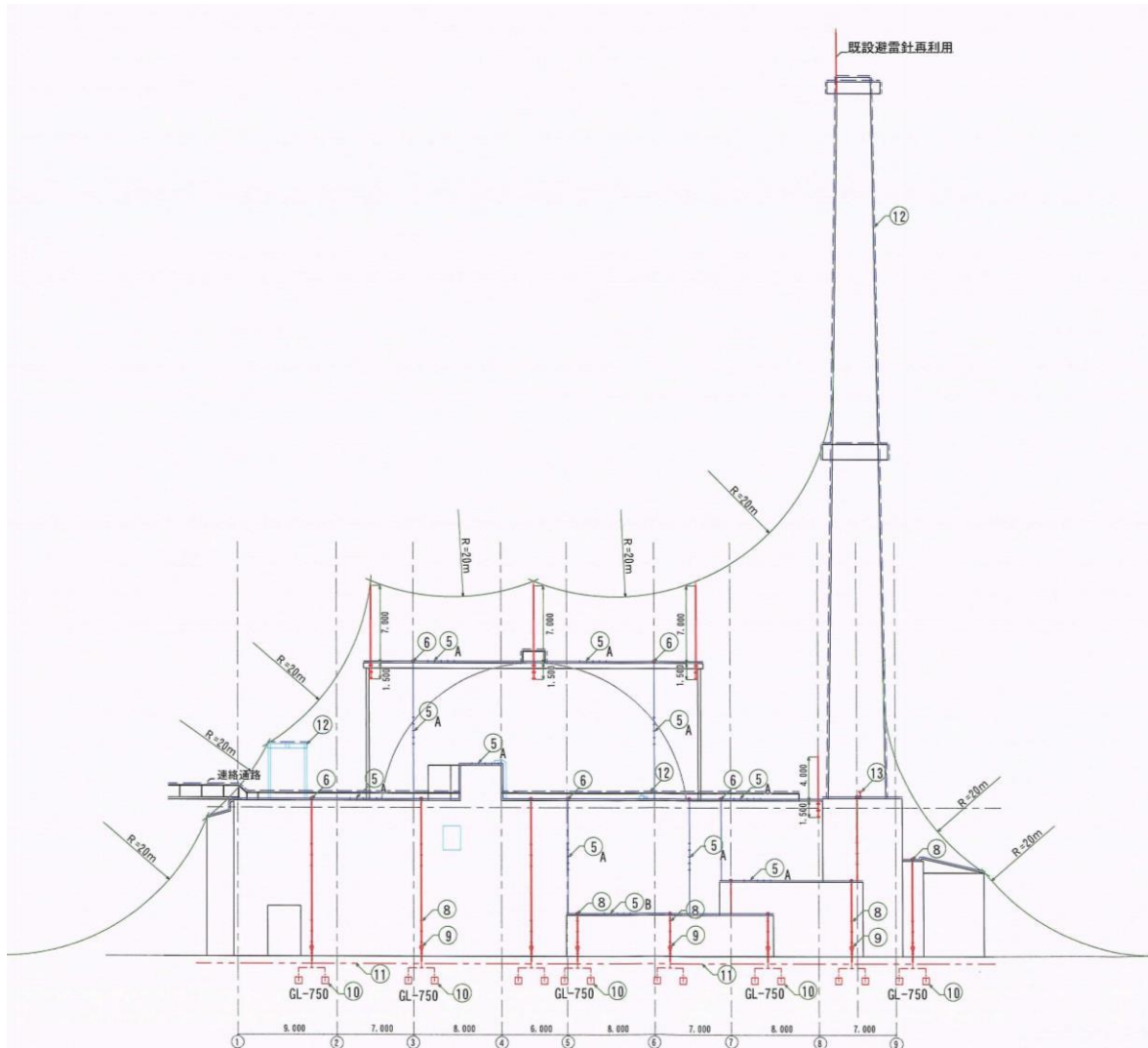
第3図 原子炉施設周辺の地形

落雷の考慮

落雷の直撃防止については、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ 20m を超える安全施設に避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を布設して設置抵抗の低減を図る。

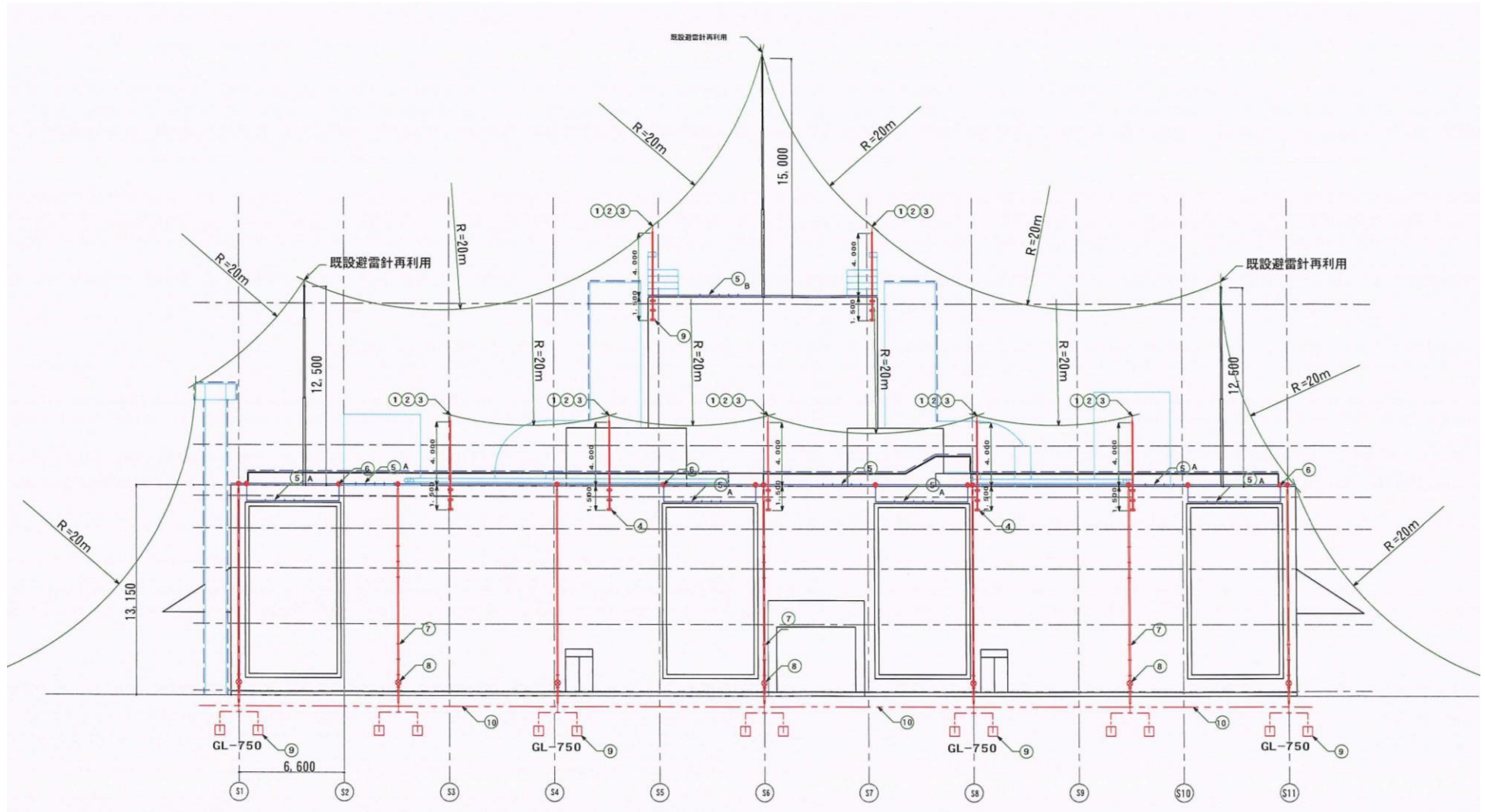
なお、避雷設備については、2003 年に JIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」から改正された JIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベル I に適合するものに更新する。避雷設備の設置イメージを第 1 図に示す。

雷サージの侵入に対して、原子炉保護系のロジック盤における計装ケーブル及び制御ケーブルには、鋼製筐体（鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管を含む。）や金属シールド付ケーブルの適用により雷サージ侵入を抑制する。屋外に位置する安全施設における屋外敷設制御・計測ケーブルについても同様とする。なお、雷サージに起因して外部電源を喪失した場合、原子炉はスクラム（自動停止）するため、原子炉は安全に停止される。原子炉冷却材バウンダリの機能を損なうこともなく、放射性物質の閉じ込め機能は確保される。



原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物

第 1 図 原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物並びに主冷却機建物への避雷設備の設置イメージ（1/2）



主冷却機建物

第1図 原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物並びに主冷却機建物への避雷設備の設置イメージ（2/2）

雷サージの侵入により屋外に位置する安全施設が停止した場合の影響

原子炉施設では、落雷に対して、落雷の直撃防止、雷サージ電流の抑制及び原子炉保護系への雷サージ侵入の抑制に係る措置を講じている。ただし、屋外に位置する安全施設については、雷サージの侵入により、機器が停止するおそれがある。当該安全施設には、以下のものが該当するが、機器の停止が生じた場合にあっては、安全機能は維持できる。

補機冷却設備のうち非常用ディーゼル電源系に関連する冷却塔のブロワ

雷サージ電流の侵入により、当該侵入が生じた系統の冷却塔のブロワが停止する。冷却水の冷却能力が低下するものの、原子炉施設は、2基の冷却塔を有し、当該機能は多重化されているため、他方の系統で必要な安全機能を維持できる。

使用済燃料貯蔵設備の水冷却浄化設備に関連する冷却塔のブロワ（原子炉附属建物）

雷サージ電流の侵入により、当該侵入が生じた系統の冷却塔のブロワが停止する。冷却水の冷却能力が低下するものの、原子炉施設は、2基の冷却塔を有し、当該機能は多重化されているため、他方の系統で必要な安全機能を維持できる。なお、当該冷却塔のブロワは、離隔距離が小さく、ブロワが同時に停止する懸念がある。ブロワが同時に停止した場合にあっては、「燃料プール水の保持機能」により、使用済燃料の健全性は確保され、その間に冷却機能を復旧することができる。

使用済燃料貯蔵設備の水冷却浄化設備に関連する冷却塔のブロワ（第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備、第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備）

雷サージ電流の侵入により、当該侵入が生じた系統の冷却塔のブロワが停止する。冷却水の冷却能力が低下するものの、当該使用済燃料貯蔵設備は1年以上冷却した使用済燃料を保管しており、「燃料プール水の保持機能」により、使用済燃料の健全性は確保され、その間に冷却機能を復旧することができる。

航空機落下に係る影響評価

1. 概要

「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則及びその解釈」に基づき、「航空機落下」については、「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」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））（以下「評価基準」という。）等に基づき、防護設計の要否について確認する。

2. 基本方針

(1) 防護設計の要否の判断基準

防護設計の要否の判断基準は、「原子炉施設へ航空機が落下する確率を評価し、それらの評価結果の総和が 10^{-7} (回/炉・年) を超えないこと」とする。

(2) 評価対象施設

安全上重要な施設（航空機落下による影響が及ばないことが明らかな構築物・系統及び機器を除く。）のほか、大量の放射性物質を蓄えている使用済燃料貯蔵設備の保護に必要な施設も対象とする。相互に関連しない（波及的影響のない）施設については、施設毎の面積を標的面積とするが、相互に関連する（波及的影響のある）施設については、相互に関連する施設の面積を合算したものとする。

以上より、以下の3つの施設(群)を評価対象施設とする。

- ・ 原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物
- ・ 第一使用済燃料貯蔵建物
- ・ 第二使用済燃料貯蔵建物

(3) 評価対象とする航空機落下事故の設定

評価基準に基づき、評価対象とする航空機落下事故として、計器飛行方式民間航空機の落下事故、有視界飛行方式民間航空機の落下事故、自衛隊機又は米軍機の落下事故を選定した。評価対象とする航空機落下事故を第1表に示す。

第1表 評価対象とする航空機落下事故

(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－訓練空域間を往復時の落下事故
○注1	○	○	○注2	○注3

注1： 原子炉施設は茨城空港（百里基地）から約15kmの距離にあり、最大離着陸地点30NM（約55.56km）までの距離に存在する（添付-1（1）参照）。

注2： 原子炉施設上空に自衛隊及び米軍機の訓練空域はないが、太平洋沖合の上空には自衛隊及び米軍機の訓練空域がある（添付-1（2）、（3）参照）。

注3： 原子炉施設は自衛隊機又は米軍機の基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置している。基地－訓練空域間を往復時の落下事故については、百里基地と訓練空域間を往復する自衛隊機を対象とする。

※ 自衛隊機の基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲として、百里基地、入間基地及び厚木基地を起点とするものが想定されるが、入間基地については、戦闘機を保有してい

ない（輸送機が中心）こと、厚木基地については、海上自衛隊の基地で、周辺海域における監視、哨戒、海上交通の保護、海上における救難を任務としていることから、入間基地及び厚木基地を起点から除外し、自衛隊機の基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲は、百里基地を起点としたものを想定する（添付-2（1）、（2）、（3）参照）。

※ 米軍機の基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲として、横田基地及び厚木基地を起点とするものが想定されるが、横田基地については、西太平洋地域の米軍に係る空輸等を任務としていること、厚木基地については、米海軍航空団所属の航空機の整備、補給等の支援業務を行っているものであることから、原則、対象となる訓練空域に向かう航空機はなく、米軍機に係る基地－訓練空域間の往復時の落下事故は想定しない（添付-2（3）、（4）参照）。

3. 計器飛行方式民間航空機の落下事故

3.1 飛行場での離着陸時における落下事故

飛行場での離着陸時における落下事故においては、以下の式を用いて、対象施設への離着陸時の航空機落下確率を評価する。当該評価結果は、 5.23×10^{-10} 回/年となる。

$$Pd, a = fd, a \cdot Nd, a \cdot A \cdot fd, a(r, q)$$

$$fd, a = Dd, a / Ed, a$$

Pd, a : 対象施設への離着陸時の航空機落下確率 (回/年)

fd, a : 対象航空機の国内での離着陸時事故率 (回/離着陸回) 【 5.27×10^{-8} 】

Dd, a : 国内での離着陸時事故件数 (回) 【2^{注1}】

Ed, a : 国内での離着陸回数 (離着陸回) 【37,956,682^{注2}】

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) 【6,420^{注3}】

A : 施設の標的面積 (km²) 【0.01^{注4}】

$fd, a(r, q)$: 離着陸時の事故における落下地点確率分布関数 (/km²) 【 1.55×10^{-4} ^{注5}】

注1 : 「NTEN-2023-2001 航空機落下事故に関するデータの整備(平成13～令和2年)」(原子力規制委員会)に基づき設定(添付-3(1)参照)。

注2 : 「航空輸送統計年報 第1表 総括表」、「空港管理状況調書」(国土交通省 航空局)に基づき設定(添付-7参照)。

注3 : 「暦年・年度別航空管理状況調書」(国土交通省 航空局)における「百里(共用)」の「着陸回数:3210回(令和元年)」を2倍した値を使用(添付-4参照)。

注4 : 「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」に基づき設定。
(原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物の投影面積は0.00575 km²、第一使用済燃料貯蔵建物の投影面積は0.00118 km²、第二使用済燃料貯蔵建物の投影面積は0.00112 km²であり、0.01 km²を下回る:別添1参照)

注5 : 「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」に基づき設定。
(一様分布の場合: 1.55×10^{-4} /km²、正規分布の場合: 1.12×10^{-4} /km²であり、保守的な、 1.55×10^{-4} /km²を使用:別添2参照)

なお、各パラメータの数値は計算過程の数値を端数処理(切り上げ又は切り捨て)して表記しているものがある。評価結果は端数処理をせずに計算を進めた最終結果を端数処理して表記しているため、一致しないことがある。以降、同様である。

3.2 航空路を巡航中の落下事故

航空路を巡航中の落下事故においては、以下の式を用いて、対象施設への巡航中の航空機落下確率を評価する。対象とする航空路^{注1}は、「航空路：R211 (MILKY-KASMI)」、「直行経路：IXE-SWAMP」、「RNAV 経路：Y30 (LOTUS-SUIGO)」、「RNAV 経路：Y108 (DAIGO-CHOSHI)」とする。当該評価結果は、「航空路：R211 (MILKY-KASMI)」、「直行経路：IXE-SWAMP」について 1.04×10^{-11} 回/年、「RNAV 経路：Y30 (LOTUS-SUIGO)」、「RNAV 経路：Y108 (DAIGO-CHOSHI)」について 4.00×10^{-10} 回/年であり、合計は 4.11×10^{-10} 回/年となる。

$$Pc = fc \cdot Nc \cdot A/W$$

$$fc = Gc/Hc$$

Pc ：対象施設への巡航中の航空機落下確率（回/年）

fc ：単位飛行距離当たりの巡航中の落下事故率（回/（飛行回・km））【 4.23×10^{-11} 】

Gc ：巡航中事故件数（回）【0.5^{注2}】

Hc ：延べ飛行距離（飛行回・km）【11,814,093,990^{注2}】

Nc ：評価対象とする航空路等の年間飛行回数（飛行回/年）

航空路 R211	直行経路 IXE-SWAMP	RNAV 航路 Y30	RNAV 航路 Y108
0.5 ^{注3}	0.5 ^{注3}	45 ^{注3}	3 ^{注3}
$(0.5+0.5) \times 365 = 365$		$(45+3) \times 365 = 17,520$	

A ：施設の標的面積（km²）【0.01^{注4}】

W ：航空路幅（km）

航空路 R211	直行経路 IXE-SWAMP	RNAV 航路 Y30	RNAV 航路 Y108
14.816=8NM ^{注5}		18.520=10NM ^{注5}	

注1： エンルートチャート（2013年（平成25年）3月7日）及び国土交通省航空局への問い合わせにより確認（添付-1（2）、（3）参照）。

注2： 事故件数は、「NTEN-2023-2001 航空機落下事故に関するデータの整備（平成13～令和2年）」（原子力規制委員会）に基づき設定。ただし、平成13年から令和2年までの20年間の巡航中の事故件数は0件であり、保守的に「0.5件」を使用（添付-3（1）参照）。

飛行距離は、平成13年～令和2年の国土交通省航空局「航空輸送統計年報 第1表 総括表、1.輸送実績」における運行キロメートルの国内便及び国際線の値を合計（添付-7参照）。

注3： 国土交通省航空局への問い合わせ結果に基づき設定。平成31年から令和2年までの各年上半期及び下半期におけるピークディの航空交通量が最大となる令和2年下半期の数値に365を乗じることで年間飛行回数に換算（ただし、航空路R211及び直行経路IXE-SWAMPにあつては、令和2年下半期におけるピークディの航空交通量が0回であり、保守的に「0.5回」を使用）。

注4： 「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」に基づき設定。

(原子炉建物、原子炉附属建物及び主冷却機建物の投影断面積は 0.00575 km^2 、第一使用済燃料貯蔵建物の投影面積は 0.00118 km^2 、第二使用済燃料貯蔵建物の投影面積は 0.00112 km^2 であり、 0.01 km^2 を下回る：別添 1 参照)

注 5： 「実用発電炉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」及び国土交通省航空局への問い合わせ結果に基づき設定（添付-1 (7)、(8)、(9) 参照）。

4. 有視界飛行方式民間航空機の落下事故

有視界飛行方式民間航空機の落下事故においては、以下の式を用いて、対象施設への航空機落下確率を評価する。当該評価結果は、 7.24×10^{-9} 回/年となる。

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

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)

大型固定翼機	小型固定翼機	大型回転翼機	小型回転翼機
0.5/20=0.025 注1	22/20=1.10 注1	1/20=0.05 注1	17/20=0.85 注1

S_v : 全国土面積 (km²) 【372,973 注1】

A : 施設の標的面積 (km²) 【0.01】

α : 対象航空機の種類による係数

大型固定翼機	大型回転翼機	小型固定翼機	小型回転翼機
1 注2		0.1 注2	

注1 : 落下事故件数及び全国土面積については、「NTEN-2023-2001 航空機落下事故に関するデータの整備(平成13～令和2年)」(原子力規制委員会)に基づき設定。ただし、大型固定翼機の落下事故件数は0件であり、保守的に「0.5件」を使用(添付-3(1)、(3)参照)。

注2 : 「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」に基づき設定(添付-5(3)参照)。

5. 自衛隊機又は米軍機の落下事故

5.1 訓練空域内で訓練中又は訓練空域外を飛行中の落下事故

訓練空域内で訓練中又は訓練空域外を飛行中の落下事故においては、原子炉施設上空に訓練空域が存在しないことから、以下の式を用いて、訓練空域外での対象施設への航空機落下確率を評価する。当該評価結果は、自衛隊機について 2.54×10^{-8} 回/年、米軍機について 5.37×10^{-9} 回/年であり、合計は 3.08×10^{-8} 回/年となる。

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

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} : 単位年当たりの訓練空域外落下事故率 (回/年)

自衛隊機	米軍機
15/20=0.75 ^{注1}	4/20=0.20 ^{注1}

S_o : 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 (km²)

自衛隊機	米軍機
294,779 ^{注1}	372,464 ^{注1}

A : 施設の標的面積 (km²) 【0.01】

注1 : 「NTEN-2023-2001 航空機落下事故に関するデータの整備(平成13～令和2年)」(原子力規制委員会)に基づき設定(添付-3(1)、(2)、(3)参照)。

5.2 基地－訓練空域間を往復時の落下事故

基地－訓練空域間を往復時の落下事故においては、以下の式を用いて、対象施設への航空機落下確率を評価する。なお、ここでは、想定飛行範囲内に原子炉施設が存在する場合の評価式を使用（自衛隊機が対象）した。当該評価結果は、 5.51×10^{-8} 回/年となる。

$$Pse = fse/Sse \cdot A$$

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）【0.5/20=0.025】

Sse : 想定飛行範囲の面積（km²）【4,541】

A : 施設の標的面積（km²）【0.01】

注1 : 「NTEN-2023-2001 航空機落下事故に関するデータの整備(平成13～令和2年)」(原子力規制委員会)に基づき設定。ただし、当該想定飛行範囲内での事故件数は0件であり、保守的に「0.5件」を使用(添付-3(1)、(2)参照)。

注2 : 百里基地(飛行場)と自衛隊機の訓練空域(Area 1, Area E「E-1, E-2, E-3, E-4」)の全域境界間を直線で結んだ想定飛行範囲の面積。なお、自衛隊訓練空域(E-1, E-2)については、AIP JAPANに“Excluding R-121”と記載のあることから、米軍の訓練空域(R-121)を除外(添付-1(2)、(4)、(5)、(6)参照)。

6. 評価結果

原子炉施設へ航空機が落下する確率の評価結果を以下に示す。航空機の落下確率の総和は 9.4×10^{-8} (回/炉・年) であり、基準値である 10^{-7} (回/炉・年) を超えない。これにより、航空機落下による損傷の防止は、設計上考慮しないものとする。

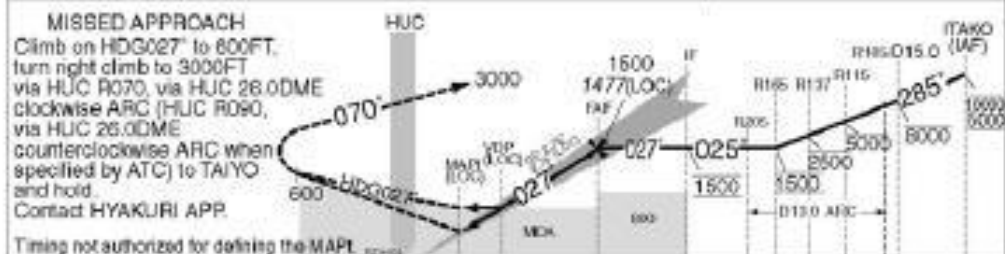
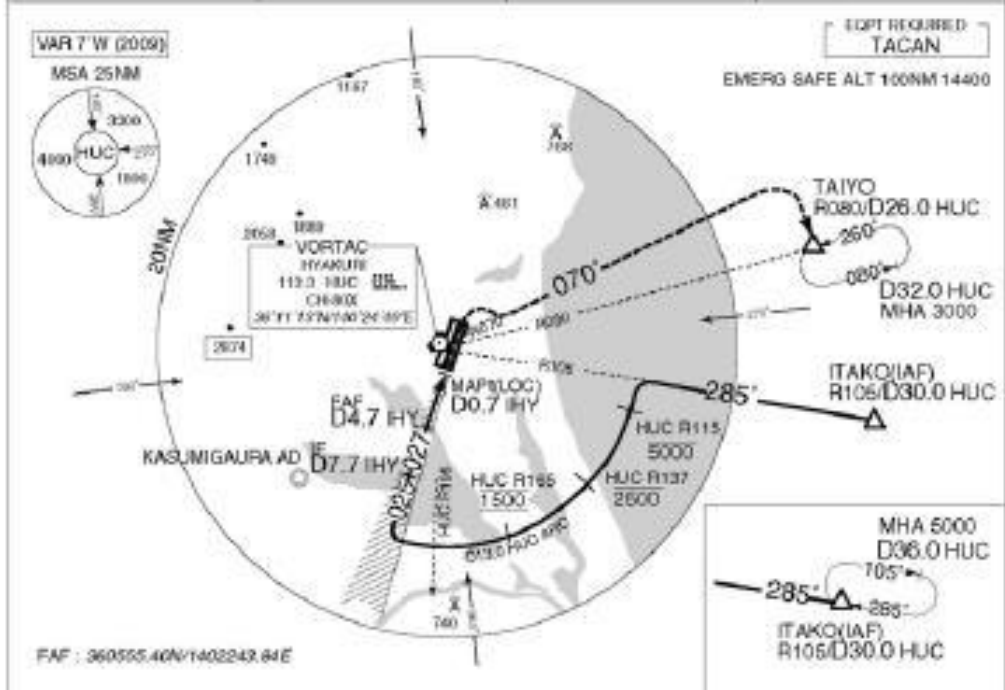
(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	① 飛行場での離着陸時における落下事故	5.23×10^{-10}
	② 航空路を巡航中の落下事故	4.11×10^{-10}
(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		7.24×10^{-9}
(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	① 訓練空域内で訓練中及び訓練空域外を飛行中の落下事故	3.08×10^{-8}
	② 基地－訓練空域間を往復時の落下事故	5.51×10^{-8}
合計		9.4×10^{-8} (9.40×10^{-8})

INSTRUMENT APPROACH CHART

RJAH / HYAKURI

ILS Y or LOC Y RWY03R

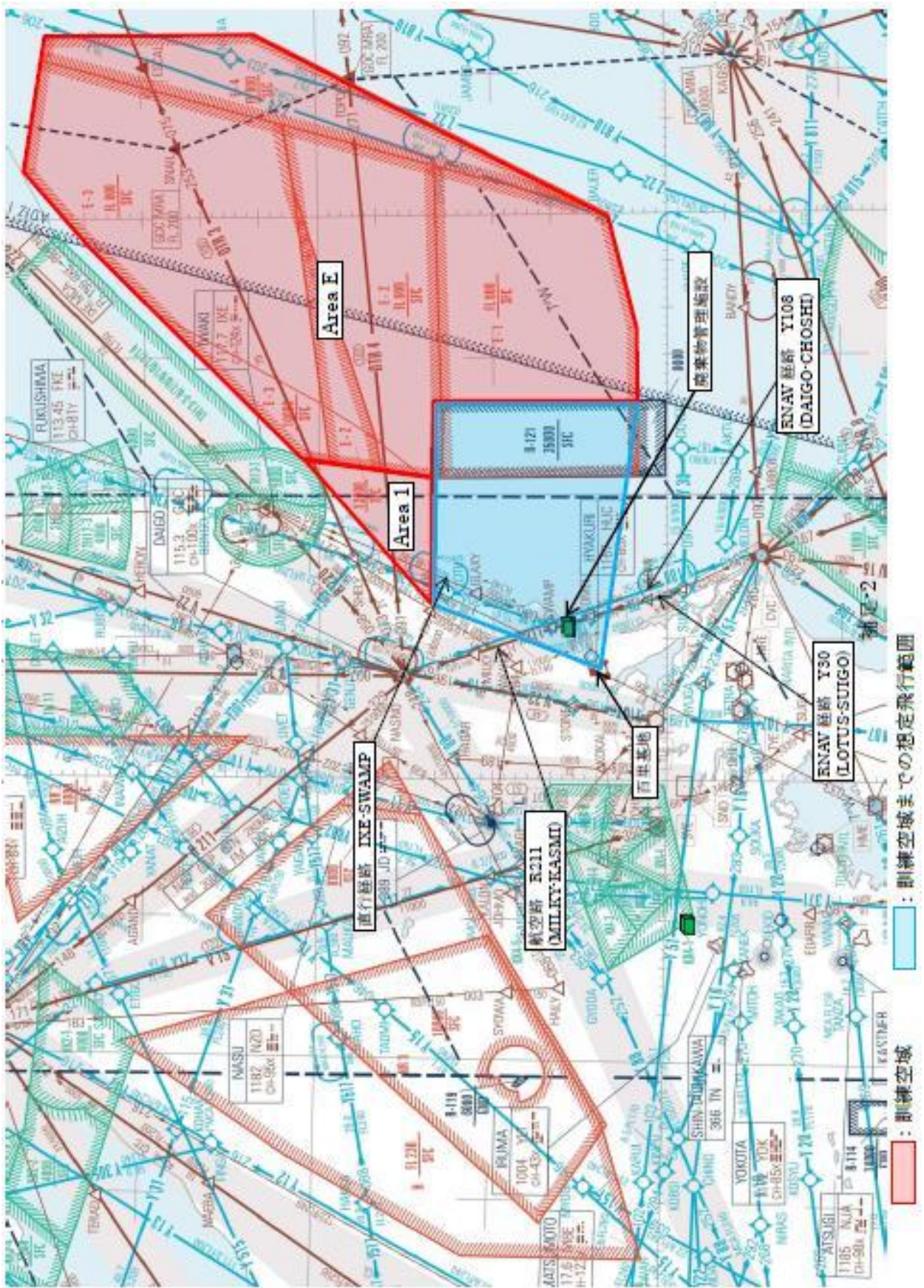
HYAKURI APP 120.1 - 123.875 305.7 - 362.3	ILS - LOC 109.3 IHY ILS-GP 332.0 ILS-DME CH-30X	HYAKURI TWR 118.025- 126.2 236.8 - 323.8 119.5G - 275.8G	RADAR AVBL
---	--	---	------------

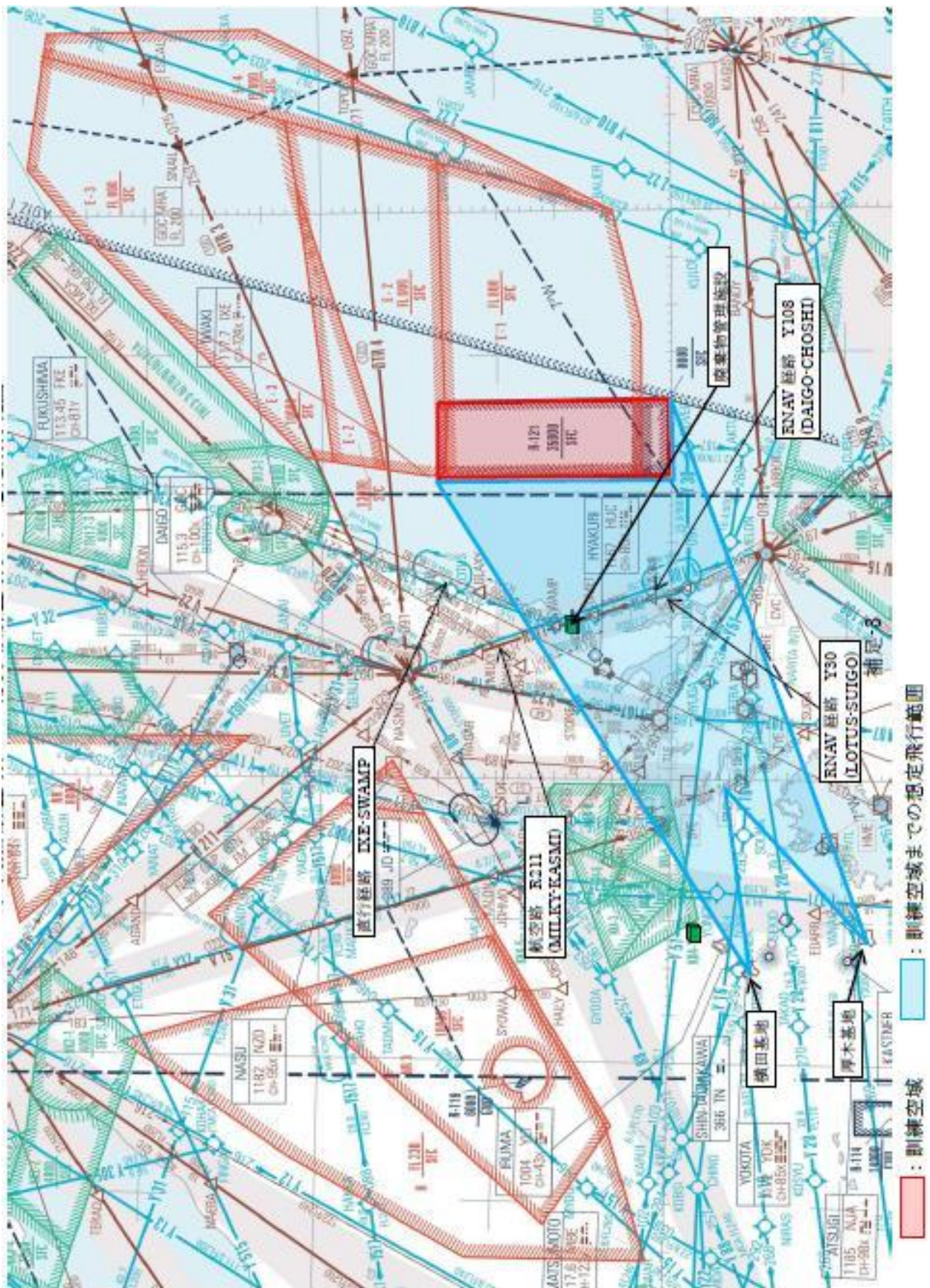


DME to IHY	0.7	1.4	4.7	7.7
NM to THR	0	0.5	1.2	4.5

CAT	THR elev. 107		AD elev. 107		
	DA(H)	RVR/ CMV	MDA(H)	RVR/ CMV	CIRCLING
A				900	1600
B	307 (200)	750	480 (373)	1000	580 (473)
C					2400
D					3200

最大離着陸地点
空港からの距離
30NM ≒ 55.56km







台所降任区域訓練/試験空域		LOW ALT TRAINING / TESTING AREA FOR JSDF AIRCRAFT		
Name	Coordinates	Occupied Hours (UTC)	Altitude (ft)	Controlling Unit
Area 1	The airspace bounded by lines connecting the following points: (1)364011N/1403548E (2)364011N/1410448E (3)370211N/1410648E	200-1200 DLY	5000 ----- SFC	Defense Division Headquarters 7th Air Wing JSDF-A (Hyakuri Tel. 0266-52-1331 Ext. 2232)
Area 2	The airspace bounded by lines connecting the following points: (1)372911N/1400748E (2)371211N/1400848E (3)375111N/1382748E	2200-1200 DLY	6000 ----- SFC	Headquarters Utsunomiya Aviation Sub School JSDF-G (Utsunomiya Tel. 0286-56-2151 Ext. 229)
Area 3	The airspace bounded by lines connecting the following points: (1)371911N/1392948E (2)365611N/1395348E (3)364111N/1395148E (4)360911N/1384549E (5)362011N/1382449E Excluding the airspace of Soutagahara Control Zone.	2200-1200 DLY	10500 ----- SFC	Plans & Programs Section, ADC Headquarters Flight Squadron JSDF-A (Inuma Tel.04-2953-6131 Ext. 2300-0800 UTC : 3506, 3507, 3508 0801-2258 UTC : 3519)
	The airspace bounded by lines connecting the following points: (3)364111N/1395148E (2)365611N/1395348E (6)364711N/1400348E		6000 ----- SFC	
Area 4	The airspace bounded by lines connecting the following points: (2)350812N/1374448E (3)350820N/1374225E (12)350302N/1374113E (11)345612N/1374649E The line connecting point (3) to point (12) is minor arc with a radius of 40NM from Nagoya VORTAC.	2200-1200 DLY	11000 ----- SFC	Plans & Programs Section, Headquarters 11th Flying Training Wing JSDF-A (Shizuoka Tel. 054-822-1234 Ext. 232)
	The airspace bounded by lines connecting the following points: (7)345835N/1373858E (8)345518N/1374320E (11)345612N/1374649E (12)350302N/1374113E The line connecting point (12) to point (7) is minor arc with a radius of 40NM from Nagoya VORTAC.		7000 ----- SFC	
	The airspace bounded by lines connecting the following points: (4)350448N/1374155E (5)350354N/1373516E (13)345632N/1373908E The line connecting point (4) to point (5) is minor arc with a radius of 20NM from Hamamatsu TACAN. The line connecting point (13) to point (4) is minor arc with a radius of 40NM from Nagoya VORTAC.		6000 ----- SFC	
	The airspace bounded by lines connecting the following points: (1)350912N/1385948E (2)350812N/1383448E (11)345612N/1374649E (8)345518N/1374320E (9)345412N/1374448E (10)345212N/1385949E Excluding the airspace of Shizuoka Control Zone.			
	The airspace bounded by lines connecting the following points: (5)350354N/1373516E (8)350310N/1373250E (7)345835N/1373858E (13)345632N/1373908E The line connecting point (5) to point (8) is minor arc with a radius of 20NM from Hamamatsu TACAN. The line connecting point (7) to point (13) is minor arc with a radius of 40NM from Nagoya VORTAC.		4000 ----- SFC	



Name	Coordinates	Occupied Hours (UTC)	Altitude (ft)	Controlling Unit 1. For Prior Coordination 2. For Radio Call (P): Primary Unit (call sign & freq.) (S): Secondary Unit
Area E	E-1 The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (1) 360500N/1410448E (2) 360500N/1414604E (3) 360950N/1415052E (4) 364043N/1421046E (5) 363811N/1410448E <u>"Excluding R-121"</u>	As by AIP SUPPLEMENT	FL800 ----- SFC	1. Operations Division, Headquarters 7th Air Wing JSDF-A (Hyakuri Tel. 0298-52-1331 Ext. 2232/2204) 2. "OFF SIDE" (124.9MHz) (S): Hyakuri APP
	E-2 The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (5) 363811N/1410448E (4) 364043N/1421046E (6) 370649N/1422012E (7) 365946N/1412048E (8) 364406N/1410527E (9) 364011N/1410448E <u>"Excluding R-121"</u> The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (8) 364406N/1410527E (7) 365946N/1412048E (10) 365811N/1410748E	Any appropriate period between 2200 and 1200 DLY approved by Air Traffic Management Center upon prior coordination with JSDF-A Controlling Unit.	13000 ----- SFC	
	E-3 The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (11) 365031N/1411143E (12) 370511N/1420647E (6) 370649N/1422012E (13) 374724N/1423508E (14) 374657N/1421038E (15) 374111N/1415747E (16) 372730W/1414000E (7) 365946N/1412048E The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (17) 384911N/1410648E (11) 365031N/1411143E (7) 365946N/1412048E (16) 372730W/1414000E (18) 370311N/1410648E		FL800 ----- SFC 13000 ----- SFC	
	E-4 The airspace bounded by straight lines connecting the following points: (3) 360950N/1415052E (10) 370623N/1424114E (20) 374646N/1424114E (13) 374724N/1423508E (6) 370649N/1422012E (4) 364043N/1421046E	Any appropriate period between 2200 and 0400 DLY approved by Air Traffic Management Center upon prior Coordination with JSDF-A Controlling Unit.	FL800 ----- SFC	



AIRSPACE RESTRICTIONS				
Name Lateral Limits	Upper Limit(米) Lower Limit(米)	Type of Restriction	Hours of Operation (UTC)	Remarks
1	2	3	4	5
R-121 CENTRAL HONSHU 中部本州空域訓練区域 364011N/1410448E 364011N/1412048E 360012N/1412048E 360012N/1410448E	(1) 35000 SFC 364011N/1410448E 364011N/1412048E 360000N/1412048E 360000N/1410448E (2) 8000 SFC 360000N/1410448E 360000N/1412048E 360012N/1412048E 360012N/1410448E	Restricted Area (USAF air-air firing) 制限空域 (米空軍空対空射撃)	DLY 毎日 2200-1100 VMC-IMC	Kashima-neds, E coast of Honshu, 本州東海岸沿岸 Operations Division, Headquarters 7 th Air Wing JSCF-A 第7航空団司令部防衛部 (Hyakun Tel 0289-52-1331 Ext 2232,2204) (1)OFFSIDE (124.9MHz) (2)HYAKURI APP
R-122 玉城寺原空域 382710N/1404047E 383110N/1405147E 382810N/1405147E 382810N/1404047E	25000 GND	Restricted Area (JSCF-G) 制限空域 (陸上自衛隊)	by NOTAM	Taiwa-machi and Ohira-machi, kurakawa-gun, Miyagi Pref. 宮城県黒川郡大和町および 大町
R-129 NORTHERN HONSHU 北部本州空域訓練区域 405010N/1421047E 405010N/1425946E 404410N/1425946E 402410N/1423247E 402410N/1421347E	35000 SFC	Restricted Area (USAF air-air firing) 制限空域 (米空軍空対空射撃)	DLY 毎日 2200-1100 VMC-IMC	SE of hachinohe, E coast of Honshu, 本州東海岸八戸港東方 Operations Division, Headquarters Northern Air Defense Force JSCF-A 北部航空方面隊司令部防 衛部 (Misawa Tel 0176-53-4121 Ext 2352,2204) (1)HEADWORK (124.9MHz) (2)CHITOSE or MISAWA, APP

3.9. RNAV1 経路及び RNAV5 経路の運用について
福岡 FIR においては、以下のとおり RNAV1 経路及び RNAV5 経路が運用される。

3.9. The operation of RNAV 1 routes and RNAV 5 routes
RNAV 1 routes and RNAV 5 routes will be applied in Fukuoka FIR as follows.

3.9.1. 定義

1) RNAV (Area Navigation : 区域航法)

航法標定無線電波、目視航法装置若しくは衛星航法装置、又はこれらの組み合わせで、任意の経路を飛行する方式による航法をいう。

2) RNAV1

全飛行時間の 95% における進行方向に対する横方向の航法誤差が ±1NM 以内となる航法精度及びその他の航法性能並びに航法機動要件が規定される航法をいう。

3) RNAV5

全飛行時間の 95% における進行方向に対する横方向の航法誤差が ±5NM 以内となる航法精度及びその他の航法性能並びに航法機動要件が規定される航法をいう。

4) ウェイポイント

RNAV 経路または RNAV による航法標定の飛行パスを定めるために使用する公表された地理上の点をいう。

5) クリティカル DME

利用が不可能となった場合に、特定の経路において、DME/DME (複数の DME を利用した RNAV) 又は DME/DME/IRU (複数の DME 及び IRU を利用した RNAV) に基づく運航に支障を生じさせるような DME をいう。

6) DME 間隙

飛行経路上において指定された航法精度を満足する DME 電波の組み合わせが受信できない区間をいう。

7) RAIM 予測機能

目的地等の周辺空域及び飛行しようとする経路における GPS 航法信号の完全性を事前に予測判断する機能をいう。

3.9.1. Definitions

1) RNAV(Area Navigation)

A method of navigation which permits aircraft operation on any desired flight path within the coverage of station-referenced navigation aids or with in the limits of the capability of self-contained aids, or a combination of these.

2) RNAV1

The navigation requiring a total system error of not more than ±1NM (lateral) for 95% of the total flight time.

3) RNAV5

The navigation requiring a total system error of not more than ±5NM (lateral) for 95% of the total flight time.

4) Waypoint

A specified geographical location, with published, used to defining RNAV routes or the flight path of an aircraft employing RNAV.

5) Critical DME

A DME facility that, when unavailable, results in a navigational service which is insufficient for DME/DME or DME/DME/IRU based operations along a specific route or procedure.

6) DME gap

A section of route where is not received combination of DME signal that satisfies specific navigation accuracy.

7) RAIM prediction

The function to predict the integrity of the GPS navigation signals at the destination and in the airspace surrounding the destination and the intended route of flight in advance.

3.9.2. 経路の公表

以下の項目について、公表される。

a) RNAV の種別 (RNAV1 または RNAV5)

b) クリティカル DME 及び当該 DME がクリティカルとなる区間

c) DME 間隙

d) 採用可能なセンサー、運航するために特に必要となるセンサー (衛星航法装置、GNSS 等) 及び必要な場合はセンサーの具体的な条件

3.9.2. Publication of routes

a) type of RNAV (RNAV 1 or RNAV 5)

b) critical DME and a section of the route where is insufficient for DME/DME or DME/DME/IRU when critical DME is out of service.

c) gaps in DME coverage

d) navigation sensors for capable to use, navigation sensors for especially needed to operate RNAV (e.g. INS or GNSS), and specific requirements for navigation sensors.

注： DME/DME/IRU によって RNAV 航行する航空機 (GNSS 搭載機を除く) が SID を使用する場合、離陸後直ぐ離陸位置において、離陸直前における RNAV システムの位置情報の更新が直ちに実施できるものに要される。

ただし、RNAV システムの位置情報の更新が直ちに実施できない位置から離陸する必要がある場合は、ATC に対してレーダー誘導等の代替措置を要求すること。

Note: Only the aircraft equipped with DME/DME/IRU (except for equipped with GNSS) which is able to update one's position without delay at the start point of take-off roll can fly RNAV SIDs.

If the aircraft need to take off from the position where they are unable to update one's position without delay at the start point of take-off roll, they shall request to ATC for alternative procedure such as radar navigational guidance.



ENR 3.3-44

AIP Japan



Route designator (Navigation publication) Name of significant points Coordinates (Available SENSORS)	Waypoint IDENT or MOR/DME DPO & DIST	MAG TRADE [TRUE TRACK]	Geodetic DIST	Morse Inits Lower limits Airspace classification	MEA [MOCA] [P-Terr]	Direction of crossing level		Critical DME	DMEGAP	Remarks Controlling unit Frequency
						04d	04e			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Y30										
(RNAV) TYOR DME, DME/DME, INS or IRS, GNSS										
▲ MIYAKO(MOE) 305150W 141570E		206 [197.9]	121.7	UNL	FL200 [7000]		↓			Sapporo ACC Freq 124.0 (125.375) 303.80277.1) MHz Tokyo ACC Freq 118.9 (135.9) 276.80230.6) MHz
JUGEM 375801W 141094E		205 [197.4]	11.4	UNL	FL200 [3000]		↓			
RUKLI 374507W 141052E	SDE 169724.8NM	205 [197.4]	21.4	UNL	FL200 [5000]		↓			Tokyo ACC Freq 123.775(134.0) 297.50255.4) MHz
BONGO 372400W 140520E		205 [197.2]	32.9	UNL	FL200 [5000]		↓			
SHELY 365316W 140451E		204 [197.1]	20.1	UNL	FL140 [5000]		↓			
LOTUS 363400W 140379E		204 [197.0]	15.6	UNL	FL000 [5000]		↓			Tokyo ACC Let or below FL180 Freq 132.25(134.0) 294.30255.4)MHz
SWAMP 361214W 140327E		198 [180.5]	7.4	UNL	FL000 [3000]		↓			Tokyo AGG Above FL180 Freq 123.775(134.0) 297.50255.4) MHz
COMET 361216W 140321E		187 [180.3]	13.1	UNL	9000 [3000]		↓			Tokyo ACC Let or below FL180 Freq 132.25(134.0) 294.30255.4)MHz Tokyo ACC Above FL180 Freq 133.8(134.0) 316.20255.4)MHz
SUIGO 355350W 140406E	CVC 347717.4NM	097 [090.0]	25.0	UNL	9000 [2000]		↓			
DOVER 355340W 141173E	CVC 059725.2NM	187 [180.0]	12.1	UNL	9000 [2000]		↓			
AKTUS 354740W 141173E	CVC 064719.7NM	288 [281.2]	16.4	UNL	6000 [3000]		↓			
MELON 35357W 140515E	CVC 03076.9NM									

ENR 3.3-6

AIP Japan



Route designator (Name/Don't specification) Name of significant points Coordinates (Available 31/03/08)	Way point IDENT of VOR/DME BSC & DIST	MAG TRADE (TRUE TRACK)	Geodetic DIST	User info, Lower limits Airspace classification	MEA (MOCA) PT or PL	Direction of crossing level		Critical DME	DME GAP	Remarks Controlling unit Frequency
						Odd	Even			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Y108 (RNAV) Y108 DME-DME (NS or RS, GNSS)										
▲ DAIGO(GOC) 284400N 1402030E		187 [180.0]	84.0	UNL	PL100 [5000]	I				Tokyo ACC Freq 123.775(124.0) 297.025(5.0) MHz
CHOSHI(CVC) 294330N 1404700E	DJC 009/738.8MM	348 [340.5]					I			Tokyo ACC Above FL270 Freq 120.5(134.15) 301.202(7.3) MHz
ONJUKI(DJC) 291100N 1402210E		220 [212.9]	38.8	UNL	10000 [3000]		I			Tokyo ACC At or below FL270 Freq 132.1(133.33) 308.4(313.0) MHz
		040 [032.6]				I				
	HME 194/737.6MM	248 [238.8]	27.4	UNL	6000 [4000]		I			
TATEYAMA(POE) 283040N 1393040E		085 [058.5]					I			Tokyo ACC Above FL270 Freq 123.7(124.15) 315.022(7.3) MHz Tokyo ACC At or below FL270 Freq 132.7(133.33) 308.4(312.0) MHz
		353 [345.5]	16.1	UNL	6000 [4000]		I			
UMUKI 291210N 1394800E		352 [345.4]	0.9	UNL	4000 [4000]		I			
KAIHO 291850N 1394940E	POE 352/722.8MM									

このサイトのご利用にあたって + よくあるご質問 + リンク

Japan Air Self-Defense Force
JASDF
www.jasdf.mil.jp
1-800-800-8000

- ホーム
- 基地紹介
- 部隊紹介
- 広報・イベント情報
- 活動状況
- 地図
- リンク
- ギャラリー
- お問合せ
- まめ知識
- 調達情報

百里基地

HYAKURI AIR BASE

ホーム >> 航空自衛隊の組織 >> 百里基地ホーム >> 基地紹介

基地紹介 ABOUT BASE

百里基地のあらまし

関東で唯一の戦闘航空団が所在する航空基地であり、首都圏防空の任に誇りをもってあたっています。また、航空自衛隊唯一の偵察航空団が所在しており、日夜訓練に励んでいます。当基地では、社が国周辺における国防予備隊、あるいは不測の事態に素早く対応するため、航空運搬措置や航空偵察の任務が与えられ、昼夜の区別なく緊急発進する態勢を維持しています。また、百里飛行隊は航空救難、災害派遣のための訓練と任務を実施しています。

基地の総面積	
約425万㎡(約620万坪)	
滑走路	
約2700m	
航空機の種類	
戦闘機	F-16J/DFJ
	F-4EJ改
偵察機	RF-4EJ/RF-4GJ
中隊練習機	T-4
指揮統制機	U-125A
補給機	UH-60J

百里基地の歩み

基地の前身は、昭和13年に開設された旧日本帝国海軍百里海軍航空隊です。第2次世界大戦終了後、昭和20年閉結島島が基地に入替を開始しました。昭和30年に地元から基地移転運動が起これ、反対運動もありましたが、昭和31年に基地設置が決定され、昭和33年に百里分屯基地が設置されました。その後6期にわたって滑走路工事が実施され、昭和40年に百里飛行場が完成し、昭和41年7月、百里基地として正式に発足しました。

翌年の昭和42年第7航空団司令部が、昭和50年に偵察航空団が、いずれも入替基地から移駐しました。

旧日本帝国海軍のコマ、百里海軍航空隊上空

IRUMA AIR BASE 航空自衛隊 入間基地

TOP

ABOUT IRUMA
SPECIAL FEATURE
ACCESS
CONTACT
LINKS

IRUMASITE
IRUMAHISTORY
IRUMAFACILITY
IRUMACOMMUNICATION

OUTLINE 01

基地の概要

日本の空を守る
国内最大級のエアベース。

政治経済の中枢を貫く中部日本の広大な空域を、
最後を闘いで守り続ける航空の拠点。
それが入間基地です。

Iruma Air Base 入間基地

〒350-1354 埼玉県秩父市梅輪2丁目8番地
 敷地面積 約3,000,000平方メートル(約900,000坪)
 敷設面積 全長約2,000メートル(幅約450メートル)
 東武東上線 入間基地駅 04-2952-4131 (内線2210)

※ 番号の表は付くともないの扱いになります。

各司令部機能を置く中部防衛の要。

入間基地は豊かな自然に恵まれた秩父丘陵の北東、埼玉県秩父市と入間市にまたがって位置しています。
 基地のすぐそばを西部鉄道池袋線と新沼線が走っており、駅とのアクセスは40分~50分ほどです。
 入間基地には多くの司令部が配置されており、宿舎の増築は約4300名の隊員を擁する航空自衛隊最大級の基地です。官制階・中隊・中隊とといった日本の中核的部隊を含む最も高い防空空域の本州中部と中部・西国地方東部を担当する中部航空方面隊の司令部も、ここに置かれています。

写真(左)入間基地管制室の管制室。入間飛行場に離陸する航空機の安全運行を支援している。写真(右)着陸誘導管制所

航空自衛隊トップの輸送機能。

入間基地は、防空はもちろん空輸、補給の拠点という重要な役割を果たしています。全国航空輸送網の中核カースタルとしての地位や役割を担っています。入間基地が保有している航空機は輸送機などを中心とした約50機で、戦闘機はありません。航空輸送人員は年間約25,000人。航空輸送貨物は年間約20,000トンと、いずれも航空自衛隊第一の規模です。

入間基地に配備されているC-1

3 米海軍厚木航空施設

(1) 任 務



施設の任務は、第7艦隊空母の家族海外居住計画に深いかわりを持ち、居留部隊に対してのみならず、第5空母航空団所属の航空機と隊員及びその家族に対する全般的な支援業務（補給、整備、諸施設とサービスの提供）を行っている。

(2) 米海軍第7艦隊と空母キティホーク

米海軍第7艦隊は侵略を思いとどまらせ、海上交通路の安全を確保し、米国と西太平洋地域の自由主義諸国との友好関係を向上させることを任務としており、西太平洋からインド洋にかけての約5,200万平方マイル（約1億3千5百万平方キロ）にわたる海域をその作戦行動範囲としている。

第7艦隊は、空母キティホークを含め巡洋艦、潜水艦など50隻を超える艦船、海兵隊を含め約2万人の兵員、約200機の航空機（ヘリコプターを含む）を保有しているとされているが、固有の配属艦を保有せず、情勢の変化に応じ兵力編成を行い、任務編成部隊の性格を持つ部隊でもある。

空母キティホークは、平成3年9月から配備された空母インディペンダンスの後継空母として平成10年8月11日に横須賀港に初入港した。

現在、同空母には第5空母航空団（CVW-5）所属の艦載機が搭載されており、F/A-18C ホーネットなど厚木基地に飛来してくる飛行機のはほとんどはこの航空団のものである。

なお、平成20年度中に同空母は退役し原子力空母ジョージ・ワシントンが後継艦として配備されることが、米海軍により明らかにされている。

(3) 横須賀母港化の経緯

米空母の横須賀へのいわゆる母港化問題については、昭和47年11月のニクソン・ドクトリンの一つである「米軍の家族海外居住計画」に基づいて発生し、次の理由とされている。

- ① 母港付近に家族を居住させることにより兵員の士気低下防止。
- ② 従来、休養や補給の都度帰国していたが、海外母港により費用と時間の節約。
- ③ 担当海域に近いため効率的運用と軍事力の維持が図れる。

こうして、米国は日本政府に対し横須賀を母港化することを要求し、最終的に受け入れられたものである。

母港化については、地元横須賀市も当初反対の態度であったが、その後やむなしとして了承した。また、本市をはじめ基地周辺各市は厚木基地への艦載機の飛来により、騒音や



4 海上自衛隊厚木航空基地

(1) 任 務

海上自衛隊は、海上からの侵略に対し我が国土を防衛するとともに、我が国周辺海域における監視、哨戒、海上交通の保護、海上における救難等を任務とし、これらに必要な訓練を実施している。

(2) 移駐の経緯

昭和45年12月の日米安全保障協議委員会第12回会合において、米国政府は在日米軍の再編成、統合計画を発表した。この発表の中で厚木基地については、厚木基地の飛行場施設の大部分を日本政府に返還し、日本政府管理下において日米で共同使用する方針が打ち出された。

昭和46年5月には横浜防衛施設局長から海上自衛隊による共同使用についての正式な申し入れがあった。地元としては海上自衛隊による共同使用は容認できない旨回答すると共に「厚木基地の有効利用に関する決議書」により、あくまでも平和利用の原則を目標とした態度をとってきた。しかし、同年6月25日の日米合同委員会において海上自衛隊との共同使用が合意され、29日には閣議決定を受け、翌30日の移駐式を経て、7月1日に「厚木航空基地分遣隊」が設置された。

その後、防衛庁では本格的な移駐について関係省庁と協議した結果、12月20日、横浜防衛施設局を通じ、部隊の編制や第4航空群等の移駐を漸次実施する旨本市に通知した。この通知内容は、

- ① 滑走路の新設、延長等飛行場の拡張は行わず、客観情勢に対応し、極力、整備縮小に努力する。
- ② 海上自衛隊も騒音軽減規制措置を厳守する。
- ③ 自衛隊の使用計画を著しく変更する場合は、市と協議する。
- ④ ジェットエンジンを主とする飛行機（ターボプロップ機を除く）は、緊急止むを得ない場合を除き、使用しない。
- ⑤ 民生安定諸事業については、法律を十分活用し、市の具体的計画との関連において実施を図る。
- ⑥ 基地周辺の防衛施設庁所属国有地の地元利用は、積極的に配慮する。
- ⑦ 最終的には航空機約50機、人員約2,000人の規模とする。

等となっていた。

同庁は、12月24日「海上自衛隊第4航空群の漸次移駐」の方針を発表、これに伴い、千葉県東葛飾郡沼南町にある海上自衛隊下総航空基地から地上支援部隊の移駐が始まり、昭和

Yokota Air Base
U.S. AIR FORCE

HOME NEWS PHOTOS ART LIBRARY DISTS QUESTIONS
JOIN THE AIR FORCE



Welcome

Welcome to the official World Wide Web site of Yokota Air Base, Japan. This site is provided as a public service through the cooperative efforts of Yokota Air Base (374th Airlift Wing Public Affairs) and Pacific Air Forces Public Affairs.

374th Airlift Wing Mission & Values

Welcome to the Yokota Air Base Web site. I hope you enjoy an informative visit through the pages posted here. We appreciate your interest in the home of the U.S. Air Force's only airlift hub in the Western Pacific.

I am extremely proud of the job our Airmen perform here, generating peace and stability by projecting air power into one of the most important regions in the world.

I am also proud of the strong bond we have with our host nation of Japan and the close friendships we've developed with the communities around the base. Their ongoing support is essential to the success of our missions here at Yokota, and we will continue to work closely with our Japanese neighbors and the members of the Japan Self Defense Force to serve the peaceful interests of both our nations.

For more information about our mission and vision, please see the statements below:

374th Airlift Wing Mission:
Provide expeditionary forces ready to employ anywhere in the world and maintain the airlift and operational hub for US forces in the Western Pacific.

374th Airlift Wing Values:
As the sole Airlift Wing in the Western Pacific, the 374th Airlift Wing will be the most professional combat wing in PACAF. Airlift Wing will be the most professional combat wing in PACAF. Airlift Wing will be the most professional combat wing in PACAF. Airlift Wing will be the most professional combat wing in PACAF. Airlift Wing will be the most professional combat wing in PACAF.

374th Airlift Wing Priorities:

1. Professionalism
2. Customer Focus
3. Teamwork
4. Excellence
5. Innovation

374th Airlift Wing Mission & Values

Leadership
Freedom of Information
U.S. Forces Japan
374th Force Support Squadron
News Checklist
Yokota Website
SARC
374th Air Mobility Operations Group
Equal Opportunity
Yokota History

Deployment Air Force

The Department of the Air Force is headquartered in the Pentagon, Washington, D.C. The service is organized in nine major commands throughout the world which provide joint air effort, with refueling, reconnaissance and other support to the United States Joint Commands.

The Air Force also has more than three dozen field operating agencies and direct reporting units which directly support the mission by providing unique services.

Together with Air Force Reserve and Air National Guard forces, the United States Air Force is the best in the world.

The Secretary of the Air Force is Michael B. Blake, the Chief of Staff of the Air Force is Gen. Mark A. Welsh, the Vice Chief of Staff is Gen. Larry D. Spence, and the Chief Master Sergeant of the Air Force is CMSgt James A. Cook.

374th Airlift Wing Mission

The mission of the United States Air Force is to fly, fight and win in air, space and cyberspace.

To achieve this mission, the Air Force has a vision:

The United States Air Force will be a trusted and reliable partner with our sister services focused for integrity in all of our activities, including providing the joint missions first and foremost. We will provide competing air, space, and cyber capabilities for use by the combatant commanders. We will use all air assets of the Air Force to support our service to the American people, while protecting peace and reliable Global Vigilance, Reach and Power for the nation.

The Air Force has three core competencies: Developing Airmen, Technology for Fighting and Integrating Operations. These core competencies make our air capabilities capabilities possible.

Air and Space Superiority: With it, joint forces can dominate a hemisphere operating in all dimensions – land, sea, air and space.

Global Access: Because of technological advances, the Air Force can attack anywhere, anytime – and do so quickly and with greater precision than ever before.

Global Mobility: Being able to respond quickly and decisively anywhere with the best is key to maintaining rapid global mobility.

Flexible Engagement: The essence lies in the ability to apply selective force against specific targets because the nature and variety of future contingencies demand both precision and reliable use of military power with minimal risk and collateral damage.

Information Superiority: The ability of joint force commanders to help plan, understand, and negotiate a campaign plan is crucial.

Agile Combat Support: Deployment and sustainment are keys to successful operations and cannot be separated. Agile combat support applies to all forces, from those permanently based to contingency buildup to expeditionary forces.

The Air Force bases these core competencies and sustains capabilities on a shared commitment to three core values – integrity first, service before self, and excellence in all we do.

US J Command's Intent

In support of U.S. Pacific Command and the U.S.-Japan Security Alliance, United States Forces, Japan works with the Government of Japan and our Self Defense Force counterparts to promote regional stability and deter aggression. Should deterrence fail, USFJ conducts and supports combat operations to defend Japan. The key to accomplishing these vital missions is to focus on three primary areas: Taking Care of Our People, Strengthening

374th Airlift Wing Mission

PACAF's primary mission is to provide ready air and space power to promote U.S. interests in the Asia-Pacific region during peacetime, through crisis and in war.

The command's vision is to be the most respected air warrior team displaying the full spectrum of air and space power.

374th Airlift Wing Mission:
Provide expeditionary forces ready to employ anywhere in the world and maintain the airlift and operational hub for US forces in the Western Pacific.

3.1.2 民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）

3.1.1の方法により民間航空機の分類ごとに選定した「事故データ」及び「対象事故データ」を以下に示す。

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、航空機型式、事故の概要及び事故時の状況を表3.1に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は3件発生している。事故の内訳は離陸時0件、着陸時2件、巡航中0件、地上1件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した「飛行場での離陸時、着陸時及び航空路を巡航中」に相当する対象事故は2件である。事故の内訳は離陸時が0件、着陸時が2件、巡航中0件である。

3.1.3 民間航空機（大型固定翼機、有視界飛行方式）

対象事故データ選定基準である「離陸時、着陸時及び巡航中」に相当する大破した事故は発生していない。

3.1.4 民間航空機（小型固定翼機、有視界飛行方式）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、航空機型式、事故の概要及び事故時の状況のデータを表3.2に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は45件発生している。事故の内訳は離陸時4件、着陸時11件、巡航中30件、地上0件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は22件である。事故の内訳は離陸時が0件、着陸時が0件、巡航中22件である。

3.1.5 民間航空機（大型回転翼機、有視界飛行方式）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、航空機型式、事故の概要、事故時の状況等のデータを表3.3に示す。

対象の20年間(平成13年1月～令和2年12月)に大破した事故は5件発生している。
事故の内訳は離陸時が0件、着陸時が0件、巡航中が5件、地上0件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は1件である。事故の内訳は離陸時が0件、着陸時が0件、巡航中1件である。

3.1.6 民間航空機(小型回転翼機、有視界飛行方式)

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、航空機型式、事故の概要及び事故時の状況を表3.4に示す。

対象の20年間(平成13年1月～令和2年12月)に大破した事故は53件発生している。
事故の内訳は離陸時が6件、着陸時が8件、巡航中が37件、地上が2件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は17件である。事故の内訳は離陸時が0件、着陸時が0件、巡航中17件である。

4.1.2 自衛隊機（大型固定翼機）

4.1.1の方法により自衛隊機の分類ごとに選定した「事故データ」及び「対象事故データ」を以下に示す。

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、型式、事故の概要、陸上又は海上の区別のデータを表4.1に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は、10件発生している。事故の内訳は、陸上落下が5件（基地内の3件を含む。）、海上落下が5件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づくと、(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は2件である。事故の内訳は、「訓練空域外を飛行中」が2件である。

4.1.3 自衛隊機（小型固定翼機）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、型式、事故の概要、陸上又は海上の区別等のデータを表4.2に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は、2件発生している。事故の内訳は、陸上落下が2件（基地内は0件である。）である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づくと、(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は2件である。

内訳は、「訓練空域外を飛行中」が1件、「基地－訓練空域間往復時」が1件である。

4.1.4 自衛隊機（回転翼機）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、型式、事故の概要、陸上又は海上の区別等のデータを表4.3に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は、22件発生している。内訳は、陸上落下が17件（基地内の4件を含む。）、海上落下が5件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づくと、(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は13件である。

内訳は、「訓練空域内で訓練中」が1件、「訓練空域外を飛行中」が12件である。

4.2 米軍機の事故データ

4.2.1 調査範囲

(1) 対象とする米軍機

2.に示したように、以下の分類に従って航空機落下事故事例を調査した。

- ① 米軍機（固定翼機）
- ② 米軍機（回転翼機）

(2) 調査資料

米軍機の事故データについて調査した資料は次のとおりである。

- ① 平成13年1月～令和2年12月
 - a. 国内の全国紙の新聞記事²²⁻²⁵
 - b. 航空振興財団の「航空路誌」²⁸

「航空路誌」については、米軍機の事故が訓練空域内外のいずれかに落下したかを判定するために調査した。

(3) 航空機事故データの選定方法及び選定基準^{1,2}

原子炉施設への航空機落下確率の評価に用いる事故事例は以下の2段階でスクリーニングする。

- ① 米軍機の事故事例から「大破」を選定し「事故データ」とする。ただし、不時着後の大破については除くものとする。
- ② 「事故データ」の中から「基地－訓練空域間往復時」の落下事故を原子炉施設へ航空機が落下する可能性のある事故として選定し「対象事故データ」とする。さらに、「基地－訓練空域間往復時」以外の事故について「海上」に落下した事故を除いて陸上に落下した事故を原子炉施設への航空機落下確率の評価手法に記載される「訓練空域内で訓練中」、「訓練空域外を飛行中」の落下事故及び「基地内」の事故に分類し、この中から「基地内」の事故を除いた「訓練空域内で訓練中」及び「訓練空域外を飛行中」の事故を原子炉施設へ航空機が落下する可能性のある事故として選定し「対象事故データ」とする。（ここで用いた選定基準を「対象事故データ選定基準」という。以下この節において同じ。）

「基地－訓練空域間往復時」以外の事故に対して「海上」及び「基地内」の事故を除く理由は、4.1.1(3)と同じの考え方である。

「事故データ」及び「対象事故データ」の選定方法のフローチャートを図4.1に示す。
以下に、上記方法により米軍機の分類ごとに選定した「事故データ」及び「対象事故データ」を示す。

4.2.2 米軍機（固定翼機）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、型式、事故の概要、陸上又は海上の区別のデータを表4.4に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は、14件発生している。内訳は、陸上落下が2件（基地内は0件）、海上落下が12件（基地－訓練空域間往復時の1件を含む。）である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は3件である。

内訳は「訓練空域外を飛行中」が2件、「基地－訓練空域間往復時」が1件である。

4.2.3 米軍機（回転翼機）

(1) 事故データ

大破した事故の発生日、発生場所、型式、事故の概要、陸上又は海上の区別のデータを表4.5に示す。

対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）に大破した事故は、6件発生している。内訳は、陸上落下が4件（基地内の1件を含む。）、海上落下が2件である。

(2) 対象事故データ

対象事故データ選定基準に基づいて(1)の大破した事故の中から選定した対象事故は3件である。

内訳は「訓練空域外を飛行中」が2件、「基地－訓練空域間往復時」が1件である。

3.2 民間航空機の運航実績データ

3.2.1 調査範囲

(1) 対象とする航空機

原子炉施設への航空機落下確率の評価に運航実績（離着陸回数及び延べ飛行距離）が用いられる航空機の種類は、計器飛行方式の民間航空機である。

内規では、小型固定翼機及び回転翼機は有視界飛行方式として扱われているため、計器飛行方式は大型固定翼機のみであることから、運航実績データの調査対象とする航空機は、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）に限定する。

(2) 調査資料

離着陸回数及び延べ飛行距離の算出のために調査した資料は次のとおりである。

① 平成13年1月～令和元年12月

a. NRA技術ノート「航空機落下事故に関するデータ（平成12～令和元年）」⁴

② 令和2年1月～令和2年12月

a. 国土交通省の「航空輸送統計調査年報」⁸

b. 国土交通省の「空港管理状況調査」⁹

3.2.2 離着陸回数

(1) 算出方法

離着陸回数は、次の算出方法を用いて国内線と国際線を別々に算出する。

① 国内線

国内線の離着陸回数の算出には、「航空輸送統計調査年報」に記載された運航回数を用いる。「航空輸送統計調査年報」では国内の運航回数を「定期」及び「その他」の2つの運航形態に分けて集計しているが、以下の理由により「定期」の運航回数を民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の国内線の離着陸回数の算出に用いる。

- a. 内規によれば、民間航空機（大型固定翼機、有視界飛行方式）による定期便の該当はない。また、民間航空機（小型固定翼機、大型回転翼機及び小型回転翼機）の定期便は大型機の数%であると考えられる。このため、「航空輸送統計調査年報」の「定期」のほとんどは民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）によるものと考えられる。
- b. 「航空輸送統計調査年報」の「その他」としては不定期に運航されるチャーター便などの不定期便が考えられるが、内規を参考にすると、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）のうち不定期便は定期便に比べて極めて少ないと考えられる。このため、

「航空輸送統計調査年報」の「その他」に分類される運航回数のうち、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）によるものは極めて少ないと考えられる。

- c. 航空機の1回の運航には、離陸と着陸が各々1回含まれるため、「航空輸送統計調査年報」に記載された運航回数の「定期」を2倍したものを国内線の離着陸回数として用いる。

② 国際線

「航空輸送統計調査年報」の運航回数の「国際」は日本の航空機のみを対象としたものであるため、国際線の離着陸回数の算出には「空港管理状況調書」に記載された外国の航空機も含む「国際線」の着陸回数を用いる。国際線の多くでは大型民間航空機が使用されることから、「空港管理状況調書」の「国際線」の着陸回数は、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）による運航実績と見なすことができる。このため、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の離着陸回数のうち国際線によるものには、「空港管理状況調書」の「国際線」の空港別の着陸回数を国内線と同様に2倍したものをを用いる。

(2) 離着陸回数データ

(1)の算出方法を用いて算出した各暦年別の国内線及び国際線の民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の離着陸回数を表3.5に示す。対象の20年間（平成13年1月～令和2年12月）の離着陸回数は、国内線は30,172,112回、国際線は7,784,570回である。

3.2.3 延べ飛行距離

(1) 算出方法

延べ飛行距離は次の算出方法を用いて国内線と国際線を別々に算出する。

① 国内線

国内線の延べ飛行距離の算出には、「航空輸送統計調査年報」に記載された運航キロメートルを用いる。「航空輸送統計調査年報」では、国内の運航キロメートルを「定期」及び「その他」の2つの運航形態に分けて集計しているが、3.2.2(1)①と同じ理由により、「定期」の運航キロメートルを民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の国内線の延べ飛行距離の算出に用いる。

② 国際線

「航空輸送統計調査年報」の運航キロメートルの「国際」は日本の航空機のみを対象としたものであるため、国際線の延べ飛行距離は、落下確率を保守的に評価するために地図を基に算出した各空港から海岸線までの最短距離に「空港管理状況調書」に記載された外国の航空機も含む各空港の「国際線」の着陸回数の2倍を乗じて算出する。国際線の多く

では大型民間航空機が使用されることから、3. 2. 2(1)②と同様に、「空港管理状況調査」の「国際線」の着陸回数は、民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）による運航実績と見なしている。

空港から海岸線までの最短距離を表 3.6 に示す。空港から海岸線までの最短距離については有効数字を 2 桁とし、3 桁以下を切り捨てて求めている。

(2) 延べ飛行距離データ

算出した各暦年別の延べ飛行距離を表 3.7 に示す。対象の 20 年間（平成 13 年～令和 2 年）の延べ飛行距離は、国内線は 11,740,093,990 km、国際線は 74,000,000 km である。

4.3 自衛隊機及び米軍機の落下確率を求める際に必要な面積データ

自衛隊機及び米軍機の訓練空域面積並びに回廊面積について以下に示す。

4.3.1 調査範囲

(1) 対象とする面積

2. 1. 2の自衛隊機及び米軍機の落下事故評価式で用いている面積としては、訓練空域、訓練空域以外の空域及び回廊がある。ここでは、訓練空域を構成する制限空域、訓練／試験空域、超音速飛行空域及び回廊の面積について調査した。また、訓練空域以外の空域の面積を算出する際に必要な全国土面積についても調査した。

(2) 調査資料

自衛隊機及び米軍機の訓練空域の面積について調査した資料は次のとおりである。

- ① 航空振興財団発行の「航空路誌」(令和3年)²⁸
- ② 国土交通省発行の「国土数値情報 行政区域データ」(令和3年)²⁹

自衛隊機及び米軍機の訓練空域を除く面積を算出する際に必要な全国土面積及び北方四島面積について調査した資料は次のとおりである。

- ③ 国土地理院発行の「全国都道府県市区町村別面積調」(令和3年)³⁰

4.3.2 訓練空域面積

(1) 面積の算出方法

制限空域、訓練／試験空域、超音速飛行空域及び回廊の面積は、航空路誌に記載されている緯度／経度の位置情報から算出する。また、所定の空域の陸上の面積は位置情報と海岸線情報を含む数値地図データより算出する。なお、算出で用いる全国土面積は、「全国都道府県市区町村別面積調」に記載されている全国土面積から訓練空域となっていない北方四島を除いた面積としている。

全国の自衛隊機の陸上の訓練空域の面積は、自衛隊機の制限空域、低高度訓練／試験空域及び高高度訓練／試験空域の面積を合計して求める。また、全国の米軍機の陸上の訓練空域の面積は、米軍機の制限空域の面積を合計して求める。

(2) 面積の算出結果

① 日本の全国土面積

全国土面積は372,973 km²である。

② 自衛隊機の訓練空域面積

自衛隊機の制限空域の面積を表 4.6 に示す。制限空域は 14 箇所あり、全国の陸上の制限空域の面積は 628 km² である。自衛隊機の低高度訓練／試験空域の面積を表 4.7 に示す。低高度訓練／試験空域は 9 か所あり、全国の陸上の低高度訓練／試験空域の面積は 17,927 km² である。自衛隊機の高高度訓練／試験空域の面積を表 4.8 に示す。高高度訓練／試験空域は 15 か所あり、全国の陸上の高高度訓練／試験空域の面積は 66,037 km² である。超音速飛行空域の面積を表 4.9 に示す。超音速飛行空域は日本海にあることから対応する陸上面積はない。

全国の自衛隊機の陸上の制限空域、低高度訓練／試験空域、高高度訓練／試験空域を合わせた訓練空域の面積は 78,194 km²（複数の空域が重複する場合には重複加算しない）であり、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は 294,779 km² である。

③ 米軍の訓練空域面積

米軍機の制限空域の面積を表 4.10 に示す。制限空域は 31 か所あり、陸上の訓練空域の面積の合計は 509 km² であり、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は 372,464 km² である。

④ 回廊の面積

回廊の面積を表 4.11 に示す。回廊は 10 か所あり、全国の回廊の面積は 36,728 km² である。

算出した面積の結果をまとめて表 4.12 に示す。

暦年・年度別空港管理状況調査

項目 年別	着陸回数(回)		乗客数(人)				合計		航空燃料消費量(kg)	
	国際線	国内線	国際線		国内線		小計	合計	ジェット燃料	その他燃料
			乗客	通過客	乗客	機長				
26年	307	1,796	2,105	0	95,100	190,100	300,202	395,302	6,090	0
25年	321	1,790	2,101	0	100,894	164,697	288,998	389,492	5,722	0
26年	339	2,367	2,806	0	107,300	203,888	392,014	513,852	5,727	0
27年	465	2,038	2,503	0	140,207	195,108	392,014	538,227	9,256	0
28年	578	1,928	2,506	0	164,866	220,839	441,699	605,944	10,488	0
29年	331	2,364	2,695	0	165,130	275,462	500,592	655,068	10,168	0
30年	469	2,464	2,933	0	145,915	292,374	586,482	733,397	13,296	0
元年	589	2,621	3,210	0	168,943	326,019	652,246	822,208	14,183	0
2年	95	1,039	1,334	0	19,099	145,069	169,299	294,467	31,333	0
3年	0	1,000	1,000	0	0	127,908	127,908	257,686	3,577	0
26年度	320	1,920	2,240	0	99,490	154,126	308,619	408,139	6,474	0
25年度	323	1,796	2,079	0	100,178	163,473	298,919	397,096	5,169	0
26年度	367	2,581	2,948	0	119,311	208,451	418,566	538,215	6,427	0
27年度	504	1,965	2,469	0	150,699	203,678	403,799	554,350	9,303	0
28年度	605	2,065	2,670	0	149,466	231,646	462,871	612,316	9,865	0
29年度	342	2,439	2,781	0	106,846	285,936	573,888	680,670	11,521	0
30年度	522	2,457	2,977	0	165,449	294,934	594,873	760,402	13,790	0
元年度	541	2,700	3,241	0	140,723	316,515	635,279	776,002	13,621	0
2年度	0	1,461	1,461	0	0	103,422	103,422	203,570	3,094	0
3年度	0	1,075	1,075	0	0	138,426	138,426	279,745	4,088	0

項目 年別	貨物取扱量(kg)		乗客取扱量(人)				合計		航空燃料消費量(kg)	
	国際線	国内線	国際線		国内線		小計	合計	ジェット燃料	その他燃料
			乗客	機長	乗客	機長				
26年	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0
25年	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0
26年	0	26	26	0	0	0	0	0	0	0
27年	2	260	308	0	308	0	0	0	0	0
28年	0	394	394	0	0	0	0	0	0	0
29年	0	317	317	0	0	0	0	0	0	0
30年	0	323	323	0	0	0	0	0	0	0
元年	0	256	256	0	0	0	0	0	0	0
2年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26年度	0	24	24	0	0	0	0	0	0	0
25年度	0	9	9	0	0	0	0	0	0	0
26年度	0	74	74	0	0	0	0	0	0	0
27年度	0	310	310	0	0	0	0	0	0	0
28年度	0	399	399	0	0	0	0	0	0	0
29年度	0	332	332	0	0	0	0	0	0	0
30年度	0	305	305	0	0	0	0	0	0	0
元年度	0	143	143	0	0	0	0	0	0	0
2年度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3年度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ものとする。

- i) 飛行場からの最大離着陸地点（航空路誌（AIP）に記載された離着陸経路において着陸態勢に入る地点あるいは離陸態勢を終える地点をいう。図1にその具体例を示す。）までの直線距離を半径とする範囲内に原子炉施設が存在しない場合
 - ii) 最大離着陸地点までの直線距離を半径とする範囲内に原子炉施設が存在する場合であっても、飛行場の滑走路端から滑走路方向に対して±60°の扇型区域（図2）から外れる場合
- ② 上記①の条件をいずれも満たさない場合は、当該飛行場における航空機の年間離着陸回数等を考慮し、以下の方法を用いて、原子炉施設への航空機落下の発生確率を評価する（解説4-2(1)）。

（評価方法）

原子炉施設周辺の飛行場において離着陸時の航空機が原子炉施設へ落下する確率は、以下の式によって評価する。

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

$P_{d,a}$ ：対象施設への離着陸時の航空機落下確率（回／年）

$N_{d,a}$ ：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 ：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（ $1/\text{km}^2$ ）

$f_{d,a} = D_{d,a} / E_{d,a}$ ：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）

ここで対象とする航空機、事故の種類、「離着陸時」の定義、事故件数（ $D_{d,a}$ ）及び運航実績（離着陸回数 $E_{d,a}$ ）の集計期間並びに原子炉施設の標的面積（ A ）に関する考え方については、解説4-3に示す。

また、離着陸時の事故における落下地点確率分布関数（ $\phi_{d,a}(r, \theta)$ ）は、滑走路端から距離 r 、滑走路中心線（滑走路飛行方向）から角度 θ の関数として、離陸時及び着陸時の航空機事故により航空機がどこに落下するかを単位面積当たりの数値で表した確率分布である。この確率分布は、

基準-3

過去の事故事例での落下位置を基に推定すべきであるが、事故事例が少ない場合は、滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離（ r_0 ）内の円内で滑走路方向両側に対し $\pm 60^\circ$ 以内の扇型（ $A_{d,0}$ ）に一様な分布、あるいは、周方向で正規分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いる。

（一様分布）

$$\phi(r_p, \theta) = \frac{1}{A_{d,0}} \quad (\text{1/km}^2)$$

$$A_{d,0} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (\text{km}^2)$$

（正規分布）

$$\phi(r_p, \theta) = \frac{1}{A_{d,0}} f(x) \quad (\text{1/km}^2)$$

$$A_{d,0} = \frac{2}{3} \pi r_0^2 \quad (\text{km}^2)$$

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

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = \int_{-\pi/3}^{\pi/3} P \quad d = \pi \frac{2}{3} r_p$$

$$\sigma = \frac{\pi r_p}{3 \times 2.6} \quad \left(\int_{-\pi/3}^{\pi/3} f(x) dx = 0.99, \text{即ち、信頼度区間 } 99\% \text{ のとき}\right)$$

x : 滑走路軸上から原子炉施設までの距離（周方向）

r_p : 滑走路端から原子炉施設までの距離（径方向）

なお、評価対象となる飛行場が複数存在する場合には、各々の飛行場に対して上記評価を行い、その結果として得られる落下確率の総和をとるものとする。

2) 航空路を巡航中の落下事故

航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲が指定されている航空路、航空路誌（AIP）に掲載された直行経路と転移経路、最大離着陸地点以遠の離着陸経路、広域航法（RNAV）

基準-4

本項目の評価で対象とする航空路は、原子炉施設上空を飛行する可能性のある航空路（航空法第37条に基づき、国土交通大臣が「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲を指定した航空路並びに航空路誌（AIP）に掲載された直行経路、転移経路、離着陸経路（最大離着陸地点以遠の経路）、広域航法（RNAV）経路等をいう。）とする。

なお、原子炉施設上空以外に設定されている航空路を飛行する航空機の原子炉施設への落下については、その可能性が無視できるほど小さいと考えられるため評価対象外とする。

②航空路の幅（H）

航空法第37条の規定に基づいて、国土交通大臣が「航空路の指定に関する告示」によりその位置及び範囲を指定した航空路は、原則として地上の航空保安無線施設を結んだ線の上空に設定されている。また、計器誤差や風による影響等で航空路の中心線はずれることを考慮して、航空路には原則として中心線から両側に7km又は9kmの範囲の保護空域が設定されている。したがって、「航空路の指定に関する告示」に定められた航空路については、告示に基づき14km又は18kmの幅とする。

なお、直行経路、転移経路、離着陸経路（最大離着陸地点以遠の経路）等については経路毎に保護空域の幅が異なるため、上空に設定されたこれらの経路の幅を調査し設定することとする。

また、広域航法（RNAV）経路については、航法精度を航空路の幅とみなして用いることとする。

(4) 原子炉施設の標的面積（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。本基準では、原則として0.01km²を用いるものとするが、巡航中の航空機の落下に対しては上空からの落下を想定して対象建屋の水平断面積を、また、離着陸時の航空機の落下に対しては突入角度を考慮して対象建屋の投影面積を評価し、各々の結果が0.01km²を上回る場合には、その評価結果を用いるものとする。ただし、自衛隊機及び米軍機については、離着陸時の事故を往復中の事故に含めていることから、これらは巡航中の航空機の落下として取り扱うこととする。

なお、0.01km²という値は、フランスの基準やドイツの評価で用いられているものと同等である。

解説4-4 有視界飛行方式で飛行する民間航空機の落下確率評価における入力パラメータ等の考え方(第4章)

(1) 対象航空機及び対象事故

これまでの実績に基づき、有視界飛行方式による航空機の事故は、航空機の種類、飛行目的、飛行形態等から、以下のように分類することができる。

- ① 不定期便大型固定翼機の離着陸時の事故
- ② 不定期便大型固定翼機の巡航中の事故
- ③ 軽飛行機など小型固定翼機の離着陸時の事故
- ④ 軽飛行機など小型固定翼機の巡航中の事故
- ⑤ 回転翼機の離着陸時の事故
- ⑥ 回転翼機の巡航中の事故

このうち、①、②、④及び⑥は原則として評価対象とするが、小型固定翼機と回転翼機の離着陸時の事故(上記の③と⑤)については、ほとんどが飛行場内又は飛行場付近に墜落しているという実績と、離陸から巡航及び巡航から着陸までの距離が短く原子炉施設が飛行場からある程度離れた場所に立地されていることから、評価の対象から外しても問題はないと言える。

有視界飛行方式では、離着陸経路や飛行経路が明確に定められていないことから、これらの航空機の落下確率は全国平均値として評価するものとする。また、小型固定翼機や回転翼機の巡航中事故(上記④と⑥)の中には、不時着、農薬散布、工事中や資材運搬中、ホバリング中の事故が数多く含まれているが、こうした飛行が原子炉施設上空やその近傍で行われることは考えにくく、したがって、これらの事故については原子炉施設への落下の可能性が極めて低いと考えられるため評価対象外とする。なお、単位年当たりの事故率を算出するための事故事例の集計期間は、原則として最近の20年間とする。

(2) 原子炉施設の標的面積及び対象航空機の種類による係数

有視界飛行方式で飛行する民間航空機としては、不定期便の大型固定翼機、軽飛行機などの小型固定翼機並びに大型及び小型の回転翼機を対象としており、機体の重量や、飛行速度、落下時の衝撃力(荷重)、衝突時の標的面積(落下時に原子炉施設が影響を受ける建物の面積)は、これら種類によって異なるものと考えられるが、標的面積については、計器飛行方式民間航空機や自衛隊機又は米軍機の場合と同様の考え方に基づいて決定するものとする(原則として 0.01km^2 を用いる。)

一方、軽飛行機などの小型固定翼機や小型回転翼機(小型機)については、表2に示すように、戦闘機や旅客機に比べてその機体重量が軽く、飛行速度⁽¹⁾も遅いため、落下時の衝撃力(荷重)も小さく、また、衝突時の衝突面積も小さくなる。さらに、一般に原子炉建屋が堅固な構築物であること等を考慮すると、小

型機が原子炉施設に落下した場合においても、その影響を及ぼす原子炉施設の範囲が、戦闘機や旅客機の落下に対し著しく小さくなると言える。そこで、小型機の落下確率評価では、こうした因子を考慮し、大型機の場合に対して1/10という係数を乗ずるものとする。

注) 小型機と戦闘機及び旅客機との間で飛行速度を比較するに当たり、小型機及び旅客機については巡航速度及び想定重量を比較することにより、小型機の衝撃力(荷重)が旅客機と比べて小さいことを示している。一方、戦闘機については滑空速度としているが、小型機より重量がある戦闘機について巡航速度より速度が遅い滑空速度を用いることは、小型機の衝撃力(荷重)が戦闘機や旅客機と比べて小さいことを示す上で、保守性があると言える。

表2 代表的な戦闘機、旅客機と小型機との機体重量、飛行速度の比較

航空機タイプ	代表機種	想定重量(kg)	飛行速度(水平方向(m/s))
戦闘機	F-15C	20,244	130 ^{注1)}
	F-16C	11,372	150 ^{注1)}
旅客機	B747-400	394,625	256 ^{注2)}
軽飛行機	セナ172型	1,089	56 ^{注2)}
小型回転翼機	AS350B	1,900	65 ^{注2)}

注1) 滑空速度

注2) 巡航速度

距離と方位角の計算

トップページ
操作方法
計算式
お問い合わせ

入力値

1点毎の計算
一括計算

座標値の入力方法 数値入力 地図上で選択

楕円体

座標値の入力

出発点	緯度	361137.48
	経度	1402507.15
到着点	緯度	361604.68
	経度	1403315.09

入力単位選択 度分秒 十進法度単位

【緯度・経度の値の入力例(度分秒)】
 緯度 36° 8' 15.5892" → 360815.5892
 経度 140° 5' 16.2781" → 1400516.2781
 dd° mm' ss.s → ddmmss.s

計算実行

計算結果

入力値

楕円体	GRS80	
出発点	緯度	北緯 36°11'37.4600"
	経度	東経 140°25'07.1500"
到着点	緯度	北緯 36°16'04.6800"
	経度	東経 140°33'15.0900"

出力値

測地線長	14,707,627(m)	
方位角	出発点→到着点	55°54'10.15"
	到着点→出発点	235°58'58.54"

印刷

計算結果



表 3.5 民間航空機(大型固定翼機、計器飛行方式)の離着陸回数
 Table 3.5 The Total Number of Takeoffs and Landings of Commercial Aircraft
 (Large Fixed-wing, Instrument Flight)

暦年 ^(注 8)	国内線 (回)	国際線 (回)
平成 13 年	1,343,192	261,576
平成 14 年	1,367,468	279,976
平成 15 年	1,399,700	275,410
平成 16 年	1,397,124	313,204
平成 17 年	1,418,292	333,094
平成 18 年	1,481,264	341,074
平成 19 年	1,483,448	355,416
平成 20 年	1,467,684	358,134
平成 21 年	1,432,724	336,198
平成 22 年	1,432,748	348,972
平成 23 年	1,431,040	354,322
平成 24 年	1,539,914	388,478 ^(注 9)
平成 25 年	1,643,536	395,086
平成 26 年	1,686,160	428,202
平成 27 年	1,689,272	477,100
平成 28 年	1,679,378	533,560
平成 29 年	1,691,244	564,744
平成 30 年	1,690,008	588,942
令和元年	1,719,570	628,380
令和 2 年	1,178,346	222,702
計	30,172,112	7,784,570

^(注 8) 1 月～12 月

^(注 9) 空港管理状況調書において平成 24 年の北大東空港の着陸回数が修正されたため、令和 4 年 3 月発行の NRA 技術ノート「航空機落下事故に関するデータ(平成 12～令和元年)」から見直しを行った。

表 3.7 民間航空機（大型固定翼機、計器飛行方式）の延べ飛行距離

Table 3.7 Total Flight Distance of Commercial Aircraft (Large Fixed-wing, Instrument Flight)

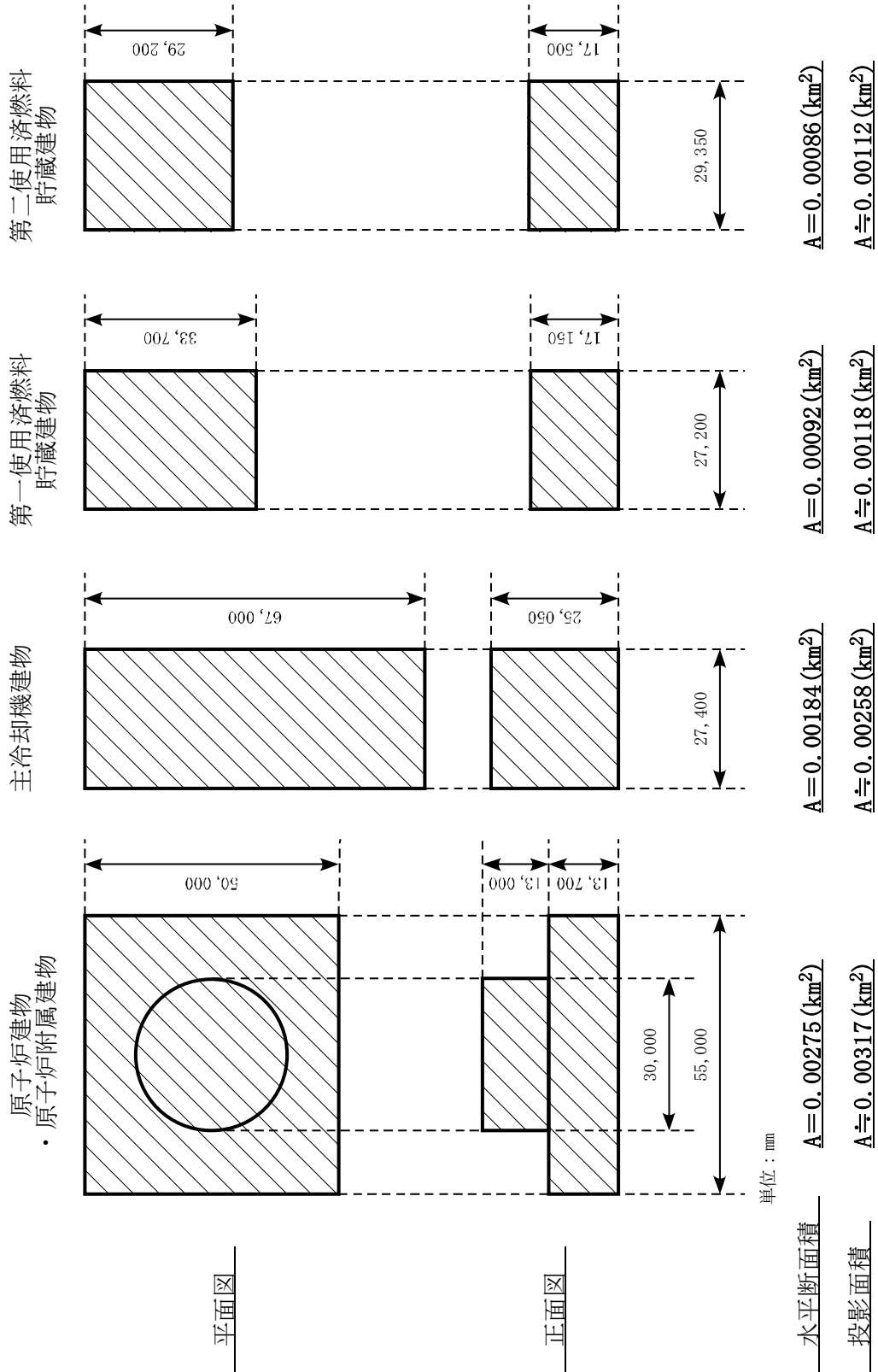
暦年 ^(注10)	国内線 (km)	国際線 (km) ^(注11)
平成 13 年	489,782,465	3,000,000
平成 14 年	498,480,635	3,500,000
平成 15 年	519,275,755	3,500,000
平成 16 年	517,051,659	3,900,000
平成 17 年	527,104,292	3,700,000
平成 18 年	555,392,832	3,700,000
平成 19 年	559,616,583	3,800,000
平成 20 年	554,535,973	3,800,000
平成 21 年	544,494,742	3,600,000
平成 22 年	548,444,056	3,600,000
平成 23 年	554,156,367	3,400,000
平成 24 年	607,933,799	3,600,000 ^(注12)
平成 25 年	656,587,038	3,700,000
平成 26 年	678,832,124	3,800,000
平成 27 年	681,945,100	3,900,000
平成 28 年	682,890,250	4,200,000
平成 29 年	689,723,341	4,400,000
平成 30 年	690,566,330	4,600,000
令和元年	703,720,834	4,700,000
令和 2 年	479,559,815	2,100,000
計	11,740,093,990	74,000,000

^(注10) 1月～12月

^(注11) 国際線は有効桁数を2桁とし、3桁以下を切り捨てて求めた。

^(注12) 空港管理状況調書において平成24年の北大東空港の着陸回数が修正されたが、令和4年3月発行のNRA技術ノート「航空機落下事故に関するデータ（平成12～令和元年）」から変更がないことを確認した。

施設の投影面積及び水平断面積の算出



離着陸時の事故における落下地点確率分布関数の算出

一様分布の場合

$$f_{d,a}(r_0, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}}$$

$$A_{d,a} = \frac{2}{3}\pi r_0^2$$

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

r_0 : 滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離(km) 【55.56 注¹】

正規分布の場合

$$f_{d,a}(r_p, \theta) = \frac{1}{A_{d,a}} f(x)$$

$$A_{d,a} = \frac{2}{3}\pi r_0^2$$

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

x : 滑走路軸上から施設までの距離 (周方向) (km) 【8.65 注²】

r_p : 滑走路端から施設までの距離 (径方向) (km) 【14.7 注³】

注 1 : AIP JAPAN に基づき設定 (別紙 3 添付-1 (1) 参照)。

注 2 : r_p を用いて算出。

注 3 : 地図閲覧サービス (ウォッチず) (国土交通省国土地理院) に基づき設定 (別紙 3 添付-6 参照)。

事件事例が少ない場合は、滑走路端から最大離着陸地点までの直線距離 (r_0) 内の円内で滑走路方向両側に対して $\pm 60^\circ$ 以内の扇型 ($A_{d,a}$) に一様な分布、あるいは、周方向で正規分布を仮定し、いずれか厳しい方を用いる。

【計算結果】

一様分布の場合 : $1.55 \times 10^{-4} / \text{km}^2$ / 正規分布の場合 : $1.12 \times 10^{-4} / \text{km}^2$

原子炉建物・原子炉附属建物等の堅固性

原子炉建物・原子炉附属建物、主冷却機建物、第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物について、軽飛行機及び小型回転翼機の衝突を仮定し、堅固な構築物であることを確認する。評価に用いる衝撃荷重を第1表に、各建物の保有水平耐力を第2表に示す。

各建物の保有水平耐力（最小：26,867kN）は、評価に用いた衝撃荷重（最大：2,478kN）を上回っており、十分な堅固性を有する。

第1表 評価に用いる衝撃荷重

航空機タイプ	代表機種	想定重量	飛行速度 (水平方向)	衝撃荷重
軽飛行機	セスナ 172 型	1,089 kg (※)	56 m/s	1,338 kN
小型回転翼機	AS350B	1,900 kg	65 m/s	2,478 kN

※ 「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」における記載値（ただし、1,160kg としているものもあり、衝撃荷重評価にあつては、保守的に当該値を使用）。衝撃荷重は、Riera の方法により算出。

第2表 建物の保有水平耐力 (1/2)

【原子炉建物・原子炉附属建物（建物高さ：約 26.7m）】

地上高さ	NS 方向			EW 方向		
	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)
GL+26.7m	23.6	4.622	109,079	24.0	4.635	111,240
GL+13.7m	120.5	4.849	584,305	139.6	4.770	665,892
GL+8.5m	109.0	4.534	494,206	163.1	4.512	735,907
GL+0.2m	356.2	4.857	1,730,063	340.4	4.983	1,696,213

【主冷却機建物（建物高さ：約 25.1m）】

地上高さ	NS 方向			EW 方向		
	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)
GL+24.4m	8.7	4.474	38,924	6.4	4.198	26,867
GL+12.5m	34.4	4.811	165,498	36.7	5.039	184,931
GL+4.5m	40.7	5.380	218,966	36.5	5.308	193,742
GL+0.2m	105.0	4.645	487,725	151.9	4.531	688,259

第2表 建物の保有水平耐力 (2/2)

【第一使用済燃料貯蔵建物 (建物高さ：約 17.2m)】

地上高さ	NS 方向			EW 方向		
	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)
GL+16.4m	17.2	4.468	76,850	16.9	4.534	76,625
GL+10.4m	38.1	4.560	173,736	37.4	4.552	170,245
GL+4.7m	36.1	4.685	169,129	40.6	4.729	191,997
GL+0.2m	158.9	3.399	540,101	236.6	3.915	926,289

【第二使用済燃料貯蔵建物 (建物高さ：約 17.5m)】

地上高さ	NS 方向			EW 方向		
	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)	せん断 断面積 (m ²)	終局 せん断 応力 (N/mm ²)	保有 水平耐力 (kN)
GL+16.6m	20.6	4.625	95,275	30.1	4.692	141,229
GL+9.6m	37.7	4.885	184,165	42.3	4.822	203,971
GL+5.1m	45.9	4.760	218,484	44.3	4.903	217,203
GL+0.2m	124.1	4.005	497,021	121.7	3.919	476,942

平成 29 年 3 月 30 日申請時の評価

平成 29 年 3 月 30 日付けで申請した原子炉設置変更許可申請書における第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）に係る航空機落下にあつては、主に平成 25 年までのデータに基づき航空機落下確率を評価している。

第 1 表に計算条件を、第 2 表に計算結果を示す。

第 2 表に示すとおり、航空機落下確率の総和は、 8.8×10^{-8} （回／炉・年）であり、基準値である 10^{-7} （回／炉・年）を超えない。

第1表 航空機落下確率の評価における主な計算条件の対比 (1/2)

[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)]

項目	申請時
国内での離着陸時事故件数(件)	4 ^[1]
国内での離着陸回数(離着陸回)	32,780,942 ^[2]
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)	4,202 ^[3]

[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)]

項目	申請時
巡航中事故件数(件)	0.5 ^[1]
延べ飛行距離(飛行回・km)	10,132,601,674 ^[1]
評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)	・航空路(直行経路を 含む。): 365 ^[4] ・RNAV経路: 36,865 ^[4]

[有視界飛行方式民間航空機の落下事故]

項目	申請時
対象航空機の落下事故件数(件)	・大型固定翼機 0.5 ^[1] ・小型固定翼機 35 ^[1] ・大型回転翼機 1 ^[1] ・小型回転翼機 25 ^[1]
全国土面積 (km ²)	372,000 ^[1]

第1表 航空機落下確率の評価における計算条件の対比 (2/2)

〔自衛隊機又は米軍機の落下事故（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）〕

項目	申請時
訓練空域外での落下事故件数(件)	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 8^[1] ・米軍機 5^[1]
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)	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 295,000^[1] ・米軍機 372,000^[1]

〔自衛隊機又は米軍機の落下事故（基地－訓練空域間を往復時の落下事故）〕

項目	申請時
基地と訓練空域間を往復中の落下事故件数(件)	0.5 ^[1]

[引用元]

[1] 「航空機落下事故に関するデータの整備」 JNES-RE-2013-9011 原子力安全基盤機構

[2] 「航空輸送統計年報 第1表 総括表」、「空港管理状況調書」 国土交通省 航空局

[3] 暦年・年度別航空管理状況調書 国土交通省 航空局

[4] 国土交通省航空局への問い合わせ結果に基づき設定。平成22年から平成24年までの各年上半期及び下半期におけるピーク日の航空交通量が最大となる平成24年下半期の数値に365を乗じることで年間飛行回数に換算（ただし、航空路R211及び直行経路IXE-SWAMPにあっては、平成24年下半期におけるピーク日の航空交通量が0回であり、保守的に「0.5回」を使用）。

第2表 航空機落下確率の評価における計算結果の対比

項 目		申請時
(1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故	① 飛行場での離着陸時における落下事故	7.93×10^{-10}
	② 航空路を巡航中の落下事故	9.94×10^{-10}
(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		1.01×10^{-8}
(3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故	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	2.03×10^{-8}
	② 基地－訓練空域間を往復時の落下事故	5.51×10^{-8}
合計		8.8×10^{-8} (8.72×10^{-8})

平成 29 年までのデータによる評価

平成 29 年 3 月 30 日付けで申請した原子炉設置変更許可申請書における第 6 条（外部からの衝撃による損傷の防止）に係る航空機落下にあつては、主に平成 25 年までのデータに基づき航空機落下確率を評価している。

これに対し、原子力規制庁より令和元年 12 月に平成 10 年 1 月から平成 29 年 12 月までの 20 年間に国内で発生した航空機事故データについて、報告されたことを踏まえ、最新の知見を反映した場合の航空機落下確率を評価する。

第 1 表に計算条件の対比を、第 2 表に計算結果の対比を示す。

第 2 表に示すとおり、最新の知見を反映した航空機落下確率の総和は、 8.7×10^{-8} （回／炉・年）であり、最新の知見を反映した場合にあつても、既申請の値との差はわずかであり、基準値である 10^{-7} （回／炉・年）を超えない。

第1表 航空機落下確率の評価における主な計算条件の対比 (1/2)

[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)]

項目	最新知見	申請時
国内での離着陸時事故件数(件)	2 ^[1]	4
国内での離着陸回数(離着陸回)	36,378,238 ^[1]	32,780,942
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)	5,692 ^[2]	4,202

[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)]

項目	最新知見	申請時
巡航中事故件数(件)	0.5 ^[1]	0.5
延べ飛行距離(飛行回・km)	11,327,599,138 ^[1]	10,132,601,674
評価対象とする航空路等の年間飛行回数 (飛行回/年)	・航空路(直行経路を 含む。) : 912.5 ^[3] ・RNAV経路 : 36,865 ^[3]	・航空路(直行経路を 含む。) : 365 ・RNAV経路 : 36,865

[有視界飛行方式民間航空機の落下事故]

項目	最新知見	申請時
対象航空機の落下事故件数(件)	・大型固定翼機 0.5 ^[1] ・小型固定翼機 29 ^[1] ・大型回転翼機 2 ^[1] ・小型回転翼機 18 ^[1]	・大型固定翼機 0.5 ・小型固定翼機 35 ・大型回転翼機 1 ・小型回転翼機 25
全国土面積 (km ²)	372,969 ^[1]	372,000

第1表 航空機落下確率の評価における計算条件の対比 (2/2)

[自衛隊機又は米軍機の落下事故 (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)]

項目	最新知見	申請時
訓練空域外での落下事故件数(件)	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 9^[1] ・米軍機 4^[1] 	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 8 ・米軍機 5
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)	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 294,881^[1] ・米軍機 372,472^[1] 	<ul style="list-style-type: none"> ・自衛隊機 295,000 ・米軍機 372,000

[自衛隊機又は米軍機の落下事故 (基地－訓練空域間を往復時の落下事故)]

項目	最新知見	申請時
基地と訓練空域間を往復中の落下事故件数(件)	0.5 ^[1]	0.5

[引用元]

[1] 「航空機落下事故に関するデータ(平成10～29年)」 NTEN-2019-2001 原子力規制庁

[2] 「暦年・年度別航空管理状況調書」 平成26年 国土交通省 航空局

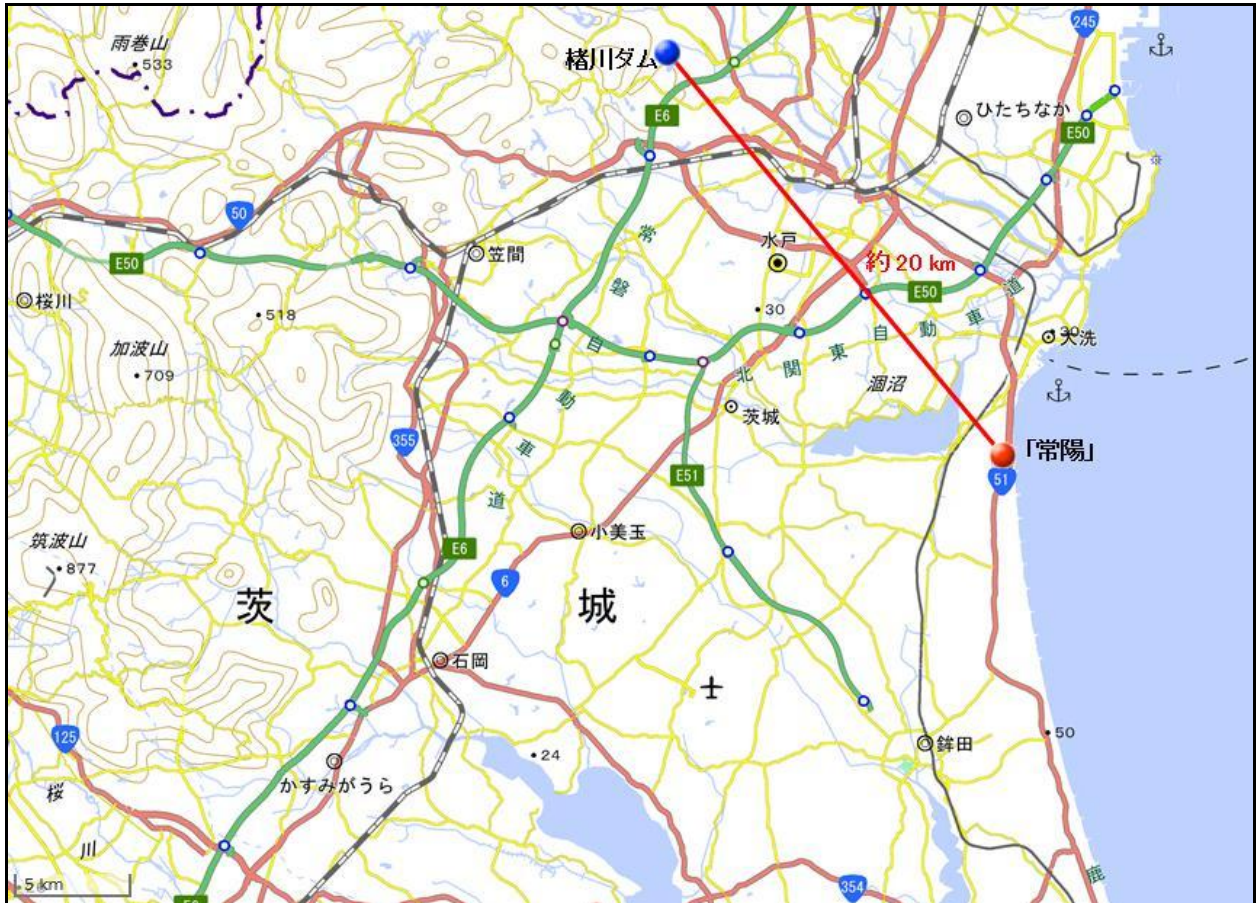
[3] 国土交通省 航空局への問い合わせ結果 (平成29年下半期のデータ)

第2表 航空機落下確率の評価における計算結果の対比

項 目		最新知見 の反映	申請時
(1) 計器飛行方式民間 航空機の落下事故	① 飛行場での離着陸時における落 下事故	4.84×10^{-10}	7.93×10^{-10}
	② 航空路を巡航中の落下事故	9.06×10^{-10}	9.94×10^{-10}
(2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故		9.65×10^{-9}	1.01×10^{-8}
(3) 自衛隊機又は米軍 機の落下事故	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	2.06×10^{-8}	2.03×10^{-8}
	② 基地－訓練空域間を往復時の落 下事故	5.51×10^{-8}	5.51×10^{-8}
合計		8.7×10^{-8} (8.67×10^{-8})	8.8×10^{-8} (8.72×10^{-8})

ダムの崩壊の考慮

原子炉施設の周辺地域のダムとしては、大洗研究所（南地区）の敷地から北西方向約 20km の地点に那珂川より取水した水を貯留する楮川ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れている（第 1 図参照）。このように、原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはないことから、ダムの崩壊を考慮する必要はない。



「国土地理院地図（電子国土 web）」に加筆

第 1 図 原子炉施設の周辺地域のダム

有毒ガスの考慮

茨城県内で石油コンビナート等特別防災区域に指定されている地区は、鹿島臨海地区石油コンビナート等特別防災区域のみである。当該区域と原子炉施設までの距離は約 35 km である(第 1 図参照)。大洗研究所(南地区)敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設は存在しない。

敷地内にあつては、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質(苛性ソーダ、塩酸及び硫酸等)を屋内で取り扱っている。有毒物質の特性に応じて、労働安全衛生法(特定化学物質障害予防規則等)に基づき適切に管理している。さらに、苛性ソーダは揮発性が低く、硫酸は不揮発性のため、漏えいした場合にあつても、屋外(大気中)に多量に放出されることはない。また、揮発性を有する塩酸にあつても、取扱場所が、屋内であり、蒸発量が小さいことから、屋外(大気中)に多量に放出されることはない。また、屋外の固定源(屋外タンク)及び可動源(タンクローリー)を有しない。

原子炉施設の周辺において、屋内(主冷却機建物、純水ポンプ小屋及び JWF)に苛性ソーダ(タンク容量: 3,300 L)、塩酸(タンク容量: 1,750 L)及び硝酸(タンク容量: 40 L)を貯蔵している。苛性ソーダは、揮発性が低く、漏えいした場合にあつても、屋外(大気中)に多量に放出されることはない。また、揮発性を有する塩酸、硝酸にあつても、取扱場所が、屋内であり、蒸発量が小さいことから、屋外(大気中)に多量に放出されることはなく、別建屋で十分距離の離れた中央制御室に影響を及ぼさない。

敷地に隣接する国道 51 号線では、予期せず発生する有毒ガスを想定する。原子炉施設からの距離は、約 150m である(第 2 図参照)。当該ガスの発生は、臭気による異常の認知、又は敷地内の発見者や敷地外からの情報入手者による中央制御室への連絡で検出する。

中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。また、敷地内外において、有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。

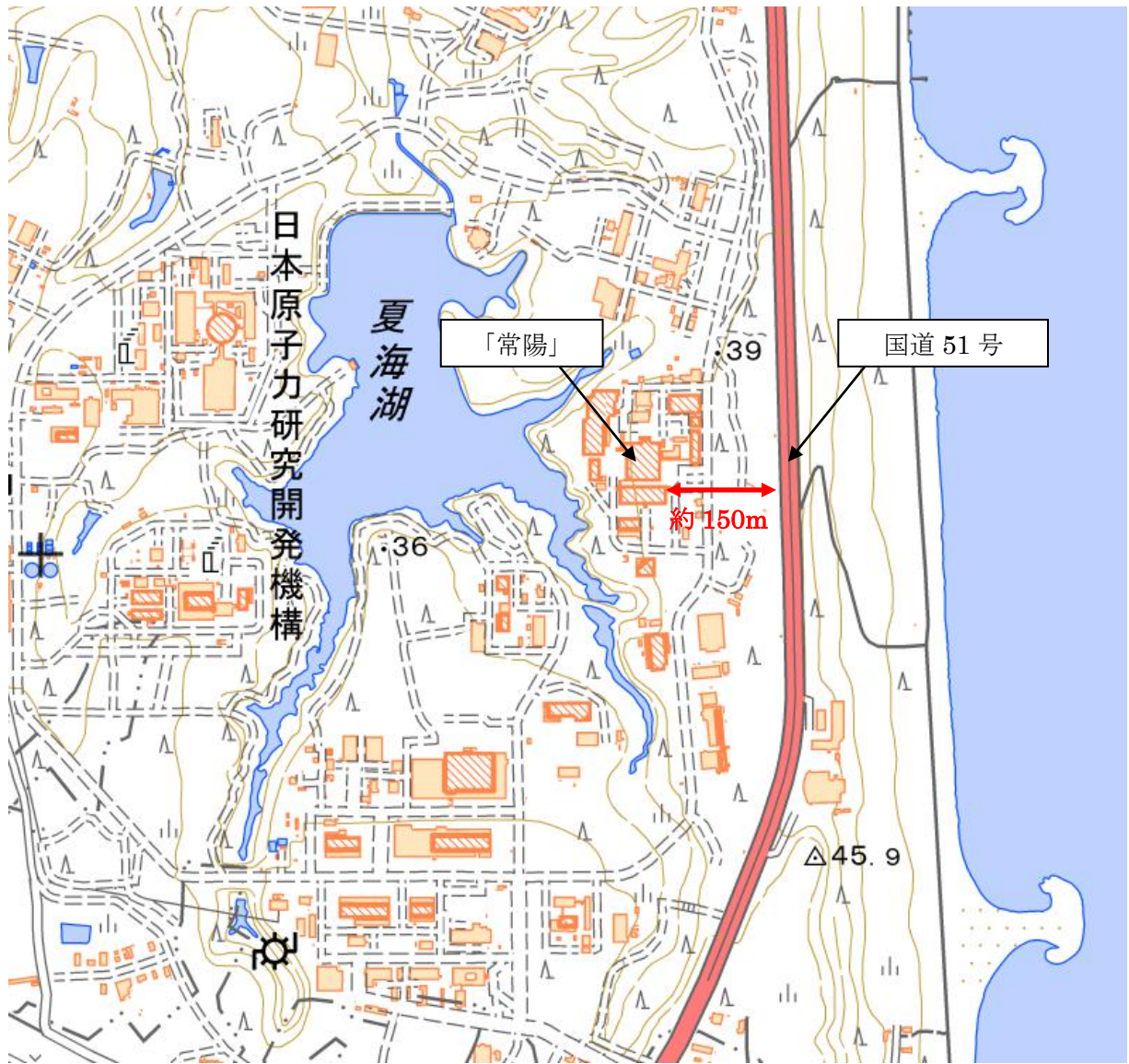
さらに、原子炉施設には、空気呼吸器を配備する。空気ボンベについては、充填可能容量が 12000 以上のものを選定する。要員 1 名の呼吸率を $24\text{l}/\text{min}^{*1}$ とした場合に、1 本の空気ボンベにより 50 分の活動時間を確保できることから、対応時間: 6 時間に対して、8 本の空気ボンベを使用する。ここでは、対応要員として 5 名を想定するため、必要とする空気ボンベは、合計 40 本以上とする。運転員等は、定期的に空気呼吸器の装備装着訓練を実施することで、機材の使用に係る習熟度向上を図る。なお、空気ボンベは内部火災対応用と共用する。また、敷地内他施設の空気ボンベもバックアップとして活用する。

*1 成人の「歩行」時の呼吸量(出典: 空気調和・衛生工学便覧)



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第1図 大洗研究所と鹿島臨海地区石油コンビナート等特別防災区域の位置



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第2図 敷地に隣接する幹線道路と原子炉施設との距離

有害物質の抽出の考え方

敷地内の有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質（苛性ソーダ、塩酸及び硫酸等）の抽出の考え方をまとめた。

敷地内の有毒物質としては、気化、エアロゾル化のおそれのある特定化学物質等として、塩酸、硫酸、硝酸、フッ化水素、四塩化炭素、エタノール、アセトン、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）を保有しており、所内の各部署の保有量を調査している。

これら特定化学物質等はすべて屋内で貯蔵、使用であり使用場所が限定されていること、また、20kg以下はその影響度が小さく貯蔵量及び使用量が少ない試薬を、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないとして調査対象外とした。

この結果、調査対象となるものはないが、自施設において保有する苛性ソーダ（タンク容量：3,300 L：主冷却機建物）、塩酸（タンク容量：1,750 L：純水ポンプ小屋）及び硝酸（タンク容量：40 L：JWTF）は屋内ではあるが保守的に抽出した。

以上

参考)「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」抜粋

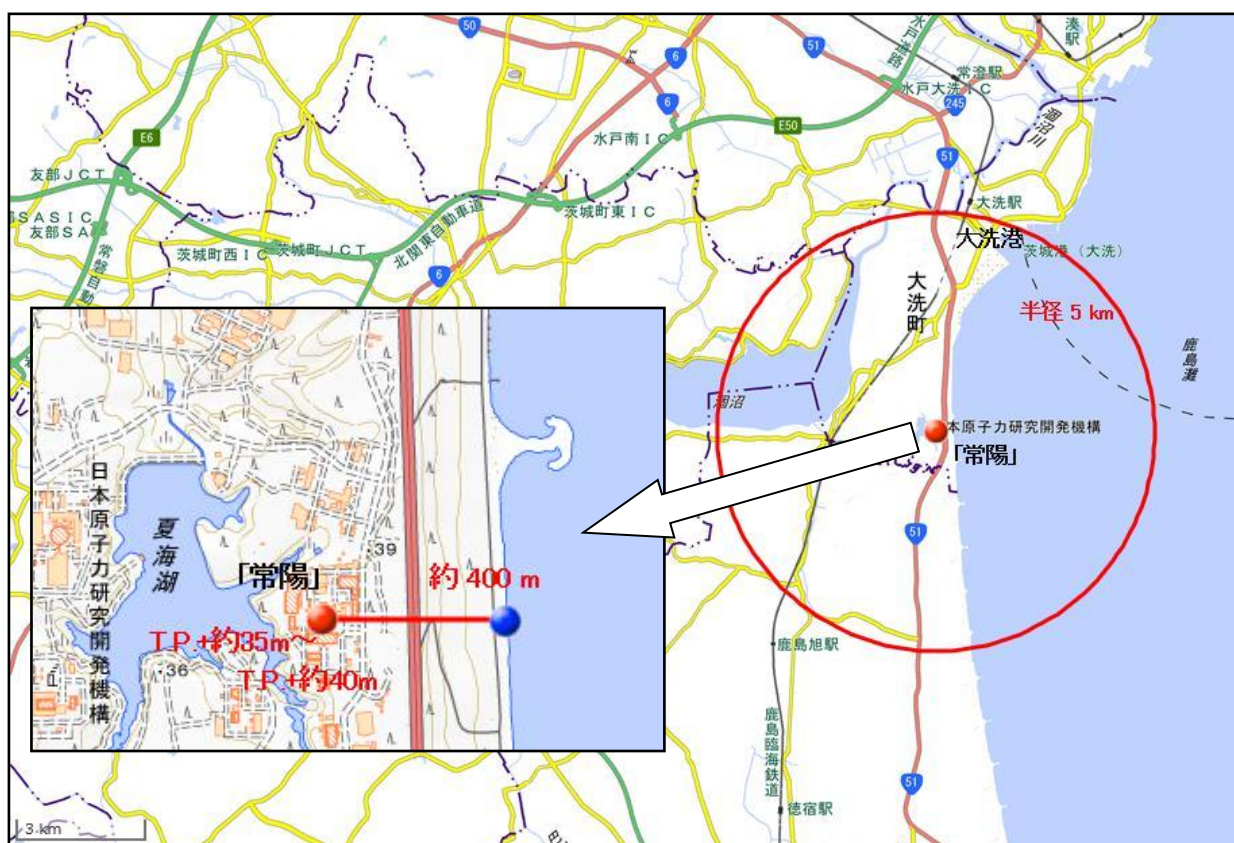
(解説-4) 調査対象外とする場合

貯蔵容器が損傷し、容器に貯蔵されている有毒化学物質の全量が流出しても、有毒ガスが大気中に多量に放出されるおそれがないと説明できる場合。(例えば、使用場所が限定されていて貯蔵量及び使用量が少ない試薬等)

船舶の衝突の考慮

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、大洗研究所（南地区）の北方約5kmに大洗港があり、T.P. +約35m～+約40mに位置する原子炉施設の東側約400mに海岸がある（第1図参照）。

このように、原子炉施設は、港湾等を有しておらず、また、大洗研究所（南地区）の北方に大洗港、台地に位置する原子炉施設の東側に海岸があるが、原子炉施設から十分離れていること及び原子炉施設は海水を取水源としていないことから、船舶の衝突や座礁による影響（重油等の流出を含む。）はない。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。



「国土地理院地図（電子国土web）」に加筆

第1図 大洗研究所（南地区）の周辺地域の港湾等

「J M T R (材料試験炉) 二次冷却系統の冷却塔倒壊」
の知見を踏まえた対応

JMTR（材料試験炉）二次冷却系統の冷却塔が倒壊に至った根本的な原因は、当該施設が、屋外にあり、かつ、建築基準法に基づく一般的な木造建築とは異なる構造である木造の原子力施設であったことである。「常陽」において、木造の建築物はなく、同様の事象が生じることはない。

令和2年2月27日付け令01原機（環材）013「JMTR（材料試験炉）二次冷却系統の冷却塔倒壊について」では、JMTR（材料試験炉）の二次冷却系統の冷却塔が倒壊に至った原因を以下のように推定している。

- (1) 冷却塔は、水平荷重（風荷重）である速度圧 $q=200\text{kgf/m}^2$ （最大瞬間風速 63m/s 相当）に耐えられるように設計されていた。一方、冷却塔の主構造部材は木材であるが、冷却塔は一般的な木造建築とは異なり、「水平荷重（風荷重）を構造部材のうち筋かいのみが負担し、一構面の筋かいの機能が喪失した場合、隣接する構面の筋かいの荷重が増加するため破断が連鎖的に進みやすく、ねばりが小さい構造（以下「特殊な構造」という。）」であった。
- (2) 平成18年8月のJMTRの運転停止以降、長期間にわたり当該冷却塔を使用していないことにより乾湿を繰り返し、構造部材である木材の腐朽を促進する条件が整い、木材内部の腐朽が進行した。特に、冷却塔の東西方向の17構面（No.1～No.17）のうち、構面No.10、13及び15の筋かい下端部（接合部）において、木材の残存断面積がほとんどない状況であった。
- (3) (1)に示す特殊な構造について十分把握できておらず、また、木材の腐朽に関するリスクや定期的な点検の必要性についてメーカーと十分共有できていなかったため、これらが設定した点検項目や方法、並びに部材等の更新計画に反映されていなかった。
- (4) (3)に示す状況により、筋かい等の構造部材に対しては、目視による点検を行い、破損等を確認した木材について補修、交換する対応を行っていた。目視による点検では木材内部の腐朽が把握できなかったため、(2)に示す木材内部の腐朽の進行により、特に、構面No.10、13及び15の筋かい下端部（接合部）において、著しい耐力低下が生じた。
- (5) 水平荷重（風荷重）に対する耐力低下を把握していない状況において、台風15号による、水平荷重（風荷重）に対して最も影響を受ける真東の強風（最大瞬間風速 30.9m/s）により、残存耐力を上回る水平荷重（風荷重）が発生した。これにより複数の筋かいが破断し、(1)に示した特殊な構造のため隣接する構面にその現象が連鎖して冷却塔の倒壊に至った。

この冷却塔の倒壊に至った経緯の推定に基づき、原因分析を行った結果、以下に示す4つの原因が重なって生じることにより冷却塔の倒壊に至ったと特定した。

- (1) 冷却塔の特殊な構造について十分把握していなかったこと。
冷却塔の特殊な構造について十分把握できていなかった。そのため、これに見合った保守・点検計画になっていなかった。
- (2) 実施していた点検では、木材内部の腐朽を把握できていなかったこと。
冷却塔については目視による点検を実施していたが、木材内部の腐朽を考慮しておらず、このような点検方法では、木材内部の腐朽が把握できなかった。

(3) 使用環境が大きく変わったこと。

冷却塔を長期間使用しないことにより木材の腐朽の条件が整いやすくなり、使用環境が大きく変わった。また、その際に、保守・点検計画の見直しを行っていなかった。

(4) 影響が最も大きくなる風向で水平荷重（風荷重）を受けたこと。

台風 15 号により、水平荷重（風荷重）に対して最も影響を受ける真東の強風を受けた。

原子力機構では、原子力施設の倒壊事象の再発を防止するため、原子力機構の各拠点に対し、以下の水平展開を行う。

- ・ 屋外にあり、かつ、建築基準法に基づく一般的な木造建築とは異なる構造である木造の原子力施設の設備に対し、既存の点検方法により構造部材（柱、梁、筋かい等）の劣化（腐朽、腐食等）の状態（兆候含む。）が把握できるか否かを確認する。
- ・ 劣化の状態を把握できない箇所がある場合は、当該設備に対して、今回の原因分析に対する対策に基づき、必要な措置を講ずる。
- ・ さらに、原子力機構内にある木造の建家・設備が倒壊して安全上重要な設備に影響を与えるおそれがある場合は、必要な措置を講ずる。

添付 1 設置許可申請書における記載

5. 試験研究用等原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備

ロ. 試験研究用等原子炉施設の一般構造

(3) その他の主要な構造

原子炉施設は、(1) 耐震構造、(2) 耐津波構造に加え、以下の基本方針に基づき、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

- a. 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）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。また、重要安全施設については、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力について、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

自然現象（地震及び津波を除く。）については、網羅的に抽出する。

なお、敷地で想定される自然現象のうち、高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、以下に選定した自然現象に含まれる。

(a-1) 洪水

敷地は鹿島台地にあり、地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない。

(a-2) 降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている 1 時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水については、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる。

(a-3) 風（台風）

屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、風荷重に対する設計を、建築基準法に基づいて行い、安全機能を損なわない設計とする。

(a-4) 凍結

屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている最低気温に、適切な余裕を考慮し、凍結を防止することで、屋内設備については空調換気設備により環境温度を維持し、安全機能を損なわない設計とする。

(a-5) 積雪

屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、茨城県建築基準法関係条例に基づく設計基準積雪量により設計を行うことで、安全機能を損なわないようにする。

(a-6) 落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ20mを超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵抗の低減を図る。

(a-7) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、設置変更許可申請書添付書類六 3.4.2.1項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(a-8) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建屋の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、これを防止する。

b. 安全施設は、敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）については、網羅的に抽出する。

(b-1) 航空機落下

航空機の落下確率は、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(b-2) ダムの崩壊

原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(b-3) 爆発

原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(b-4) 有毒ガス

安全施設は、想定される有毒ガスの発生に対し、中央制御室換気系等により、中央制御室の居住性を損なわない設計とする。

(b-5) 船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、原子炉施設の東側に海岸があるが、原子炉施設からは十分離れている。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(b-6) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

添付2 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.7 外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計

1.7.1 基本方針

自然現象（地震及び津波を除く。）及び敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）について、網羅的に抽出するために、「Specific Safety Requirements (No. SSR-3) [1]」の「5. SITE EVALUATION FOR RESEARCH REACTOR FACILITIES」及び「Appendix APPENDIX I SELECTED POSTULATED INITIATING EVENTS FOR RESEARCH REACTORS」を参考に、以下の事象を選定した。

【自然現象】

洪水／降水／風（台風）／凍結／積雪／落雷
地滑り／生物学的事象／竜巻／火山の影響／森林火災

【人為事象】

航空機落下／ダムの崩壊／爆発／有毒ガス／船舶の衝突／電磁的障害／近隣工場等の火災

安全施設は、原子炉施設敷地で想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として試験研究用等原子炉施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

なお、敷地で想定される自然現象のうち、高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象の組合せにおいては、安全施設へ影響を与えるパラメータ（荷重、温度及び電気的影響）を考慮すると、影響を与えるパラメータが異なるため組み合わせることによる設計への影響が低い、組み合わせることによりその影響が打ち消しあう若しくは増加しない、又は同時発生を考慮することが過度に保守的であることから、以下の荷重の組合せを考慮した設計とする。

(1) 「竜巻」＋「積雪」

(2) 「火山の影響」＋「風（台風）」＋「積雪」

上記に加え、重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に考慮した設計とする。

また、安全施設は、敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせ

る原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（航空機落下、ダム崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害）に対して、安全機能を損なわない設計とする。

想定される自然現象及び原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものに対しては、必要に応じて、設備と運用による対策を組み合わせた措置を講ずることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれのある施設として、以下の施設を外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設とする。

(i) クラス 1

(ii) クラス 2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器

耐竜巻設計、耐降下火砕物設計、耐外部火災設計においては、安全機能の重要度分類がクラス 1、2、3に属する構築物、系統及び機器を竜巻防護施設、降下火砕物防護施設、外部火災防護施設とし、外部からの衝撃による損傷の防止に係る安全施設に該当する構築物、系統及び機器に影響評価の対象とする。当該影響評価にあつては、当該安全施設の外殻施設を評価対象とする場合がある。重要安全施設以外の安全施設は、竜巻、火山の影響及び外部火災（森林火災及び近隣工場等の火災）により損傷するおそれがある場合に、代替措置や修復等を含めて、安全機能を損なわないものとする。

1.7.2 外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計（火山の影響、竜巻、森林火災及び近隣工場等の火災（以下「外部火災」という。）を除く。）

1.7.2.1 安全施設の設計方針

安全施設については、以下の事象を想定し、安全機能を損なわない設計とする。

(1) 洪水

敷地は鹿島台地（茨城県東茨城郡大洗町南部の太平洋に面した丘陵地帯の台地（標高：約 38m））にあり、また、原子炉施設は、T.P. +約 35m～+約 40m に位置する。敷地周辺に潤沼（標高：約 0m）が存在する。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、その水位は、T.P. +約 29m である（水深：約 6m）。地形的にみて洪水による被害は考えられない。したがって、洪水を考慮する必要はない。

(2) 降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方气象台で記録されている 1 時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水に対しては、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる。

(3) 風（台風）

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録（1937年～2013年）によれば44.2m/s（1939年8月5日）である。屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号より設定した設計基準風速（34m/s、地上高10m、10分間平均）の風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。

なお、風（台風）に伴う飛来物による影響は、竜巻影響評価にて想定する設計飛来物の影響に包絡される。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、個々の事象として考えられる影響と変わらない。高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

(4) 凍結

敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は-12.7℃（1952年2月5日）、月平均最低気温は-3.1℃（1月）である。屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、上記の最低気温に、適切な余裕を考慮し、保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことで、安全機能を損なわない設計とする。屋内については、建物空調換気設備により環境温度は凍結のおそれのない室温となるため、安全機能は損なわれない。

(5) 積雪

水戸地方気象台の観測記録（1897年～2013年）によれば、積雪量の日最大値は32cm（1945年2月26日）である。屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、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より設定した設計基準積雪量（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。

なお、設計値（30cm）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、建物屋上等の除雪を行うことで積雪荷重を低減させる。

(6) 落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ20mを超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵抗の低減を図る。

なお、避雷設備については、2003年にJIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」から改正されたJIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベルIに適合するものとする。

雷サージの侵入に対して、原子炉保護系のロジック盤における計装ケーブル及び制御ケーブルには、鋼製管体（鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管を含む。）や金属シールド付ケーブルの適用により雷サージの侵入を抑制す

る。屋外に位置する安全施設における屋外敷設制御・計測ケーブルについても同様とする。なお、雷サージに起因して外部電源を喪失した場合、原子炉はスクラム（自動停止）する。

(7) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、設置許可申請書添付書類六 3.4.2.1 項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(8) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建物の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、小動物の侵入を防止する設計とする。

(9) 航空機落下

航空機の落下確率は、「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」（平成 14・07・29 原院第 4 号（平成 14 年 7 月 30 日原子力安全・保安院制定））等を準用して評価した結果、約 9.4×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(10) ダムの崩壊

原子炉施設の周辺地域のダムとしては、大洗研究所（南地区）の敷地から北西方向約 20km の地点に那珂川より取水した水を貯留する楮川ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れている。原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(11) 爆発

大洗研究所（南地区）敷地外 10km 以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在しない。原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(12) 有毒ガス

中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。また、敷地内外において、有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止する。

なお、原子炉施設の近くに、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はない。また、敷地内にあつては、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を、屋内で取り扱っており、屋外の固定源（屋外タンク）及び可動源（タンクローリー）を有しない。敷地に隣接する国道 51 号線では、予期せず発生する有毒ガスを想定する。原子炉施設には、空気呼吸器を配備し、定期的に装備装着訓練

を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。空気ポンベの容量は、5名の要員を想定し、6時間の対応が可能なものとする。なお、海上において船舶から発生する有毒ガスについては、国道51号線での発生で代表する。

(13) 船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、大洗研究所（南地区）の北方約5kmに大洗港があり、T.P. +約35m～+約40mに位置する原子炉施設の東側約400mに海岸がある。原子炉施設から十分離れていること及び原子炉施設は海水を取水源としていないことから、船舶の衝突や座礁による影響（重油等の流出を含む。）はない。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。

(14) 電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

1.7.2.2 手順等

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」に基づく原子炉施設保安規定には、自然現象（地震、津波、外部火災、降下火砕物及び竜巻を除く。）対策について、以下の内容を含む手順を定め、適切な管理を行う。

- ・ 有毒ガスが発生した場合の措置に関すること。
- ・ 設計値（30cm）を上回るような降雪が気象予報により予測された場合には、建物や屋外の設備に長期間積雪による荷重を掛け続けないこと。

[1] Specific Safety Requirements (No. SSR-3) “Safety of Research Reactors ” (IAEA September 2016)

添付 3 設置許可申請書の添付書類における記載（適合性）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.8 「設置許可基準規則」への適合

原子炉施設は、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。各条文に対する適合のための設計方針は次のとおりである。

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第六条 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

3 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される試験研究用等原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

適合のための設計方針

1 について

自然現象（地震及び津波を除く。）及び敷地又はその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）について、「Specific Safety Requirements (No. SSR-3) [1]」の「5. SITE EVALUATION FOR RESEARCH REACTOR FACILITIES」及び「Appendix APPENDIX I SELECTED POSTULATED INITIATING EVENTS FOR RESEARCH REACTORS」を参考に、以下の事象を選定した。

【自然現象】

洪水／降水／風（台風）／凍結／積雪／落雷
地滑り／生物学的事象／竜巻／火山の影響／森林火災

【人為事象】

航空機落下／ダムの崩壊／爆発／有毒ガス／船舶の衝突／電磁的障害／近隣工場等の火災

安全施設は、設計上の考慮を要する自然現象（洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災）又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として試験研究用等原子炉施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なわない設計とする。

想定される自然現象に対しては、必要に応じて、設備と運用（代替措置や修復等）による対策を組み合わせた措置を講じることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

(1) 洪水

敷地は鹿島台地（茨城県東茨城郡大洗町南部の太平洋に面した丘陵地帯の台地（標高：約38m））にあり、また、原子炉施設は、T.P. +約35m～+約40mに位置する。敷地周辺に涸沼（標高：約0m）が存在する。敷地内には、窪地をせき止めて造成した夏海湖があり、その水位は、T.P. +約29mである（水深：約6m）。地形的にみて洪水による被害は考えられない。

したがって、洪水を考慮する必要はない。

(2) 降水

屋外に位置する安全施設のうち、浸水により安全機能を損なうおそれのあるものは、水戸地方気象台で記録されている1時間降水量の最大値に、適切な余裕を考慮し、構内雨水排水管及び一般排水路による海域への排水並びに建物の雨水流入防止措置により浸水を防止することで、安全機能を損なわない設計とする。これを上回る降水に対しては、表流水のほとんどは夏海湖に集まり、敷地の北側から一般排水溝に流れる経路となる。

(3) 風（台風）

敷地付近で観測された瞬間最大風速は、水戸地方気象台の観測記録（1937年～2013年）によれば44.2m/s（1939年8月5日）である。屋外に位置する安全施設のうち、風（台風）により安全機能を損なうおそれのあるものは、建築基準法及び同施行令第87条第2項及び第4項に基づく建設省告示第1454号より設定した設計基準風速（34m/s、地上高10m、10分間平均）の風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。

ここで、風（台風）に関連して発生する可能性がある自然現象としては、落雷及び高潮が考えられる。落雷については、同時に発生するとしても、「(7) 落雷」に述べる個々の事象として考えられる影響と変わらない。

高潮については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

なお、風（台風）に伴い発生する可能性のある飛来物による影響については、竜巻影響評価において想定している設計飛来物の影響に包絡される。

(5) 凍結

敷地付近の水戸地方気象台での記録（1897年～2013年）によれば、最低気温は-12.7℃（1952年2月5日）、月平均最低気温は-3.1℃（1月）である。

屋外に位置する安全施設のうち、凍結により安全機能を損なうおそれのあるものは、上記の最低気温に、適切な余裕を考慮し、保温等の凍結防止対策を必要に応じて行うことで、安全機能を損なわない設計とする。屋内については、建家空調換気設備により環境温度は凍結のおそれのない室温となるため、安全機能は損なわれない。

(6) 積雪

水戸地方気象台の観測記録（1897年～2013年）によれば、積雪量の日最大値は32cm（1945年2月26日）である。屋外に位置する安全施設のうち、積雪により安全機能を損なうおそれのあるものは、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より設定した設計基準積雪量（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。

なお、設計値（30cm）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、建物屋上等の除雪を行うことで積雪荷重を低減させる。

(7) 落雷

雷害防止として、屋外に位置する安全施設のうち、建築基準法に基づき高さ20mを超える安全施設には避雷設備を設ける。また、避雷設備の接地極として、接地網を敷設して接地抵抗の低減を図る。

なお、避雷設備については、2003年にJIS A 4201-1992「建築物等の避雷設備（避雷針）」から改正されたJIS A 4201-2003「建築物等の雷保護」の保護レベルⅠに適合するものとする。

雷サージの侵入に対して、原子炉保護系のロジック盤における計装ケーブル及び制御ケーブルには、鋼製管体（鉄筋コンクリートトレンチ、金属製トレイ又は金属製電線管を含む。）や金属シールド付ケーブルの適用により雷サージの侵入を抑制する。屋外に位置する安全施設における屋外敷設制御・計測ケーブルについても同様とする。なお、雷サージに起因して外部電源を喪失した場合、原子炉はスクラム（自動停止）する。

(8) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、設置許可申請書添付書類六 3.4.2.1項において「変動地形学的調査結果によると、敷地には地すべり地形及びリニアメントは認められない」としており、安全施設の安全機能を損なうような地滑りが生じることはない。したがって、地滑りを考慮する必要はない。

(10) 生物学的事象

海より取水していないため、海生生物等による影響はない。補機冷却設備及び脱塩水供給設備は、適宜、点検・清掃するとともに、必要に応じて、薬液注入を行い、微生物の発生による影響を軽減し、関連する安全施設の安全機能を損なわない設計とする。また、屋内設備は建物の雨水流入防止措置により、屋外に設置される端子箱貫通部はシールすることで、小動物の侵入を防止する設計とする。

安全施設の安全機能を損なわないことを確認する際に使用する自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せを以下に示す。これら以外の自然現象（地震及び津波を除く。）の組合せについて、安全施設へ影響を与えるパラメータ（荷重、温度及び電気的影響）を考慮すると、影響を与えるパラメータが異なるため組み合わせることによる設計への影響が低い、組み合わせることによりその影響が打ち消しあう若しくは増加しない、又は同時発生を考慮することが過度に保守的であることから、以下に示す（1）及び（2）は代表性を有している。

- (1) 「竜巻」＋「積雪」
- (2) 「火山の影響」＋「風（台風）」＋「積雪」

2 について

重要安全施設については、科学的技術的知見を踏まえ、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を、それぞれの因果関係及び時間的変化を考慮して、適切に組み合わせるものとする。

重要安全施設は、「研究炉の重要度分類の考え方」を参考に、その機能、構造及び動作原理を考慮し、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれのある施設として、以下の施設を外部からの衝撃による損傷の防止に係る重要安全施設とする。

- (i) クラス1
- (ii) クラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器

重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象は、第1項において選定した自然現象に含まれる。また、重要安全施設を含む安全施設は、第1項において選定した自然現象又はその組合せにより、安全機能を損なわない設計としている。安全機能を損なわなければ設計基準事故に至らないため、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象又はその組合せと設計基準事故に因果関係はない。したがって、因果関係の観点からは、重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を組み合わせる必要はなく、重要安全施設は、個々の事象に対して、安全機能を損なわない設計とする。

また、重要安全施設は、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生じる応力を適切に考慮する設計とする。なお、設計基準事故により、重要安全施設のうち屋外部分及び重要安全施設の外殻施設に応力が生じることはない。よって、重要安全施設の大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象と設計基準事故の重畳を考慮する必要はない。

3 について

安全施設は、敷地及びその周辺において想定される原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（航空機落下、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害）に対して、安全機能を損なわない設計とする。

原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるものに対しては、必要に応じて、設備と運用（代替措置や修復等）による対策を組み合わせた措置を講じることにより、安全施設が安全機能を損なわない設計とする。また、安全施設が安全機能を損なわないために必要な安全施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

(1) 航空機落下

航空機の落下確率は、「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」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））等を準用して評価した結果、約 9.4×10^{-8} 回/炉・年であり、防護設計の要否を判断する基準である 10^{-7} 回/炉・年を下回る。したがって、航空機落下を考慮する必要はない。

(2) ダムの崩壊

原子炉施設の周辺地域のダムとしては、大洗研究所（南地区）の敷地から北西方向約20kmの地点に那珂川より取水した水を貯留する楮川ダムが存在するが、敷地との距離が十分離れている。原子炉施設の近くに、崩壊により安全施設に影響を及ぼすようなダムはない。したがって、ダムの崩壊を考慮する必要はない。

(3) 爆発

大洗研究所（南地区）敷地外10km以内の範囲において、石油コンビナート施設及び液化天然ガス（LNG）基地は存在しない。原子炉施設の近くに、爆発により安全施設に影響を及ぼすような爆発物の製造及び貯蔵設備はない。したがって、爆発を考慮する必要はない。

(5) 有毒ガス

中央制御室については、外気の取り込みを遮断する措置により、その居住環境を維持できるものとする。また、敷地内外において、有毒ガスが原子炉施設に到達するおそれが確認さ

れた場合には、原子炉を停止する。

なお、原子炉施設の近くに、石油コンビナート等の大規模な有毒物質を貯蔵する固定施設はない。また、敷地内にあつては、有毒ガスの発生源になると考えられる有毒物質を、屋内で取り扱っており、屋外の固定源（屋外タンク）及び可動源（タンクローリー）を有しない。敷地に隣接する国道 51 号線では、予期せず発生する有毒ガスを想定する。原子炉施設には、空気呼吸器を配備し、定期的に装備装着訓練を実施することで、これらの機材の使用に係る習熟度向上を図る。空気ポンベの容量は、5 名の要員を想定し、6 時間の対応が可能なものとする。なお、海上において船舶から発生する有毒ガスについては、国道 51 号線での発生で代表する。

（6）船舶の衝突

原子炉施設は、港湾等を有していない。また、大洗研究所（南地区）の北方約 5km に大洗港があり、T.P. +約 35m～+約 40m に位置する原子炉施設の東側約 400m に海岸がある。原子炉施設から十分離れていること及び原子炉施設は海水を取水源としていないことから、船舶の衝突や座礁による影響（重油等の流出を含む。）はない。したがって、船舶の衝突を考慮する必要はない。

（7）電磁的障害

安全機能を有する安全保護回路は、施設内で発生する電磁干渉や無線電波干渉等により機能が喪失しないよう、絶縁回路の設置によるサージ・ノイズの侵入を防止するとともに、鋼製筐体の適用等により電磁波の侵入を防止し、電磁的障害の発生を防止する設計とする。

[1] Specific Safety Requirements (No. SSR-3) “Safety of Research Reactors ” (IAEA September 2016)

添付書類六の以下の項目参照

2. 気象
3. 地盤
4. 水理
6. 社会環境
8. 火山
9. 竜巻
10. 生物

添付書類八の以下の項目参照

1. 安全設計の考え方