

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）に係る説明書

（その 1：外部からの衝撃による損傷の防止に係る設計

（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。））

2020 年 2 月 3 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

1. 要求事項の整理
2. 要求事項への適合性
 - 2.1 基本方針
 - 2.2 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。）
 - 2.3 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：重要安全施設の選定の考え方

別紙3：自然現象の組合せ（地震及び津波を除く。）

別紙4：洪水・降水の考慮

別紙5：航空機落下に係る影響評価

別紙6：ダムの崩壊の考慮

別紙7：船舶の衝突の考慮

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、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. 要求事項への適合性

2.1 基本方針

安全施設は、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、森林火災が発生した場合において、また、敷地及びその周辺において想定される航空機落下、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、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないように設計する【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】。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。

「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2.1.1表参照）。【重要安全施設の選定の考え方：別紙2参照】【自然現象の組合せ（地震及び津波を除く。）：別紙3参照】なお、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、これらの重要安全施設を竜巻防護施設、降下火砕物防護施設、外部火災防護施設とする。これらの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）により損傷し、安全機能を損なった場合にあっても、原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止することができることから、影響評価の対象とはしない（損傷が発生した場合には、代替措置や修復等により対応）。

(i) クラス1

(ii) クラス2のうち、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えることを防止するための安全機能を有し、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（「過度の放射線被ばくを与えるおそれのある」とは、安全機能の喪失による周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり 5mSv を超えることをいう。）

第 2. 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 2. 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 2. 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。)	

2.2 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、森林火災及び近隣工場等の火災（以下「外部火災」という。）を除く。）

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ように設計する。

（1）洪水・降水

敷地は鹿島台地にあり、地形的にみて洪水・降水による被害は考えられない。したがって、洪水・降水を考慮する必要はない【洪水・降水の考慮：別紙4参照】。

（2）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、風荷重に対する設計を、日本の最大級の台風を考慮した建築基準法に基づいて行い、安全機能を損なわないように設計する。

（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瞬間最大風速は28.2m/s（2014年2月15日）である。

（3）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、凍結を防止することで、安全機能を損なわないように設計する。

（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最低気温は-7.9℃（2018年1月27日）である。

（4）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、茨城県建築基準法関係条例に基づく積雪単位重量指定値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。

（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。

（5）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針を設ける。また、避雷針の接地極として、接地網を布設して接地抵抗の低減を図る。

（6）地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、地滑りの素因となるような地形の存在は認められないことから、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。

（7）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、微生物等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ようにする。また、小動物

の侵入については、屋外に設置される端子箱貫通部等をシールすることで、これを防止する。

(8) 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 8.8×10^{-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。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【航空機落下に係る影響評価：別紙5参照】。

(9) 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【ダムの崩壊の考慮：別紙6参照】。

(10) 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。

(11) 有毒ガス

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。したがって、有毒ガスを考慮する必要はない。

(12) 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【船舶の衝突の考慮：別紙7参照】。

(13) 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。

2.3 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

安全施設は、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、生物学的事象及び森林火災が発生した場合において、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないように設計する。

（1）洪水・降水

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

（2）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、風荷重に対する設計を、日本の最大級の台風を考慮した建築基準法に基づいて行い、安全機能を損なわないように設計する。

（3）竜巻【耐竜巻設計に係る評価は、後日提示】

竜巻防護施設は、想定される竜巻が発生した場合において、安全機能を損なわないように設計する。原子力施設の耐竜巻設計に用いる設計竜巻荷重は、風圧力、気圧差による圧力及び飛来物の衝撃荷重を組み合わせた複合荷重として算定する。風圧力については、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準を準用して算出する。気圧差による圧力については、設計竜巻による最大気圧低下量及び最大気圧低下率に基づいて設定する。飛来物の衝撃荷重については、原子炉施設周囲の状況等を勘案した上で、設計竜巻の最大風速及び物性値等に基づいて、設計飛来物を選定あるいは設定し、当該設計飛来物が竜巻防護施設又は外殻施設に衝突することを想定して算出する。ここでは、設計竜巻の最大風速（92m/s）に余裕を考慮し、最大風速として100m/sを用いて、建物・構築物が構造物全体として、十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕を持っていることを確認する。機器・配管系については、構造物の相当部分が降伏し塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない程度に応力を制限す

る。また、自然現象の組合せとして、竜巻と積雪を考慮する。なお、竜巻注意情報等が発表され、竜巻が接近するおそれの確認された場合には、原子炉を停止する。また、飛来物が竜巻防護施設又は外殻施設に衝突することを防止するために必要な措置（固縛又は避難）を講じる。竜巻随件事象として想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。

(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°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、凍結を防止することで、安全機能を損なわないように設計する。

(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、茨城県建築基準法関係条例に基づく積雪単位重量指定値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。

(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針を設ける。また、避雷針の接地極として、接地網を布設して接地抵抗の低減を図る。

(7) 地滑り

大洗研究所（南地区）の敷地には、地滑りの素因となるような地形の存在は認められないことから、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) 火山の影響【耐降下火砕物設計に係る評価は、後日提示】

降下火砕物防護施設は、想定される降下火砕物が発生した場合において、安全機能を損なわないように設計する。原子力施設の耐降下火砕物設計に用いる設計降下火砕物荷重は、降下火砕物の層厚を50cmとし、湿潤密度を $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ として算定する。ただし、降下火砕物の層厚については、原子炉施設において、必要に応じて、降下火砕物が降下火砕物防護施設又は外殻施設への積灰を抑制するための措置を講じることを考慮して設定する。ここでは、設計降下火砕物荷重に対して、建物・構築物が構造物全体として、十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕を持っていることを確認する。機器・配管系については、構造物の相当部分が降伏し塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない程度に応力を制限する。また、自然現象の組合せとして、火山の影響、風（台風）と積雪を考慮する。なお、降下火砕物防護施設については、必要に応じて、降下火砕物の除去に係る措置を講じられるものとし、降下火砕物による波及的影響（閉塞及び目詰まり）によって、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないものとする。また、中央制御室については、その居住環境を維持できるものとする。また、降灰予報等が発表され、多量の降下火砕物が原子炉施設に到達するおそれの確認された場合には、原子炉を停止するとともに、降下火砕物を除去するために必要

な措置（除去等）を講じる。降下火砕物発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。

(9) 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、微生物等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ようにする。また、小動物の侵入については、屋外に設置される端子箱貫通部等をシールすることで、これを防止する。

(10) 森林火災【耐外部火災設計に係る評価は、後日提示】

外部火災防護施設については、想定される外部火災に対して、熱的影響評価を行い、消火活動等の措置に期待しない場合にあっても、外殻施設又は離隔による防護等により、その安全機能を損なわないように設計する。熱的影響評価における外部火災として、「大洗研究所（南地区）敷地境界に発火点を設け、敷地内の森林を延焼し、熱的影響評価対象施設に迫る火災」を想定する。火災にあつては、評価した火災放射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、200℃を許容限界とし、当該壁温度が、200℃を下回ることを確認することを基本とする。なお、安全施設については、必要に応じて、ばい煙の除去に係る措置を講じられるものとし、ばい煙による波及的影響（閉塞及び目詰まり）によって、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないものとする。中央制御室については、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、多量のばい煙が原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止するとともに、ばい煙を除去するために必要な措置（除去等）を講じる。外部火災発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。さらに、大洗研究所には、24時間常駐の自衛消防隊を組織し、敷地内の森林を延焼して原子炉施設に接近する火災が発生した場合には、近隣市町村消防本部と連携して、その消火活動に従事する。敷地内において、自衛消防隊又は近隣市町村消防本部による消火活動を必要とする火災が発生した場合には、必要に応じて原子炉を停止する。

2 について

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。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、これらの重要安全施設を竜巻防護施設、降下火砕物防護施設、外部火災防護施設とする。

(i) クラス1

(ii) クラス2のうち、周辺の公衆に過度の放射線被ばくを防止するための安全機能を有し、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（「過度の放射線被ばくを与えるおそれのある」とは、安全機能の喪失による周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり

5mSv を超えることをいう。)

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、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないように設計する。

(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 8.8×10^{-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。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。

(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。

(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。

(4) 近隣工場等の火災【耐外部火災設計に係る評価は、後日提示】

外部火災防護施設については、想定される外部火災に対して、熱的影響評価を行い、消火活動等の措置に期待しない場合であっても、外殻施設又は離隔による防護等により、その安全機能を損なわないように設計する。熱的影響評価における外部火災として、「危険物貯蔵施設の危険物屋外タンクや高圧ガス貯蔵設備(15t 以上の液化石油ガス及び 1t 以上の可燃性の高圧ガスを有する施設)における火災・爆発」、「敷地に隣接する国道 51 号線における危険物を搭載した車両による火災・爆発」を想定する。また、航空機が原子炉施設周辺で落下確率が 10^{-7} 回/炉・年以上になる地点へ落下し、火災が生じることも想定する。火災にあっては、評価した火災輻射強度に対して、熱的影響評価対象施設の壁温度について、 200°C を許容限界とし、当該壁温度が、 200°C を下回ることを確認することを基本とする。爆発にあっては、評価した危険限界距離を許容限界とし、熱的影響評価対象施設が当該距離を超える離隔距離を有することを基本とする。なお、安全施設については、必要に応じて、ばい煙の除去に係る措置を講じられるものとし、ばい煙による波及的影響(閉塞及び目詰まり)によって、その安全機能の重要度に応じて、必要な安全機能を損なわないものとする。中央制御室については、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、多量のばい煙が原子炉施設に到達するおそれが確認された場合には、原子炉を停止するとともに、ばい煙を除去するために必要な措置(除去等)を講じる。外部火災発生時において原子炉施設外で想定される外部電源喪失等に対しては、原子炉保護系の作動等により、原子炉を自動停止するものとする。さらに、大洗研究所には、24 時間常駐の自衛消防隊を組織し、敷地内の森林を延焼して原子炉施設に接近する火災が発生した場合にあっては、近隣市町村消防本部と連携して、その消火活動に従事する。敷地内において、自衛消防隊又は近隣

市町村消防本部による消火活動を必要とする火災が発生した場合には、必要に応じて原子炉を停止する。

(5) 有毒ガス

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。したがって、有毒ガスを考慮する必要はない。

(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 5 km に大洗港があるが、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。

(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。

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、「Safety Requirements (No. NS-R-4)^[1]」の「5. SITE EVALUATION」及び「Appendix 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

[1] Safety Requirements (No. NS-R-4) “Safety of Research Reactors ” (IAEA June 2005)

第 1.1 表 IAEA 安全基準を参考した自然現象（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気設置されており、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。
気象現象（低温）	—	「凍結」の評価に包含される。
気象現象（高潮）	—	第 5 条（津波による損傷の防止）に係る評価に包含される。
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）	○	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。設置許可基準規則の解釈を踏まえ、「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（Safety Requirements (No.NS-R-4)）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「Safety Requirements (No.NS-R-4)^[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] Safety Requirements (No.NS-R-4) “Safety of Research Reactors ” (IAEA June 2005)

[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。
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	—	霜により、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。
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。
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。

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
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	—	第5条(津波による損傷の防止)に係る評価に包含される。
波浪、高波	—	レ	レ	—	影響は津波と同じと考えられるため、第5条(津波による損傷の防止)に係る評価に包絡される。
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。
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、高圧ガス等を内蔵する容器、弁及び配管、大型回転機器、可燃性ガスを有しないため、評価対象外とする。
内部溢水	—	—	レ	—	第9条(内部溢水等による損傷の防止)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

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（荷重、温度及び電氣的影響）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）で十分と考えられる。

なお、敷地の特性等から設計上考慮が不要である「洪水・降水」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 【電氣的 影響】	火山の 影響 【荷重】	落雷 【電氣的 影響】	積雪 【荷重】	凍結 【温度】	竜巻 【荷重】	風 (台風) 【荷重】
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 【電氣的影響】	*1	*2	*1	—				
火山の影響 【荷重】	*1	*1	—					
生物学的事象 【電氣的影響】	*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

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。



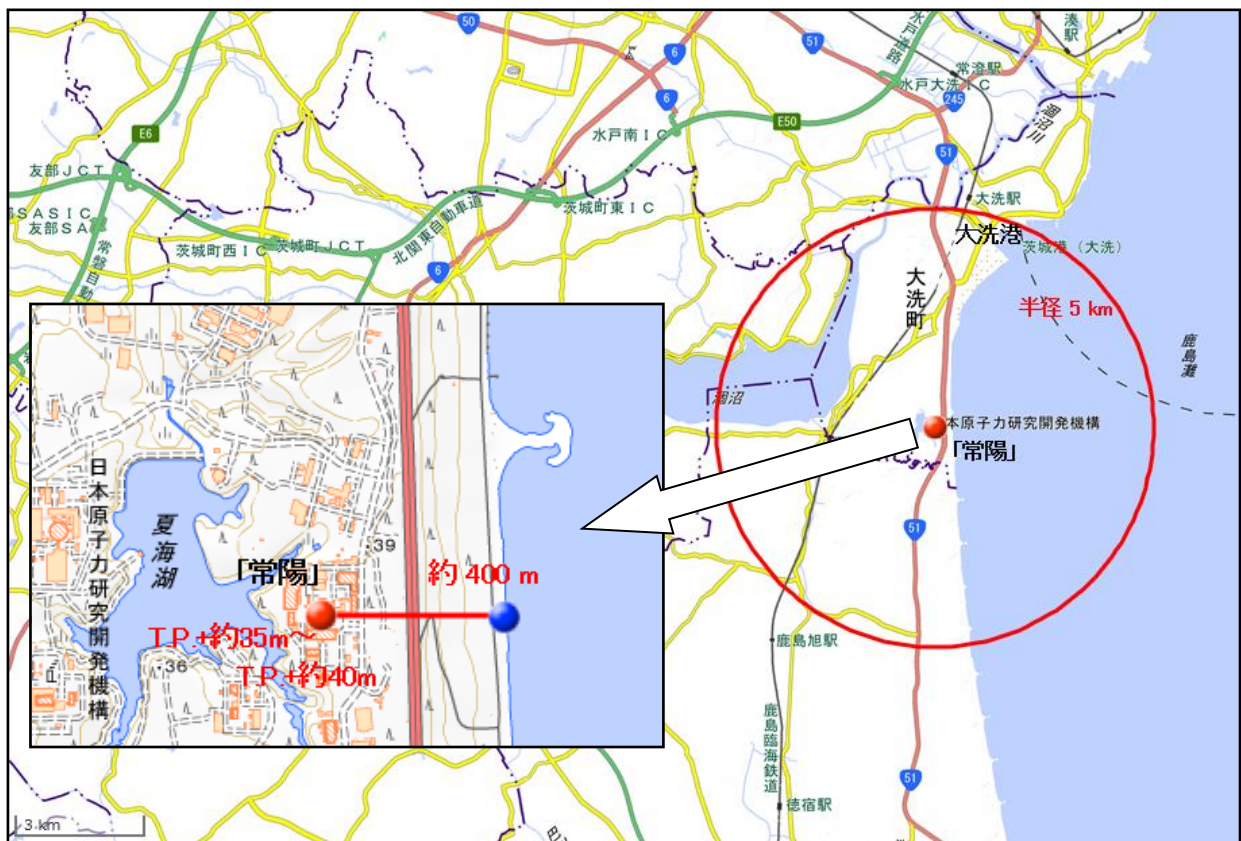
「国土地理院地図（電子国土 web）」に加筆

第 1 図 原子炉施設の周辺地域のダム

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