

3. 安全性の向上のために自主的に講じた措置の調査、分析及び評価

3.1. 安全性向上に係る活動の実施状況の評価

3.1.1. 内部事象及び外部事象に係る評価

3.1.1.1. 概要

評価の実施時点における最新の文献及び調査等から得られた科学的知見及び技術的知見に基づき、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象の評価を行う。

なお、今回の安全性向上評価では、第1回の評価時点翌日(2024年3月15日)から評価時点となる2024年度定期事業者検査終了日(2025年3月25日)までに得られた科学的知見及び技術的知見に基づいて、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象を評価した。

3.1.1.2. 確認方法

安全評価の前提となる本施設に対しては、自然現象そのものがもたらす環境条件及びその結果として施設で生じ得る環境条件においても、安全機能を損なうことがない設計とする。

その際に前提となっている内部事象及び外部事象として、事業変更許可申請書添付書類五において記載の設計上考慮している自然現象、外部人為事象、溢水及び火災を対象として、評価を実施した。これ以外に対象とする事象については、今後予定している「3.2. 安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価」を実施する際に、IAEAの特定安全ガイドNo. SSG-25(以下「No. SSG-25」という。)と同等の規格である日本原子力学会標準「原子力発電所の安全性向上のための定期的な評価に関する実施基準:2023」(AESJ-SC-S006:2023)(以下「PSR⁺標準」という。)を参照し評価を行う。

3.1.1.3. 確認結果

以下に内部事象及び外部事象に係る確認結果を示す。

3.1.1.3.1. 内部事象に係る評価

3.1.1.3.1.1. 内部火災

(1) 適用規格及び適用基準

以下に内部火災に関する適用規格及び適用基準を示す。これらについて、事業変更許可の内容を変更する必要が生じるような、火災発生防止、感知・消火、影響軽減に係る改正がないことを確認した。

a. 消防法

(1948年7月24日法律第186号)

(改正 2023年6月16日号外法律第58号)

b. 消防法施行令

(1961年3月25日政令第37号)

(改正 2024年3月30日号外政令第161号)

c. 消防法施行規則

(1961年4月1日自治省令第6号)

(改正 2024年12月13日総務省令第109号)

d. 特定防火設備の構造方法を定める件

(2000年5月25日建設省告示第1369号)

(改正 2024年3月25日号外国土交通省告示第221号)

e. 高圧ガス保安法

(1951年6月7日法律第204号)

(改正 2024年5月24日号外法律第37号)

f. 建築基準法

(1950年5月24日法律第201号)

(改正 2024年6月19日号外法律第53号)

g. 建築基準法施行令

(1950年11月16日政令第338号)

(改正 2024年10月11日号外政令第312号)

h. 日本産業規格

(JIS)

i. 原子力発電所の内部火災影響評価ガイド

(2013年6月19日原規技発第13061914号)

(2019年9月6日原規技発第1909069号)

j. NFPA Fire Protection Handbook 20th Edition

(2) 内部火災影響評価の確認

設備改造等により火災評価条件に見直しがある場合は、火災区域毎の火災荷重の合計の管理及び内部火災影響評価への影響の確認を行い、火災防護情報の管理、必要に応じて火災の影響軽減対策を行うこととしている。

(3) 確認結果

評価の実施時点において、「3.1.1.3.1.1.(1) 適用規格及び適用基準」に示すとおり、規格・基準に反映すべき知見はなく、「3.1.1.3.1.1.(2) 内部火災影響評価の確認」に示すとおり、火災区域毎の火災荷重の合計の管理及び内部火災影響評価への影響の確認を行っていることから、安全評価の前提となっている内部火災に係る事業変更許可の内容を見直しする必要はない。

3. 1. 1. 3. 1. 2. 内部溢水

(1) 適用規格及び適用基準

以下に内部溢水に関する適用規格及び適用基準を示す。これらについては、事業変更許可の内容を変更する必要が生じるような、溢水源及び溢水量の設定、溢水評価区画及び溢水経路の設定等に係る改正がないことを確認した。

a. 原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド

(2013年6月19日原規技発第13061913号)

(改正 2020年3月31日原規技発第20033110号)

(2) 溢水影響評価の確認

設備改造等により溢水評価条件に見直しがある場合には、溢水評価への影響の確認を行い、内部溢水に関する運用、管理を行うこととしている。

(3) 確認結果

評価の実施時点において、「3. 1. 1. 3. 1. 2. (1) 適用規格及び適用基準」に示すとおり、規格・基準に新たに反映すべき知見はなく、「3. 1. 1. 3. 1. 2. (2) 溢水影響評価の確認」に示すとおり、溢水評価への影響の確認を行っていることから、安全評価の前提となっている内部溢水に係る事業変更許可の内容を見直しする必要はない。

3.1.1.3.2. 外部事象に係る評価

3.1.1.3.2.1. 自然現象

(1) 地盤

「2.2.2.2. (1)e. 国際機関及び国内外の学会等の情報(自然現象に関する情報)」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、地盤に関するものではなく、設計上考慮している地盤について見直しをする必要がないことを確認した。

(2) 地震

「2.2.2.2. (1)e. 国際機関及び国内外の学会等の情報(自然現象に関する情報)」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、地震に関するものではなく、設計上考慮している地震について見直しをする必要がないことを確認した。

(3) 津波

「2.2.2.2. (1)e. 国際機関及び国内外の学会等の情報(自然現象に関する情報)」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、津波に関するものではなく、設計上考慮している津波について見直しをする必要がないことを確認した。

(4) 風(台風)

最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所)の観測記録に基づき、敷地付近で観測された最大瞬間風速を確認した。第3.1.1-1図及び第3.1.1-2図に最大瞬間風速の時間的な推移について確認した結果を示す。

八戸特別地域気象観測所の観測記録については、事業変更許可申請書に記載の日最大瞬間風速である41.3m/s(南西 1955年2月20日)及び第1回安全性向上評価において確認された日最大瞬間風速である43.4

m/s(南西 2020 年 3 月 20 日) を超えていないことを確認した。

むつ特別地域気象観測所の観測記録については、事業変更許可申請書に記載の日最大瞬間風速である 38.9 m/s(西南西 1961 年 5 月 29 日)を超えていないことを確認した。

(5) 積雪

最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所、むつ特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所)の観測記録に基づき、敷地付近で観測された積雪深さの月最大値を確認した。第 3.1.1-3 図、第 3.1.1-4 図及び第 3.1.1-5 図に積雪深さの月最大値の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間における積雪深さの月最大値は、事業変更許可申請書に記載の八戸特別地域気象観測所の月最大値 92 cm(1977 年 2 月 16 日)、むつ特別地域気象観測所の月最大値 170 cm(1977 年 2 月 15 日)及び六ヶ所地域気象観測所の月最大値 190 cm(1977 年 2 月 17 日)を超えていないことを確認した。

(6) 低温・凍結

最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所)の観測記録に基づき、敷地付近で観測された最低気温を確認した。第 3.1.1-6 図及び第 3.1.1-7 図に最低気温の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間における最低気温は、事業変更許可申請書に記載の八戸特別地域気象観測所の日最低気温 -15.7 °C(1953 年 1 月 3 日)及びむつ特別地域気象観測所の日最低気温 -22.4 °C(1984 年 2 月 18 日)を下回らないことを確認した。

(7) 高温

最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所)の観測記録に基づき、敷地付近で観測された最高気温を確認した。

第 3.1.1-8 図及び第 3.1.1-9 図に最高気温の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間において、八戸特別地域気象観測所の観測記録については、事業変更許可申請書に記載の日最高気温である 37.0 °C (1978 年 8 月 3 日) を超えないことを確認した。むつ特別地域気象観測所の観測記録については、事業変更許可申請書に記載の日最高気温である 34.7 °C (2012 年 7 月 31 日) 及び第 1 回安全性向上評価において確認された日最高気温である 35.3 °C (2023 年 8 月 10 日) を超えていないことを確認した。

(8) 降水

最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所)の観測記録に基づき、敷地付近で観測された日最大降水量及び日最大 1 時間降水量を確認した。第 3.1.1-10 図及び第 3.1.1-11 図に日最大 1 時間降水量の時間的な推移について確認した結果を示す。評価期間における降水量は、事業変更許可申請書に記載の八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所の日最大降水量 162.5 mm (1981 年 8 月 22 日及び 2016 年 8 月 17 日)、日最大 1 時間降水量 67.0 mm (1969 年 8 月 5 日) を超えていないことを確認した。

(9) 生物学的事象

評価期間において、本施設の運転や安全性に影響を与えるような事象はなく、想定する対象生物に変更がないことから、対象生物が施設へ侵入することを防止又は抑制する設計について見直しをする必要がないことを確認した。

(10) 竜巻

「2.2.2.2. (1)e. 国際機関及び国内外の学会等の情報(自然現象に関する情報)」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映

が必要な新知見情報には、竜巻に関するものではなく、設計上考慮している竜巻について見直しをする必要がないことを確認した。

(11) 外部火災

a. 森林火災

防火帯外周の植生及び最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所及びむつ特別地域気象観測所)の観測記録の調査を実施した結果、評価期間において、森林火災の解析に必要な入力データに変更がないことを確認した。

b. 近隣工場等の火災・爆発

(a) 石油コンビナート等の施設の火災

本施設の 10 km 以内の範囲に立地する石油コンビナート等の施設である、むつ小川原国家石油備蓄基地については、青森県石油コンビナート防災計画を基に、原油タンクの増設等の変更がないことを確認しており、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

(b) 近隣工場等の爆発

本施設に最も近い高圧ガス取扱施設である当社濃縮機器製造工場については、工場の位置(本施設と約 1.2 km の離隔距離)に変更がないことを確認しており、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

(c) 屋外危険物貯蔵施設の火災

本施設敷地内に存在する屋外危険物貯蔵施設の新設、仕様変更及び移設がなかったことから、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

c. 航空機墜落による火災

「航空機落下事故に関するデータ」及び対象となる航空路を確認した結果、評価期間において、防護対象施設への影響を再評価する必要がないことを確認した。

d. 二次的影響(ばい煙等)

外部火災に伴う二次的影響(ばい煙等)については、事業変更許可申請書において、本施設の特徴から常時機能維持が必要な動的機器はなく、UF₆ を鋼製の容器等に密封して取り扱っていること及び本施設に影響を及ぼすおそれがある場合に講じる措置により、安全機能を損なわないため、防護設計は不要としており、当該設計方針に変更はない。

(12) 落雷

評価期間において、本施設に隣接する当社再処理施設の立地地点周辺の落雷の観測記録から、過去に確認された観測記録(電撃電流 211 kA)を超えていないことを確認した。

(13) 火山の影響

「2.2.2.2. (1)e. 國際機関及び国内外の学会等の情報(自然現象に関する情報)」に示すとおり、評価期間において、自然現象に関する反映が必要な新知見情報には、火山に関するものではなく、設計上考慮している火山について見直しをする必要がないことを確認した。

(14) 安全解析に使用する気象条件

事業変更許可における安全解析は、敷地において観測した 2013 年 4 月から 2014 年 3 月までの 1 年間の気象資料を用いて実施していることから、安全解析に使用した気象資料が最近の気象状態と比較して特に異常でないかどうかの検討を行った。

風向出現頻度及び風速出現頻度について、敷地内の地上高 10 m(標高

約 44 m)における 10 年間(2015 年 4 月～2025 年 3 月)の資料により検定を行った。検定法は、不良標本の棄却に関する F 分布検定の手順に従った。

その結果、有意水準 5 %で棄却された項目は 27 項目中 4 項目であり、安全解析に使用した気象資料は最近の気象状態と比較して同等と判断できない。

そのため、事業変更許可において上記の気象条件により評価を実施している以下の 2 項目について、最近の気象状態と比較して同等と判断された最新の 2024 年 4 月から 2025 年 3 月までの 1 年間の気象資料を用いて、実効線量評価を実施した。

- ① 安全上重要な施設の有無の確認に係る実効線量評価
- ② 設計基準事故時の実効線量評価

実効線量評価の結果、第 3.1.1-1 表及び第 3.1.1-2 表に示す結果となり、判断基準の 5 mSv を下回ることを確認した。

なお、上記の実効線量評価の具体的な内容については、①安全上重要な施設の有無の確認に係る実効線量評価を「1.4.3. 評価時点における安全上重要な施設の有無の評価」に、②設計基準事故時の実効線量評価を「3.1.2.2. 最新の気象資料に基づく設計基準事故の再評価」に示す。

第 3.1.1-1 表 ①安全上重要な施設の有無の確認に係る実効線量評価結果

外部事象	実効線量 (mSv)		備考
	2013 年気象	2024 年気象	
地震*	0.12	0.18	判断基準： 5 mSv 以下

* 地震以外の外部事象に係る実効線量評価については、地震による実効線量評価に包含される。

第 3.1.1-2 表 ②設計基準事故時の実効線量評価結果

設計基準事故名	実効線量 (mSv)		備考
	2013 年気象	2024 年気象	
大気圧以上の UF ₆ を内包する配管の損傷による漏えい	3.2×10^{-8}	4.8×10^{-8}	判断基準： 5 mSv 以下
火災時の内圧上昇による UF ₆ 内包配管のフランジ部等からの漏えい	6.1×10^{-7}	9.2×10^{-7}	

3.1.1.3.2.2. 外部人為事象

(1) 電磁的障害

電磁的障害に関する適用規格及び適用基準を以下に示す。これらについて確認した結果、電磁的障害に対して計測制御系統の独立した設置、接地、シールド等の対策を施す設計方針を変更する必要がないことを確認した。

a. 加工施設の技術基準に関する規則

(令和 2 年原子力規制委員会規則第 6 号)

b. 低圧電気設備－第 4－44 部：安全保護－妨害電圧及び電磁妨害に対する保護 (JIS C 60364 4 44)

(2) 敷地内における化学物質の放出

本施設の敷地内において、UF₆ 等のふつ化物以外に有毒ガスを発生するような化学物質を取り扱っていないため、放出のおそれがある場合に講じる措置について、変更する必要がないことを確認した。

(3) 航空機落下

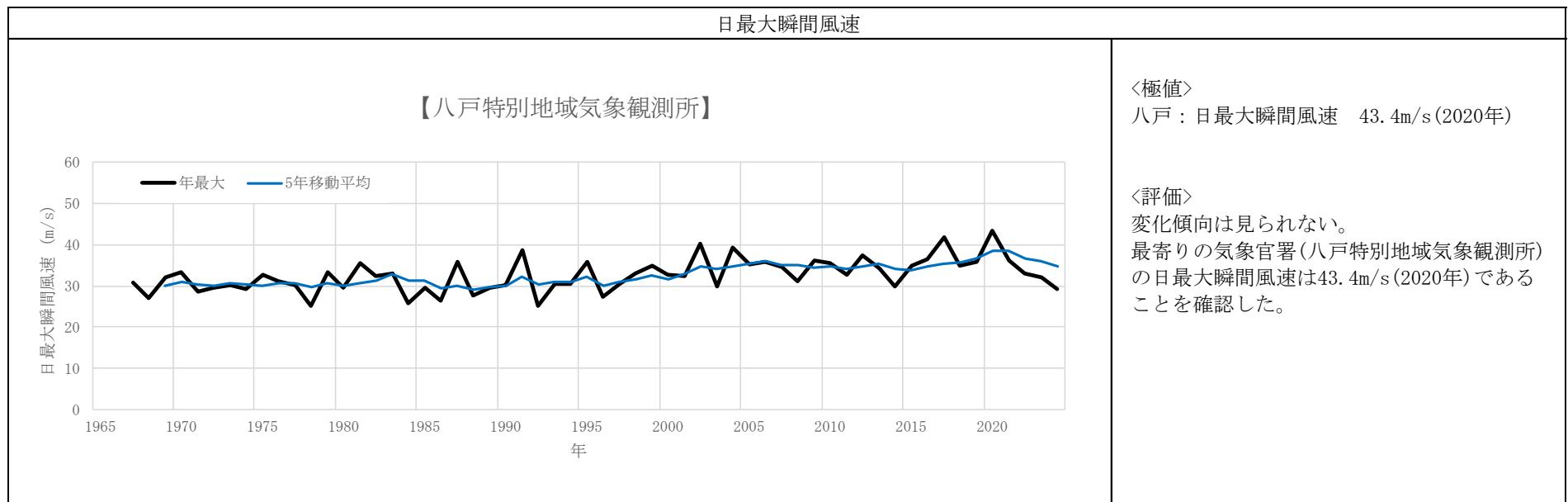
「2.2.2.2. (1)a. 安全に係る研究」に示すとおり、「航空路誌」(2025 年 3 月 20 日国土交通省航空局)、「航空機落下事故に関するデータ(平成 14 ～令和 3 年)」(2024 年 4 月原子力規制委員会)及び「航空機落下事故に関するデータ(平成 15～令和 4 年)」(2025 年 3 月原子力規制委員会)を確認した結果、評価時点において、航空機落下確率評価の前提となっている航空路、航空機落下事故データ及び飛行距離データのうち、航空機落下事故データ及び飛行距離データを更新した。航空機落下確率を再評価した結果、それぞれ 9.75×10^{-8} 回/炉・年、 9.20×10^{-8} 回/炉・年となり、事業変更許可の評価結果から増加したが、判断基準値である 1.0×10^{-7} 回/炉・年を下回ることを確認※した。航空機落下確率の再評

価の内容については、別紙 3.1.1-1 に示す。

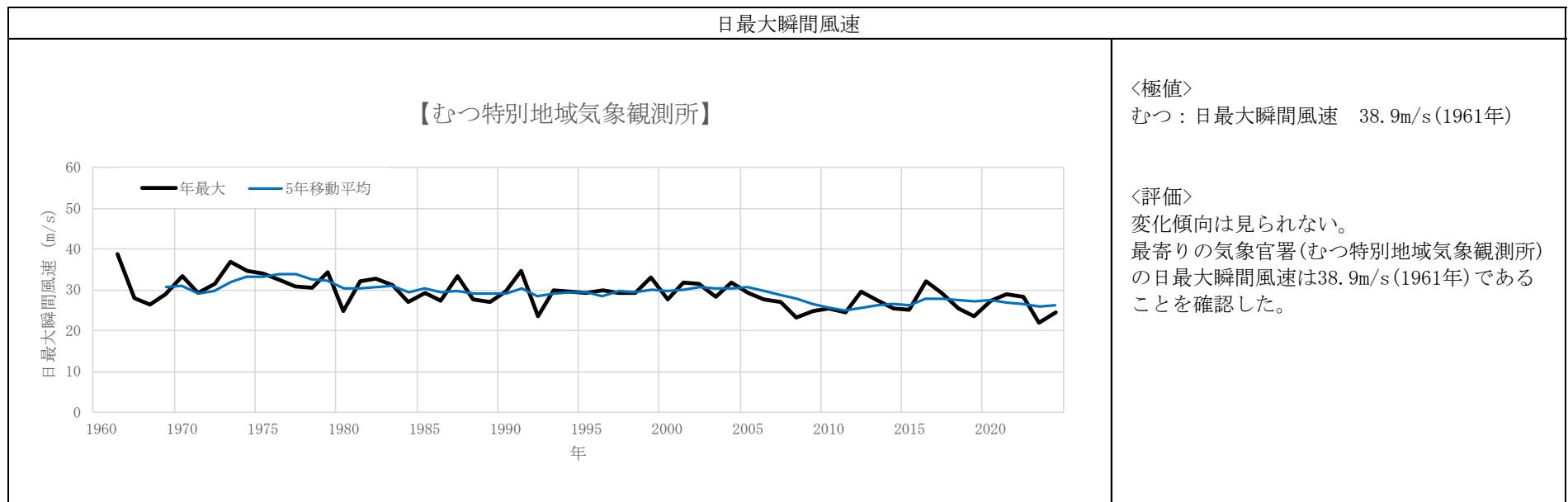
※ 過去の安全性向上評価における航空機落下確率の最大値は、第 1 回安全性向上評価の評価結果 9.86×10^{-8} 回/炉・年であり、今回の評価結果はこの値を下回る。

3.1.1.3.3. まとめ

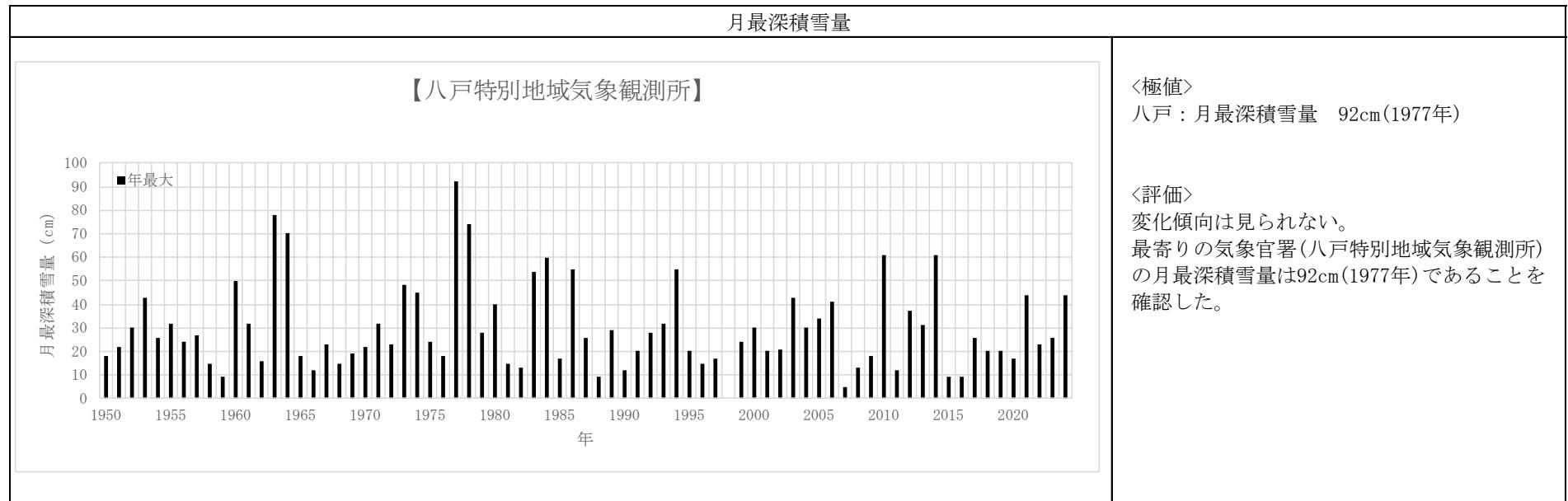
最新の文献及び調査等から得られた科学的知見及び技術的知見に基づき、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象の評価について、見直しの要否を確認した結果、評価期間において新たに見直しする必要はないことを確認した。



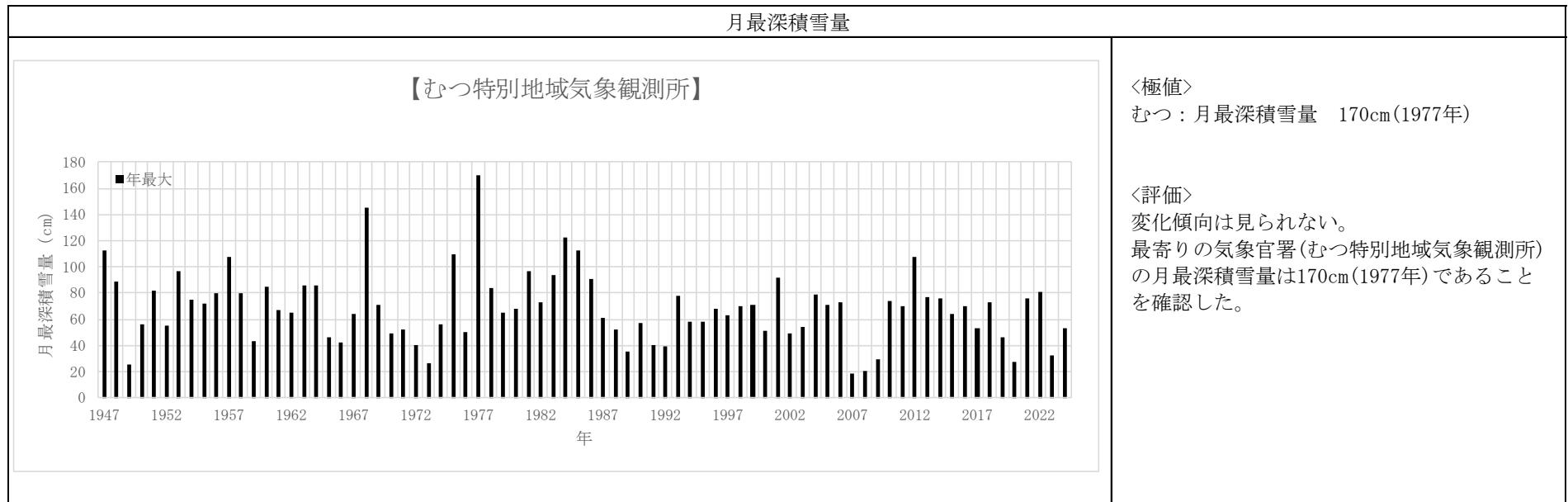
第 3. 1. 1-1 図 敷地付近で観測された最大瞬間風速の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)



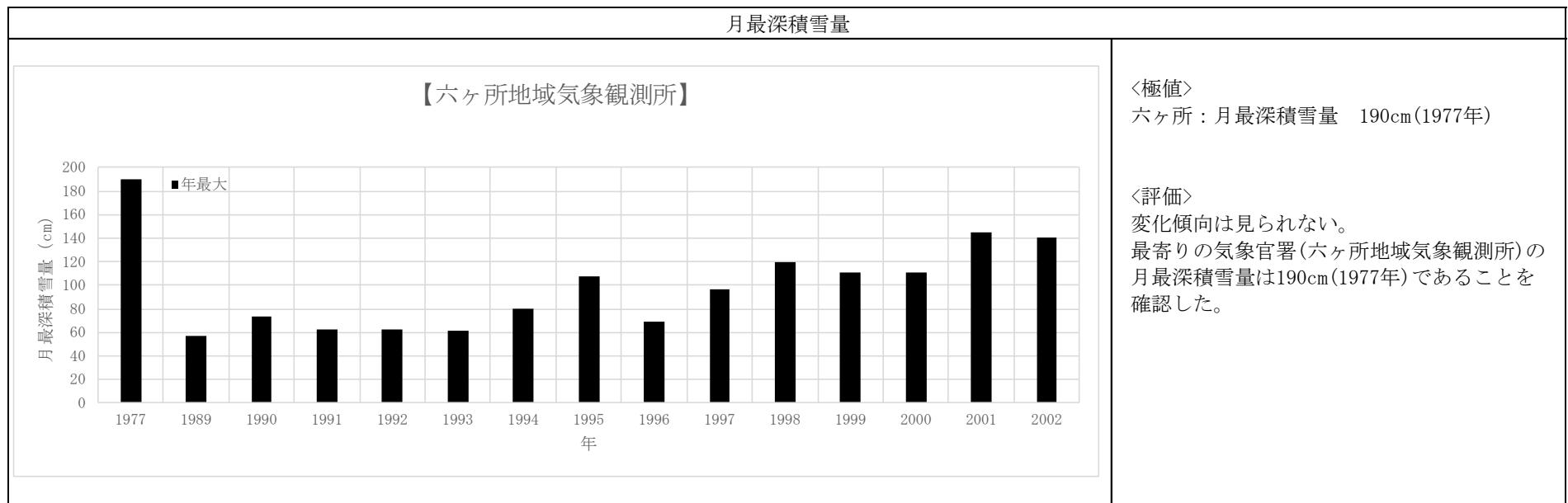
第 3. 1. 1-2 図 敷地付近で観測された最大瞬間風速の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)



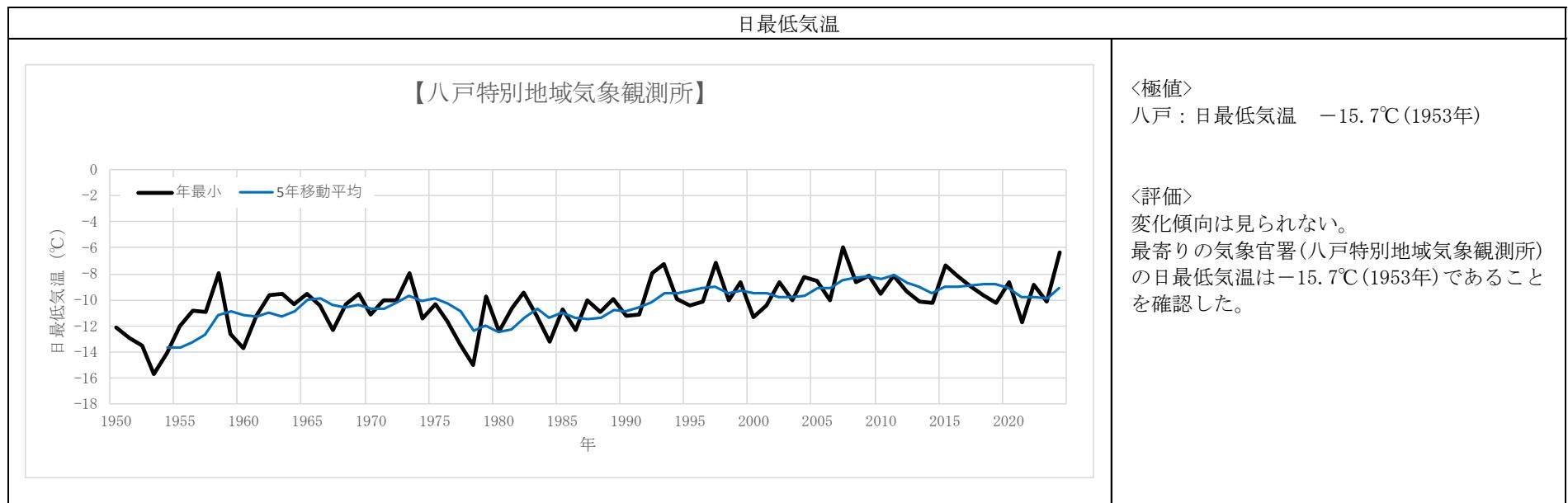
第3.1.1-3図 敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)



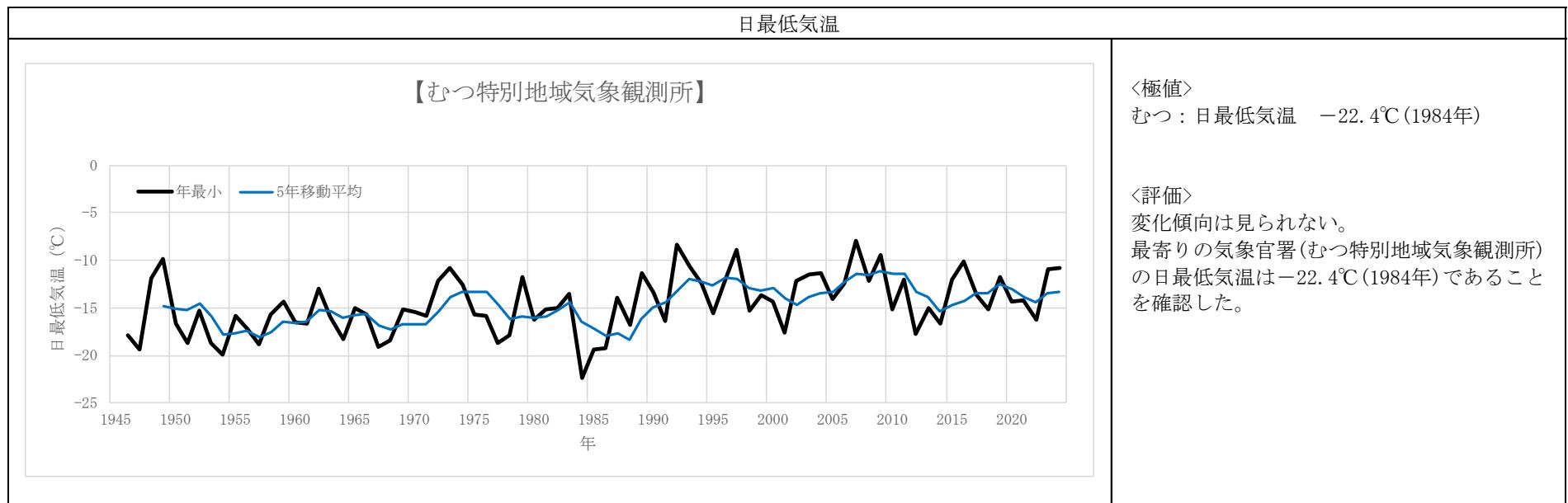
第 3. 1. 1-4 図 敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)



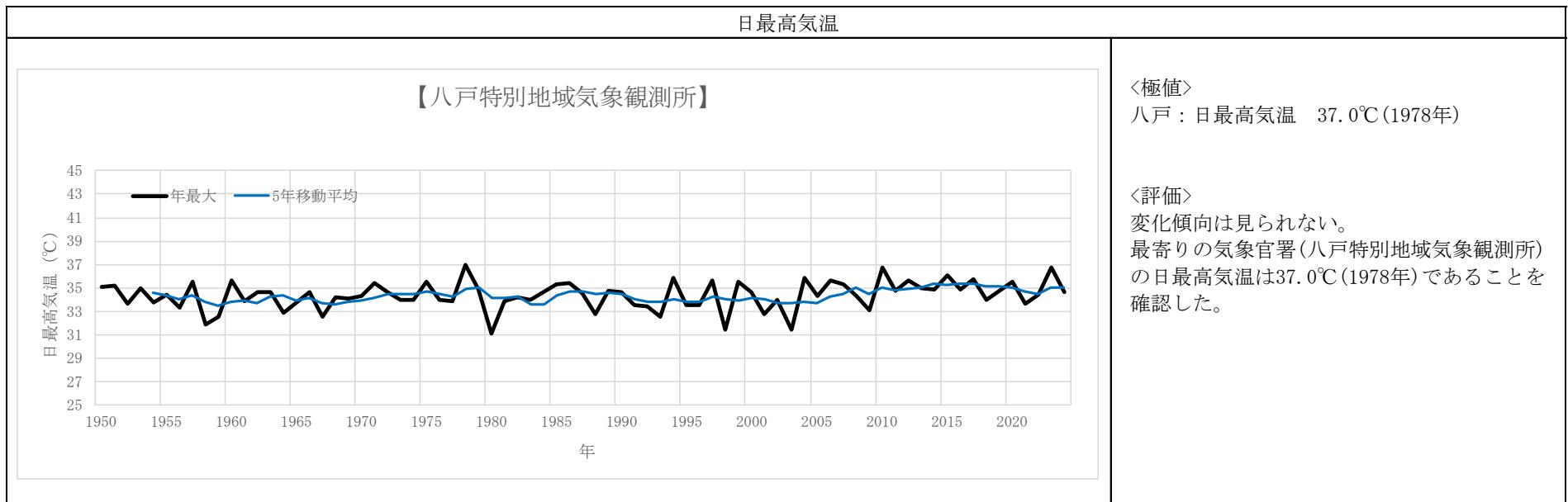
第 3. 1. 1-5 図 敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(六ヶ所地域気象観測所)



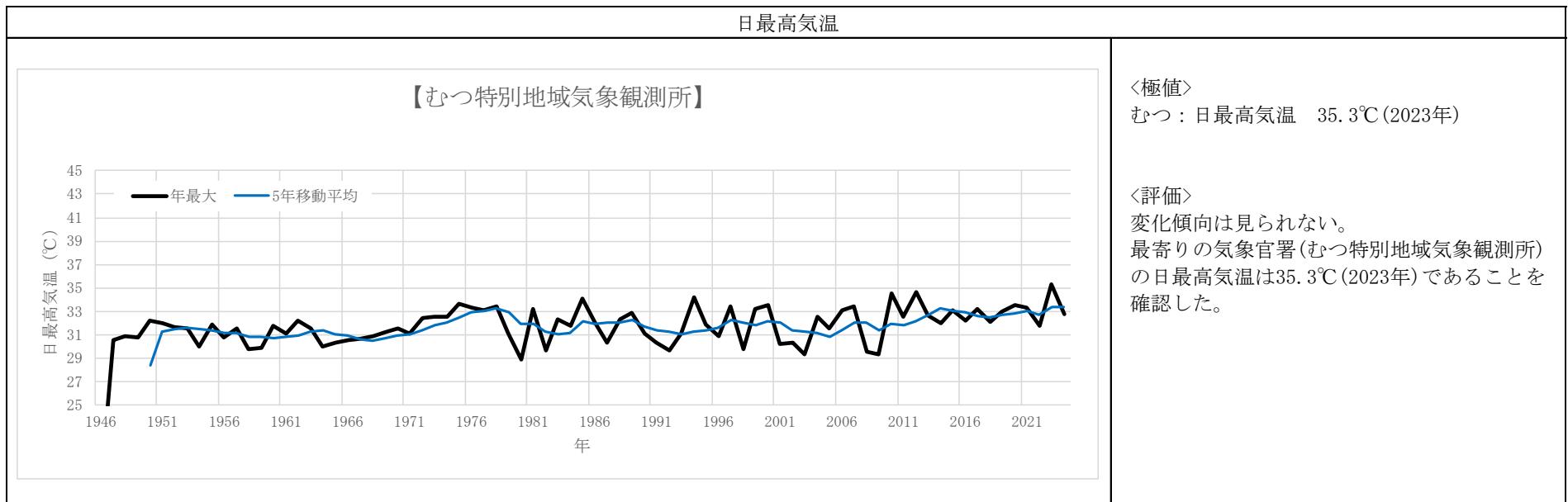
第 3. 1. 1-6 図 敷地付近で観測された最低気温の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)



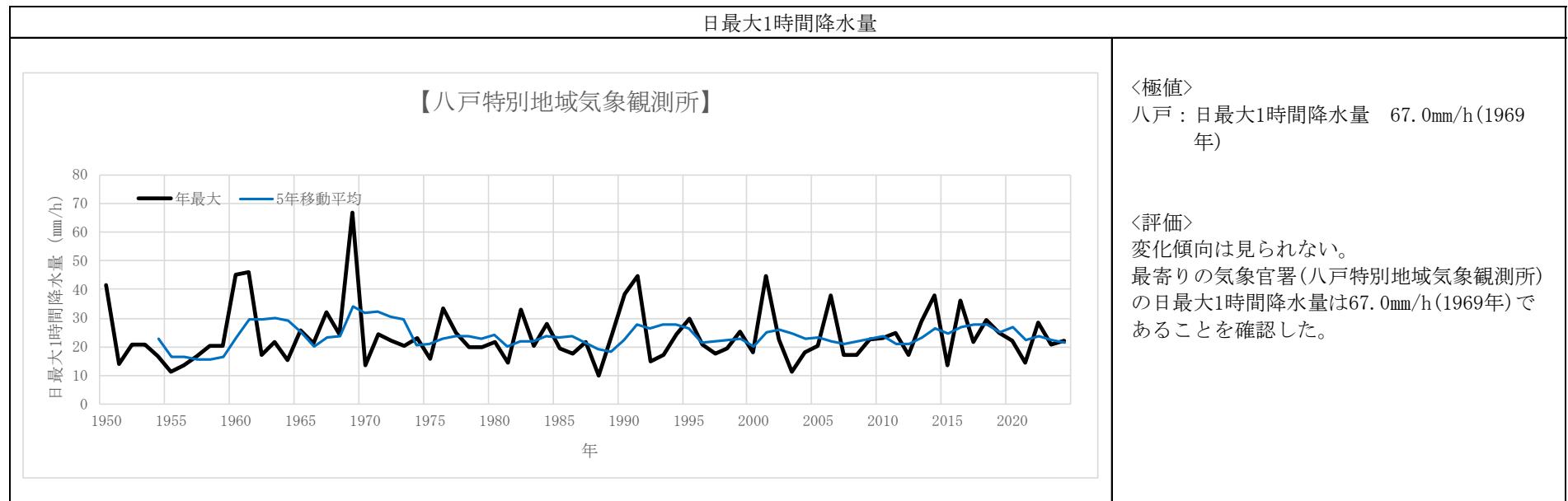
第 3. 1. 1-7 図 敷地付近で観測された最低気温の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)



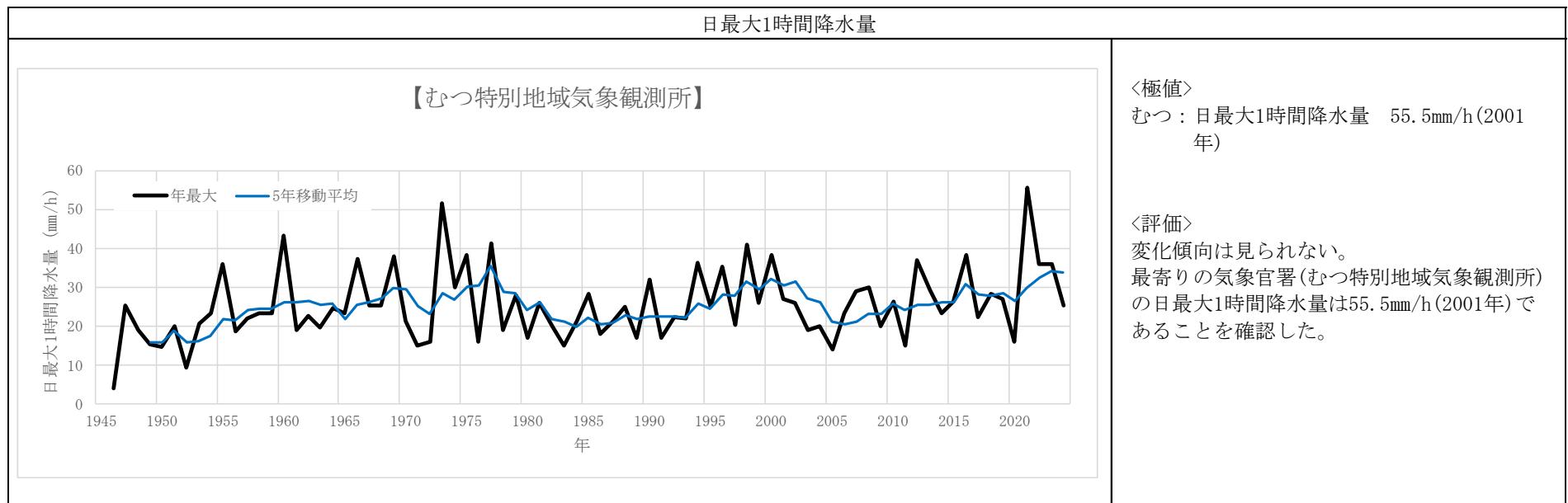
第 3. 1. 1-8 図 敷地付近で観測された最高気温の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)



第 3. 1. 1-9 図 敷地付近で観測された最高気温の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)



第 3.1.1-10 図 敷地付近で観測された日最大 1 時間降水量の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)



第 3. 1. 1-11 図 敷地付近で観測された日最大 1 時間降水量の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)

航空機落下確率の再評価について

本施設の航空機落下確率について、「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 21・06・25 原院第 1 号)に基づき、「航空機落下事故に関するデータ(平成 14～令和 3 年)」(2024 年 4 月原子力規制委員会)及び「航空機落下事故に関するデータ(平成 15～令和 4 年)」(2025 年 3 月原子力規制委員会)のデータを用いて、それぞれ再評価を行ったところ、結果はそれぞれ 9.75×10^{-8} 回/炉・年、 9.20×10^{-8} 回/炉・年となり、判断基準値である 1.0×10^{-7} 回/炉・年を下回ることを確認した。

航空機落下事故に関するデータ	2024 年 4 月公表 (平成 14～令和 3 年)	2025 年 3 月公表 (平成 15～令和 4 年)
航空機落下確率 (回/炉・年)	9.75×10^{-8}	9.20×10^{-8}

第 2 回安全性向上評価において、航空機落下確率が大きい「航空機落下事故に関するデータ(平成 14～令和 3 年)」(2024 年 4 月原子力規制委員会)における、評価対象事故、評価に用いた数値及び評価結果について、以下に示す。

1. 評価対象事故

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訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺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4}	× ^{注5}

○：対象、×：対象外

注 1：飛行場での離着陸時における落下事故について、本施設は、三沢空港の滑走路端から滑走路方向に対して±60° の扇型区域から外れるため、評価対象外とした。

注 2：航空路を巡航中の落下事故について、本施設上空に航空法第37条に基づく「航空路の指定に関する告示」により指定されている航空路は存在しないが、航空路誌(AIP)に掲載された直行経路 MISAWA (MIS) – CHITOSE (ZYT) が存在するため、当該直行経路を計器飛行方式民間航空機が飛行することを想定し、評価対象とする。

注 3：本施設上空の三沢特別管制区は、航空法第94条の2により有視界飛行方式民間航空機の飛行が制限されているため、評価対象外とした。

注 4：訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故につ

いて、本施設の南方向約 10 km に三沢対地訓練区域があり、自衛隊機及び米軍機が訓練を行っているため、評価対象とする。

注 5：基地－訓練空域間往復時の落下事故について、本施設は、基地－訓練空域間の往復の想定飛行範囲内に位置しないため、評価対象外とした。

2. 評価に用いた数値

(1) 直行経路を巡航中の計器飛行方式民間航空機の落下事故

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

ここで、

P_c : 対象施設への巡航中の航空機落下確率(回/年)

N_c : 評価対象とする航空路等の年間飛行回数(飛行回/年)

A : 施設の標的面積(km^2)

W : 航空路幅(km)

$f_c = G_c/H_c$: 単位飛行距離当りの巡航中の落下事故率

(回/(飛行回・km))

G_c : 巡航中事故回数(回)

H_c : 延べ飛行距離(飛行回・km)

	本施設
Nc ^{注 1}	182.5
A	0.032
W ^{注 2}	14.816
fc	4.26×10^{-11}
G_C ^{注 3}	0.5
H_C ^{注 4}	11,730,484,310
P_C	1.68×10^{-11}

注 1：国土交通省航空局に問い合わせた結果を 365 倍した値。当該直行経路のピークディにおける交通量は 0 回のため、保守的に 0.5 回とした。

注 2：国土交通省航空局. 飛行方式設定基準. 2006

注 3：事故回数は 2002 年～2021 年の間で 0 である^(注 4)ため、保守的に 0.5 回とした。

注 4：「航空機落下事故に関するデータ(平成 14～令和 3 年)」(2024 年 4 月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ)の値を用いた。

- (2) 自衛隊機又は米軍機の落下事故(訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故)

$$P_{so} = \left(\frac{f_{so}}{S_0} \right) \times A$$

ここで、

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)

S_0 : 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)

A : 施設の標的面積(km^2)

f_{so} ^{注1}	自衛隊機 : $14/20 = 0.7$ 米軍機 : $5/20 = 0.25$
S_0 ^{注2}	自衛隊機 : 294, 779 米軍機 : 372, 464
A	0.032
P_{so}	9.75×10^{-8}

注1 : 「航空機落下事故に関するデータ(平成14～令和3年)」(2024年4月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ)の自衛隊機又は米軍機の事故件数を用いて算出した。

注2 : 「航空機落下事故に関するデータ(平成14～令和3年)」(2024年4月 原子力規制庁 長官官房技術基盤グループ)の値を用いた。

3. 落下確率値の合計値

1) 計器飛行方式民間航空機の落下事故		2) 有視界飛行方式民間航空機の落下事故	3) 自衛隊機又は米軍機の落下事故		合 計
① 飛行場での離着陸時における落下事故	② 航空路を巡航中の落下事故		① 訓練空域内を訓練中及び訓練空域周辺を飛行中の落下事故	② 基地一訓練域間を往復時の落下事故	
—	1.68×10^{-11}	—	9.75×10^{-8}	—	9.75×10^{-8}

3.1.2. 決定論的安全評価

3.1.2.1. 概要

決定論的安全評価は、第1回安全性向上評価届出書の評価時点以降、評価結果が変わらるような施設の設計変更、大規模な改造工事等を行っていないが、「3.1.1. 内部事象及び外部事象に係る評価」に示すとおり、事業変更許可の安全評価に使用した気象資料が最近の気象状態と比較して同等と判断できないことが確認されたことから、本気象資料を基に評価を実施している「設計基準事故時の実効線量」について、最近の気象状態と比較して同等と判断された最新の気象資料を用いて、再評価を実施した。

また、本施設の安全評価においては、開発年代の古い解析コード等を多く使用している。これらのコードは、過去の実験、検証等により妥当性が確認されているものであるが、安全性向上評価の目的を踏まえ、今後、最新知見を踏まえた評価手法の適用を検討していく必要がある。今回、本施設の設計基準事故の対象施設である製品コールドトラップについて、最新の解析コード等を用いて、自主的に臨界安全解析を行い、評価結果の確認、過去の結果との比較を実施した。

3.1.2.2. 最新の気象資料に基づく設計基準事故の再評価

3.1.2.2.1. 確認方法

「3.1.1.3.2.1. (14) 安全解析に使用する気象条件」に示すとおり、事業変更許可における安全解析で用いている、敷地において観測した2013年4月から2014年3月までの1年間の気象資料について、最近の気象状態と比較して特に異常でないかどうかの検討を実施した結果、最近の気象状態と比較して同等と判断できなかったため、最近の気象状態と比較して同等と

判断された最新の 2024 年 4 月から 2025 年 3 月までの 1 年間の気象資料から算出した、 χ/Q (7.5×10^{-8} h/m³) を用いて、設計基準事故時の実効線量評価を実施した。なお、本施設においては、拡大防止及び影響緩和に係る安全設計の妥当性を確認するため、各種の事故発生防止機能が喪失した場合を想定しており、閉じ込め機能喪失について、最も公衆に対する影響が大きいと考えられる以下の 2 事象を設計基準事故として抽出している。

- ・ 大気圧以上の UF₆ を内包する配管の損傷による漏えい
- ・ 火災時の内圧上昇による UF₆ 内包配管のフランジ部等からの漏えい

また、決定論的安全評価のうち、平常運転時の実効線量評価については、敷地において観測した気象資料を用いた評価をしていないため、再評価の必要はない。

3.1.2.2. 確認結果

(1) 大気圧以上の UF₆ を内包する配管の損傷による漏えい

大気圧以上の UF₆ を内包する配管の損傷による漏えい時における、建屋外への UF₆ (UO₂F₂) の漏えいによる大気放出に伴う公衆の実効線量の再評価の結果は、以下に示すとおり 4.8×10^{-8} mSv であり、事業許可基準規則における要求である一事故当たり 5 mSv を十分下回ることを確認した。

実効線量 (mSv)

$$= \text{放出量 (gU)} \times \text{比放射能 (Bq/gU)} \times \chi/Q \text{ (h/m}^3\text{)} \times \text{呼吸率 (m}^3/\text{h)} \times \text{換算係数 (mSv/Bq)} = 4.8 \times 10^{-8} \text{ (mSv)}$$

- ・ 放出量 : 8.8×10^{-3} gU (5 %濃縮ウラン)

- ・比放射能 : 1.2×10^5 Bq/gU (5 %濃縮ウラン)
- ・ $\chi/Q : 7.5 \times 10^{-8}$ h/m³ (2024年4月から2025年3月の実気象データによる)
- ・呼吸率 : 1.2 m³/h
- ・換算係数 : 5.0×10^{-4} mSv/Bq (含有量の多い²³⁸Uの換算係数使用)

(2) 火災時の内圧上昇による UF₆ 内包配管のフランジ部等からの漏えい

火災時の内圧上昇による UF₆ 内包配管のフランジ部等からの漏えい時における、建屋外への UF₆ (UO₂F₂) の漏えいによる大気放出に伴う公衆の実効線量の再評価の結果は、以下に示すとおり 9.2×10^{-7} mSv であり、事業許可基準規則における要求である一事故当たり 5 mSv を十分下回ることを確認した。

実効線量 (mSv)

$$= \text{放出量 (gU)} \times \text{比放射能 (Bq/gU)} \times \chi/Q \text{ (h/m}^3\text{)} \times \text{呼吸率 (m}^3\text{/h)} \times \text{換算係数 (mSv/Bq)} = 9.2 \times 10^{-7} \text{ (mSv)}$$

- ・放出量 : 1.7×10^{-1} gU
- ・比放射能 : 1.2×10^5 Bq/gU (5 %濃縮ウラン)
- ・ $\chi/Q : 7.5 \times 10^{-8}$ h/m³ (2024年4月から2025年3月の実気象データによる)
- ・呼吸率 : 1.2 m³/h
- ・換算係数 : 5.0×10^{-4} mSv/Bq (含有量の多い²³⁸Uの換算係数使用)

3.1.2.2.3.まとめ

「3.1.2.2.2. 確認結果」に示すとおり、すべての設計基準事故において、事業許可基準規則における要求である一事故当たり 5 mSv を十分下回ることから、評価時点における本施設の決定論的安全評価である「1.6. 法令への適合性の確認のための安全性評価結果」に示す安全設計への影響はない。

3.1.2.3. 最新の解析コード等を用いた臨界安全解析

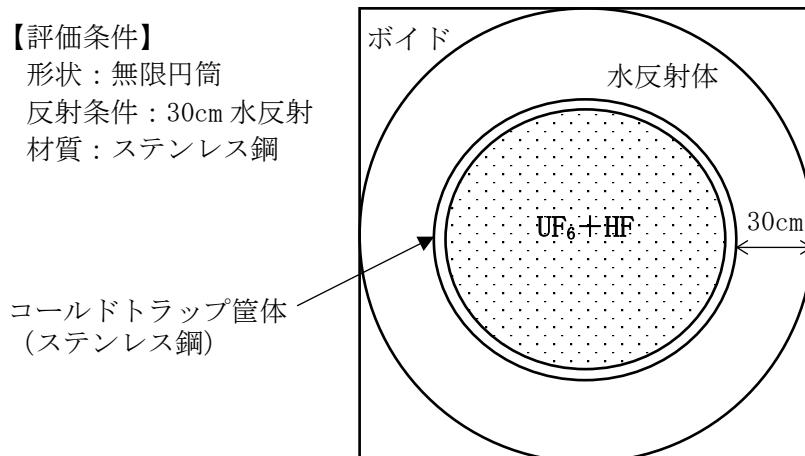
本施設の建設時（1990 年頃）の臨界安全解析においては、臨界解析システムとして SCALE3（公開年：1986 年）、臨界計算コードとして KENO-IV/S 及び KENO-V.a、断面積ライブラリとして、Hansen-Roach 16 群を使用していた。その後、新型遠心機の導入時（2010 年頃）に、臨界解析システムを SCALE5.1（公開年：2006 年）に変更、臨界計算コードを KENO-V.a に統一するとともに、より精緻な評価を行うため、断面積ライブラリを ENDF/B-V 238 群に変更した。なお、当時も変更に際しては、同一モデル（製品コールドトラップ（UF₆+HF 系の低濃縮度ウラン））での評価結果の比較を行い、解析コード等の変更による影響の確認を実施している。

今回は、実用炉等で実績のある最新の解析コード等として、臨界解析システムを SCALE6.2.1（公開年：2016 年）、臨界計算コードを KENO-VI、断面積ライブラリを ENDF/B-VII.1 連続エネルギー群を採用し、同一モデル（製品コールドトラップ（UF₆+HF 系の低濃縮度ウラン））での評価結果の比較を行い、解析コード等の変更による影響の確認を実施した。本評価における臨界計算モデルのイメージを第 3.1.2.2-1 図「臨界安全解析モデル（イメージ）」に、今回の評価結果を第 3.1.2.2-1 表「臨界安全解析の評価結果の比較」に示す。

評価の結果、最新の解析コード等を使用した場合でも実効増倍率は、判定基準 ($K_{eff} + 3\sigma = 0.95$) を十分に下回ること及び過去（新型遠心機の導入時（2010年頃））の評価と比べ、結果に大きな影響が生じないことを確認した。

また、実効増倍率について 0.009 程度小さくなる傾向がみられ、平常時、異常時のいずれのケースにおいても同程度の変化傾向となることが確認できた。これは、断面積ライブラリ、ヒストリー条件の変更に伴い、従前より精緻な結果が得られたものと考えられる。

今回の結果を踏まえ、今後の本施設の改造等に伴う臨界安全解析においては、今回使用した最新の解析コード等を用いて評価を実施していくとともに、被ばく評価等の他の安全評価においても、積極的に最新の解析コード等を取り入れていくことを検討していく。



第 3.1.2.2-1 図 臨界安全解析モデル（イメージ）

第 3.1.2-1 表 臨界安全解析の評価結果の比較

評価時期	新型遠心機の導入時 (2010 年頃)			今回		
解析 システム名 (公開年)	SCALE5.1 (2006 年)			SCALE6.2.1 (2016 年)		
臨界計算 コード (公開年)	KENO-V.a (1985 年)			KENO-VI (1995 年)		
断面積 ライブラリ (公開年)	ENDF/B-V ベース 238 群ライブラリ (1983 年)			ENDF/B-VII.1 ベース 連続エネルギー群 ライブラリ (2011 年)		
ヒストリー 条件	100 万ヒストリー			400 万ヒストリー		
評価結果	Keff	σ	Keff $+3\sigma$	Keff	σ	Keff $+3\sigma$
平常時	0.72656	0.00048	0.72800	0.71898	0.00027	0.71979
異常時※	0.85575	0.00061	0.85758	0.84754	0.00032	0.84850

※ 異常時は、製品コールドトラップのバウンダリを喪失し、機器内に大気（水分）流入が生じた条件で評価している。

3.2. 安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価

中長期的な評価は、将来の安全性を確保する又は向上するための計画を立て、プロアクティブに実行していく契機とし、より実効的な安全性向上措置を抽出することを目的として、評価を実施する。評価に当たっては、No. SSG-25 と同等の規格である PSR⁺標準を参考に実施する。なお、PSR⁺標準は、原子力発電所を対象とした実施基準であるため、核燃料サイクル施設に適した内容に見直しを行い実施する。見直しに当たっては、2024年12月に発行された「Periodic Safety Review for Nuclear Fuel Cycle Facilities」(IAEA SAFETY REPORTS SERIES No. 124)も参考に検討を進める。

本評価の実施時期については、「3.2.2. 評価実施予定(計画)について」のとおり、本施設においては、前回のPSR評価時点(2020年3月31日)を起算日とし、10年の期間を経過する日以後最初の定期事業者検査の終了した日以降6ヶ月を超えない時期に行う安全性向上評価の際に実施することとし、ここでは評価の計画を記載する。

3.2.1. 評価の実施について

安全性向上に係る活動の実施状況に関する中長期的な評価を実施するに当たり、PSR⁺標準を参考に、安全因子(13の因子：IAEA 安全ガイドを参考して策定されたもの)を対象としたレビューを行い、レビュー結果に基づく総合評価を行うことで、将来のプラントの安全性確保又は更なる安全性向上を目的とする安全性向上措置を抽出し、実行計画を策定するという一連の評価プロセスの実行により本施設の安全性向上を図る。

(1) 中長期的な評価の対象とする安全因子のリスト

PSR⁺標準を参考に以下の13の安全因子についてレビューを行う。

① 施設設計

- ② 構築物、系統及び機器の状態
 - ③ 機器の性能認定
 - ④ 経年劣化
 - ⑤ 決定論的安全解析
 - ⑥ ハザード解析
 - ⑦ 安全実績
 - ⑧ 他の施設及び研究成果から得られた知見の活用
 - ⑨ 組織、マネジメントシステム及び安全文化
 - ⑩ 手順
 - ⑪ 人的要因
 - ⑫ 緊急時計画
 - ⑬ 環境への放射線影響
- (2) 中長期的な評価のプロセス

第 3.2-1 図に、中長期的な評価のプロセスとして安全因子レビュー及び総合評価のプロセスのフローを示す。各プロセスの概要は以下のとおりである。

[安全因子レビュー]

(a) レビューに必要な情報の調査

プラントに関連する文書の収集等によりレビューに必要な評価対象プラントの現状のプラクティスに関する情報調査を実施する。

(b) 調査結果の分析・評価

安全因子レビューごとに、現状の状態及び過去からの変化を分析し、評価対象プラントの現状のプラクティスに対するグットプラクティスの有無を評価し、その結果を所見とする。ここで、グットプラクティスが抽出された場合には、その内容も含めて評価結果を所

見とする。

また、ある安全因子のレビューを行う際には、その他の安全因子との相互関係について考慮する。

(c) 好ましい所見・好ましくない所見への分類

上記の「調査結果の分析・評価」における所見を以下の2種類に分類する。

- 好ましい所見

評価対象プラントの現状のプラクティスが、グットプラクティスであるといえるもの。

- 好ましくない所見

評価対象プラントの現状のプラクティスが、国内外のグットプラクティスに満たないと判断されるもの。

(d) 好ましくない所見に関連するリスクの評価

好ましくない所見に対しては、その関連するリスクを評価し、運転を継続できる適切な根拠を示す。評価の結果、重大なリスクをもたらす結果が確認された場合には、PSR⁺の終了を待たずに迅速な是正処置を講じていく。また、是正処置が完了するまでは、関連作業を中止する等の安全運転のための適切な対応を取る。

(e) 安全性向上措置候補の考案

好ましくない所見に対しては、現状のプラクティスをグッドプラクティスまで引き上げるための安全性向上措置候補を考案する。

(f) 好ましい所見に対する安全性向上措置候補の考案

好ましい所見に対しても、可能な場合には、よりプラントの安全性を向上させるという観点に立ち、安全性向上措置候補を考案する。

[総合評価]

(a) 妥当かつ実行可能な安全性向上措置の抽出

安全因子ごとのレビューにおいて考案された安全性向上措置候補から妥当かつ実効可能な安全性向上措置を抽出する。

(b) 将来のプラント運用の安全性の確認

評価によって確認された好ましい所見、好ましくない所見及び安全性向上措置の総合的な効果について、プラント全体の安全性が十分なレベルに達することを確認する。また、プラントの基本的な安全機能に関する要件が満たされていること及び安全余裕の確保がなされていることを確認する。

(c) 安全性向上措置実行計画の策定

抽出された安全性向上措置を、妥当かつ実行可能な安全性向上措置として実行計画を策定する。

3.2.2. 評価実施予定(計画)について

PSR⁺標準附属書 A.1「プロアクティブセーフティレビューの間隔」では、10 年がレビューの適切な間隔であるとみなされているのは、その間に以下 8 項目のプラント環境の変化が発生する可能性が高いからとされている。

- ・ 国内及び国際的な安全基準、運用慣行、技術及び基盤となる科学的な知識又は解析技術の変化
- ・ プラントの改造が安全性に与える悪影響又は安全文書の利用可能性及び有用性についての累積的影響の可能性
- ・ 重要な経年劣化の影響又は傾向の確認
- ・ 適切な運転経験の蓄積
- ・ プラントの運転又は将来の運転の変更
- ・ プラント周囲の自然環境、産業環境又は人口状況の変化
- ・ 要員配置のレベル又は要員の経験の変化
- ・ プラント運転組織のマネジメント(組織)構造及び手順の変化

PSR⁺の時間的間隔が 10 年を越えると、重大な安全上の問題の確認が遅れ、以前のレビューで獲得された直接的な知識や経験が失われるとともに、連続性が喪失する可能性がある。

その反対に、レビューを短い周期で行っても効果的ではない。このレビューは、安全性向上措置を考案することに役立つ多くの視点・項目を含んでいる安全因子ごとの関連性を考慮しながら多面的にレビューを行うため、長時間要する。しかし、それだけの時間をかけることが安全性向上に役立つことから意味がある。したがって、短い周期でこのレビューを行うことは、プラント環境の変化がない状況で行うこととなり、レビューに時間を要する割には、安全性向上の対応策を考案できる効果は期待できないとの趣旨の解説がある。

これらを踏まえ、本施設においては、評価実施に向けた計画として、以下の2点を挙げ、前回のPSR評価時点(2020年3月31日)を起算日とし、10年の期間を経過する日以後最初の定期事業者検査の終了した日以降6ヶ月を超えない時期に行う安全性向上評価の際に実施する。

(1) 安全因子の傾向把握

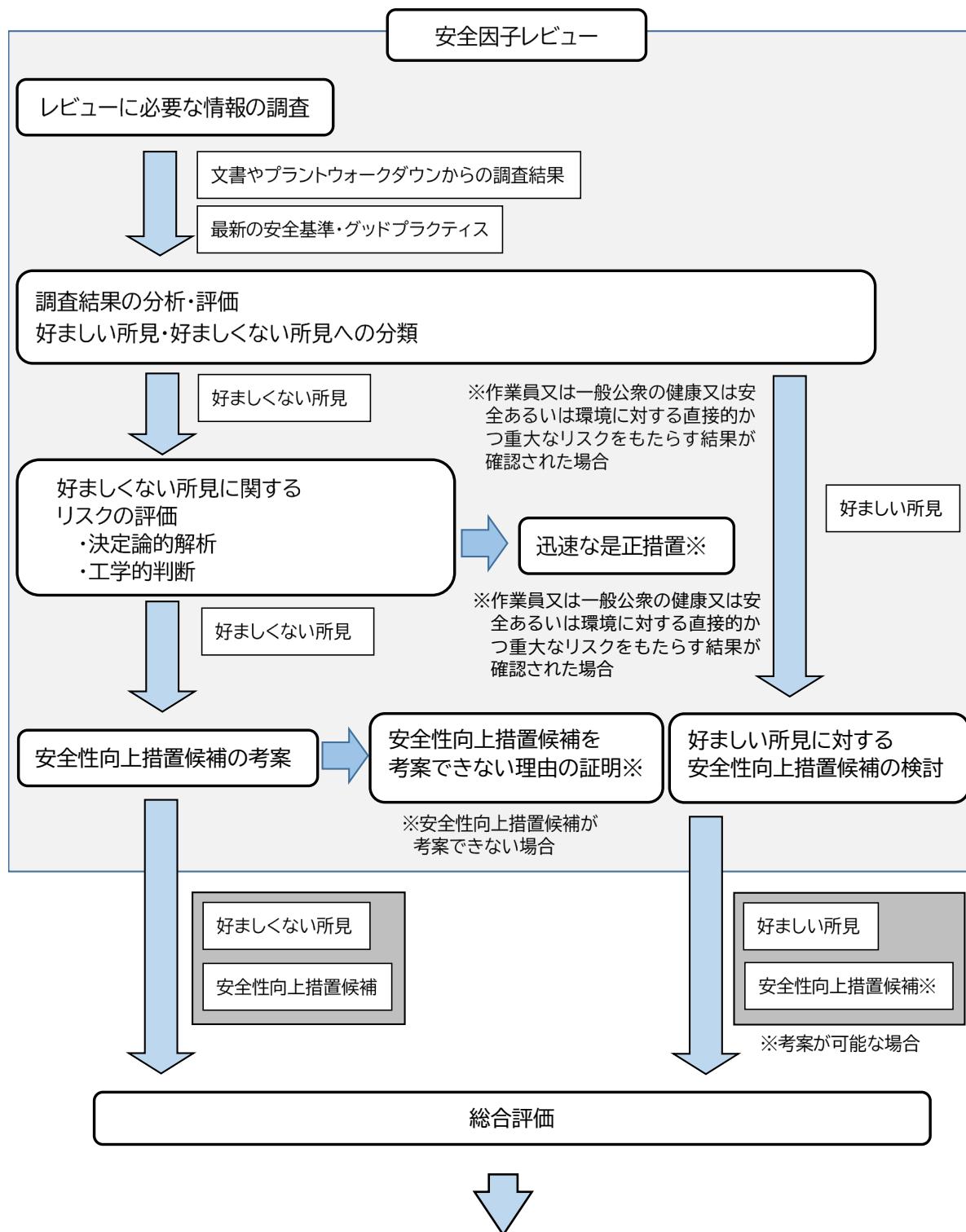
第3.2-1表に示すとおり、13の安全因子のレビュー項目と本届出書にて関連する箇所の調査・評価が行われている事項が存在する。安全因子のうち、新規制基準の導入後の再稼働に伴って安全因子に係る管理方法等が大きく変化し、中長期的な傾向を把握できるまでの実績がないため、安全因子ごとの評価が難しいものがある。そのため、中長期の傾向把握をするための実績を重ねる。

(2) 評価手法の習熟

総合的な評価として、安全因子間の相関関係を分析し、安全因子ごとの評価結果及び安全性向上措置候補から実行可能な安全性向上措置を抽出するが、本施設での活動は、総合評価の実施に向けて、安全因子間の相関関係の分析や安全因子ごとの評価等の総合評価に至る一部分の評価を取り出して試評価を行い、評価手法の習熟に努める。

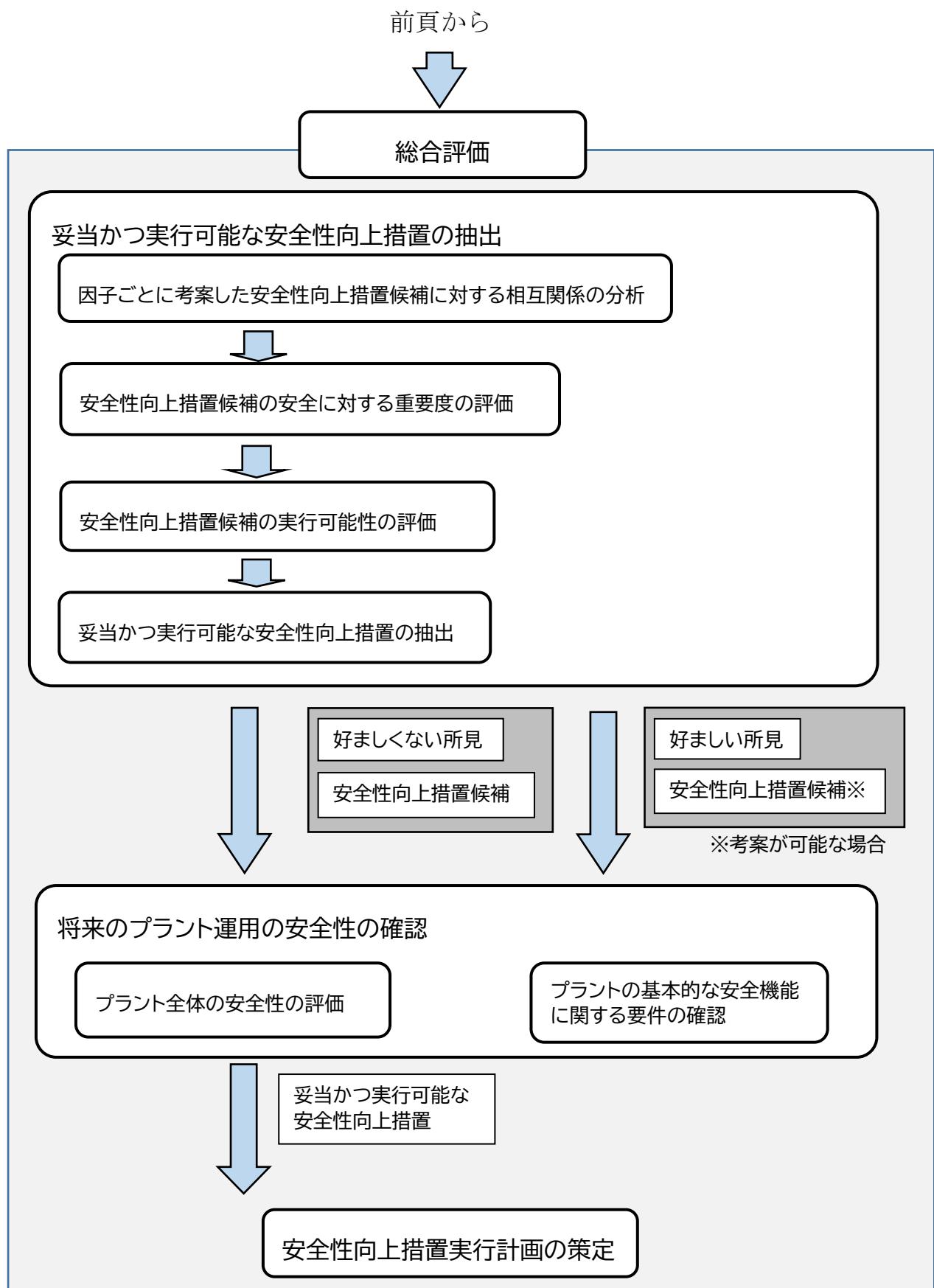
第3.2-1表 安全因子のレビュー項目と本届出書の関連箇所

13の安全因子	本届出書にて安全因子のレビュー項目に 関連する箇所
① 施設設計	1. 1. 施設概要 1. 2. 敷地特性
② 構築物、系統及び機器の状態	1. 3. 構築物、系統及び機器
③ 機器の性能認定	1. 3. 構築物、系統及び機器
④ 経年劣化	2. 2. 1. 3. 施設管理
⑤ 決定論的安全解析	1. 6. 法令への適合性の確認のための安全 性評価結果 3. 1. 2. 決定論的安全解析
⑥ ハザード解析	1. 6. 法令への適合性の確認のための安全 性評価結果 3. 1. 1. 内部事象及び外部事象に係る評価
⑦ 安全実績	2. 2. 1. 保安活動の実施状況の「実績指標」
⑧ 他の施設及び研究成果から 得られた知見の活用	2. 2. 1. 7. 事故故障発生時の対応及び緊急 時の措置 2. 2. 2. 国内外の最新の科学的知見及び技術的 的知見
⑨ 組織、マネジメントシステム 及び安全文化	1. 5. 保安のための管理体制及び管理事項 2. 2. 1. 保安活動の実施状況の「組織・体 制」 2. 2. 1. 8. 安全文化活動
⑩ 手順	2. 2. 1. 保安活動の実施状況の「社内標準 類」
⑪ 人的要因	1. 5. 保安のための管理体制及び管理事項
⑫ 緊急時計画	2. 2. 1. 7. 事故故障発生時の対応及び緊急 時の措置
⑬ 環境への放射線影響	2. 2. 1. 5. 放射線管理及び環境放射線モニ タリング 2. 2. 1. 6. 放射性廃棄物管理



次頁へ

第 3.2-1 図 中長期的な評価のプロセス (1/2)



第 3.2-1 図 中長期的な評価のプロセス (2/2)