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

「2.2.2.　国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」にて収集した新知見に基づき、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、事業変更許可を受けた 2017 年 5 月 17 日から評価時点となる 2023 年度定期事業者検査終了日(2024 年 3 月 14 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 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)を参考に評価を行う予定としている。

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。これらについては、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 1 月 17 日号外政令第 7 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 1 月 26 日号外総務省令第 5 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 2020 年 2 月 27 日号外国土交通省告示第 198 号)

e.　高圧ガス保安法

(1951 年 6 月 7 日法律第 204 号)

(改正 2022 年 6 月 22 日号外法律第 74 号)

f. 建築基準法

(1950 年 5 月 24 日法律第 201 号)

(改正 2023 年 6 月 16 日号外法律第 63 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 1 月 4 日政令第 1 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)を上回る43.4m/s(南西 2020年3月20日)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 38.9m/s(西南西 1961 年 5 月 29 日)を超えていないことを確認した。

本施設の耐震評価(風荷重を考慮)においては、八戸特別地域気象観測所で観測された日最大瞬間風速を踏まえて、建築基準法に基づき設計荷重を設定し、設計することとしており、既評価では、建築基準法等関係法令に基づく基準風速から算定される最大瞬間風速 45m/s 程度と観測された日最大瞬間風速 41.3m/s(南西 1955 年 2 月 20 日)を比較し、基準風速が上回ることを確認している。今回、日最大瞬間風速が 41.3m/s(南西 1955 年 2 月 20 日)から 43.4m/s(南西 2020 年 3 月 20 日)に変更となるが、基準風速(最大瞬間風速 45m/s 程度)が上回ることは既評価と変わらないことから、設計を見直す必要はないと判断した。

(5) 積雪

最寄の気象官署(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 92cm(1977 年 2 月 16 日)、むつ特別地域気象観測所の月最大値 170cm(1977 年 2 月 15 日)及び六ヶ所地域気象観測所の月最大値 190cm(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℃(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℃(1984年2月18日)を下まわらないことを確認した。

(7) 高温

最寄の気象官署(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℃(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℃(2012年7月31日)を上回る35.3℃(2023年8月10日)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、日最高気温が変更となるが、本施設は、冷却等のために常時機能維持が必要な動的機器はなく、設備が停止してもフェールセーフ等により施設の安全が確保される設計であること、及びUF_6を内包する設備等は、建物内に収納し直接外気の影響を受けない設計としていることから、本変更により設計の見直しをする必要はないと判断した。

(8) 降水

最寄の気象官署(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 162.5mm(1981 年 8 月 22 日及び 2016 年 8 月 17 日)、日最大 1 時間降水量 67.0mm(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

防火帯外周の植生調査を実施した結果、レイクタウン地区の開発に伴い、施設の東南東に位置する広範囲の森林が伐採され、植生が変化していることを確認した。また、事業変更許可申請書に記載の八戸特別地域気象観測所で観測された過去 10 年間の最大風速について、25.9m/s(観測期間：2003 年～2012 年)を上回る 28.9m/s(観測期間：2014 年～2023 年)を確認した。その他、事業変更許可申請書に記載の六ケ所地域気象観測所で観測された卓越風向きについて、1 位：東南東、2 位：西北西(観測期間：2003 年～2012 年)が、1 位：西北西、2

位：東(観測期間：2014 年～2023 年)であることを確認した。

これらを踏まえて、森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)による解析を実施した結果、別紙 3.1.1－1 に示すとおり、防火帯幅については既評価から変更はなく、火災到達時間については既評価よりも安全側となる結果であった。また、森林火災による防護対象施設への熱影響評価については、防護対象施設の安全機能を損なうことは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 10km 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) 森林火災と近隣工場等の火災の重畳

火災の重畳については「3.1.1.3.2.1.(11)a. 森林火災」に示す森林火災シミュレーション解析コード(FARSITE)の解析結果を踏まえ再評価を実施した結果、別紙 3.1.1－1 に示すとおり危険輻射強度以下となることから、防護対象施設の安全機能を損なうことはないことを確認した。

(d) 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

「3.1.1.3.2.2.(3) 航空機落下」より、航空機落下確率が既評価から増加している結果を踏まえると、火災の熱影響評価の条件となる離隔距離が短くなることが想定され、熱影響評価結果の外壁温度の上昇が懸念されることから、再評価を実施した。その結果、別紙 3.1.1－3 のとおり、既評価より温度は上昇したが、航空機墜落による火災における防護施設の許容温度を満足していることを確認した。

また、航空機墜落による火災と屋外危険物貯蔵施設火災との重畳による熱影響の再評価を実施した結果、別紙 3.1.1－3 のとおり、既評価より温度は上昇したが、既評価の重畳火災のうち、最も厳しい評価結果で安全機能を損なわないことを示した森林火災と石油備蓄基地火災の重畳の評価結果を下回り、防護対象施設の安全機能を損なうことは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、UF_6 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 211kA)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. 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、火山に関するものはないが、本施設の敷地に隣接し、安全上重要な施設を有する当社再処理施設における評価条件(降下火砕物の層厚及び密度)を参考として、安全性向上のための自主的な確認を実施した。

本施設における降下火砕物の評価においては、降下火砕物の層厚を 36 cm、密度を 1.5g/cm^3 として建物の構造健全性の評価を実施しているが、安全上重要な施設を有する当社再処理施設においては 10 万年前以降低調となっている火山活動も対象とし、より詳細な評価、解析を実施しており、降下火砕物の層厚を 55 cm、密度を 1.3g/cm^3 として建物の構造健全性の評価を実施している。今回、安全性向上のための自主的な確認として、当社再処理施設の評価条件(降下火砕物の層厚 55 cm、密度 1.3g/cm^3)を用いて、降下火砕物による建物の構造健全性の確認を実施した。結果、別紙 3.1.1－4 のとおり判断基準値を下回り、建物の構造健全性に問題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 10m(標高

約 44m)における 10 年間(2014 年 4 月～2024 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なく、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ることから、気象条件の見直しをする必要がないことを確認した。

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は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

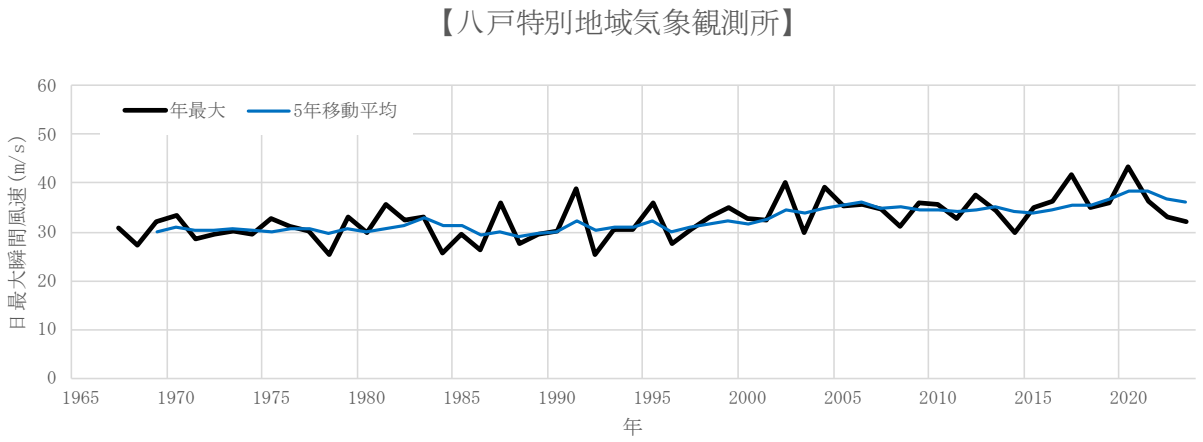
本施設の敷地内において、UF_6 等のふっ化物以外に有毒ガスを発生するような化学物質を取り扱っていないため、放出のおそれがある場合に講じる措置について、変更が不要であることを確認した。

(3) 航空機落下

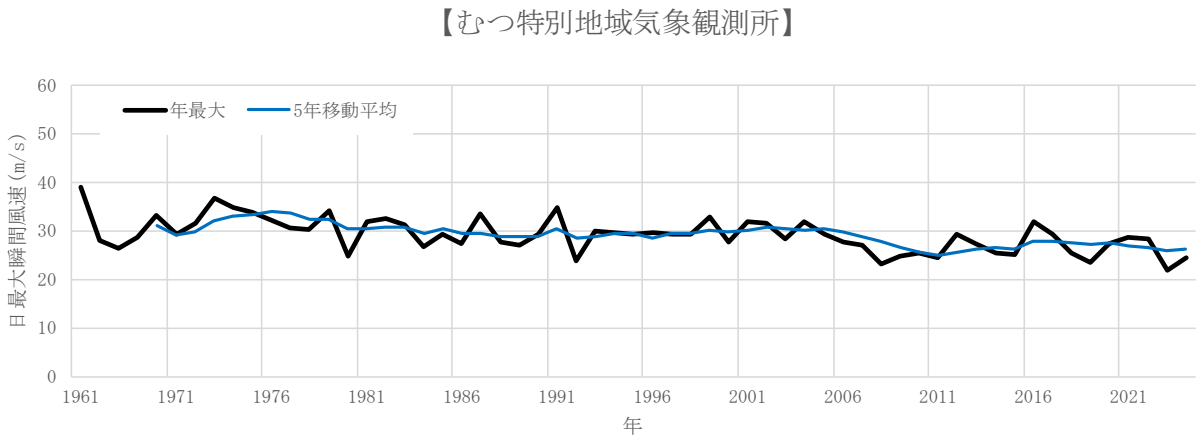
「2.2.2.2.(1)a.　安全に係る研究」に示すとおり、「航空路誌」(2024年3月1日国土交通省航空局)、「航空機落下事故に関するデータ」(2023年3月原子力規制委員会)を確認した結果、評価時点において、航空機落下確率評価の前提となっている航空路、航空機落下事故データ及び飛行距離データのうち、航空機落下事故データ及び飛行距離データを更新した。航空機落下確率を再評価した結果、別紙 3.1.1－2 のとおり既評価から増加したが、判断基準値を下回ることを確認した。

3.1.1.3.3.　まとめ

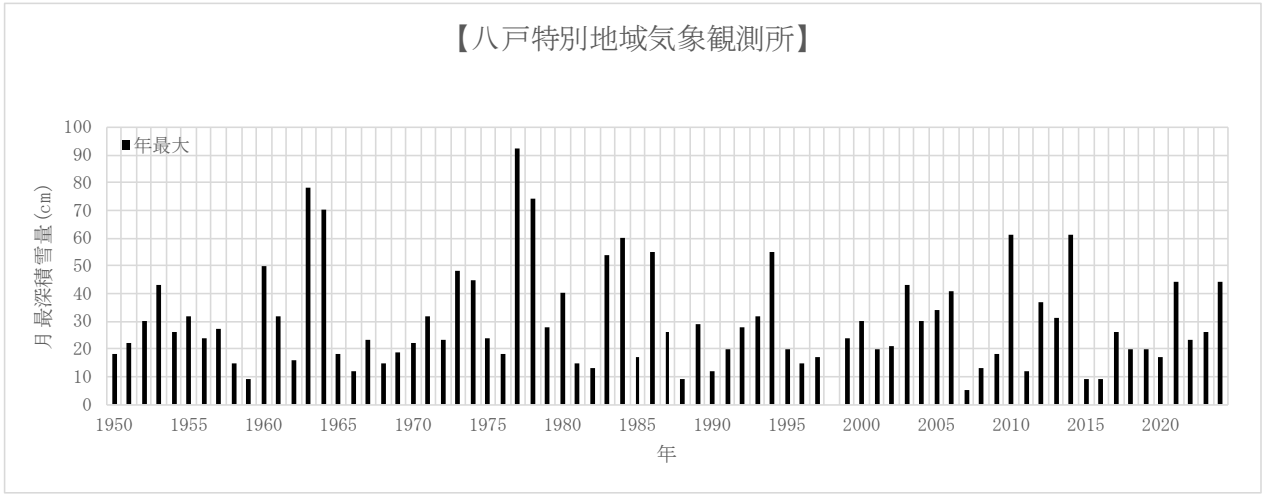
最新の文献及び調査等から得られた科学的知見及び技術的知見に基づき、安全評価の前提となっている内部事象及び外部事象の評価について、見直しの要否を確認した結果、評価期間において新たに見直しする必要はないことを確認した。

日最大瞬間風速	
	〈極値〉 八戸：日最大瞬間風速　43.4m/s(2020年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所)の日最大瞬間風速は43.4m/s(2020年)であることを確認した。

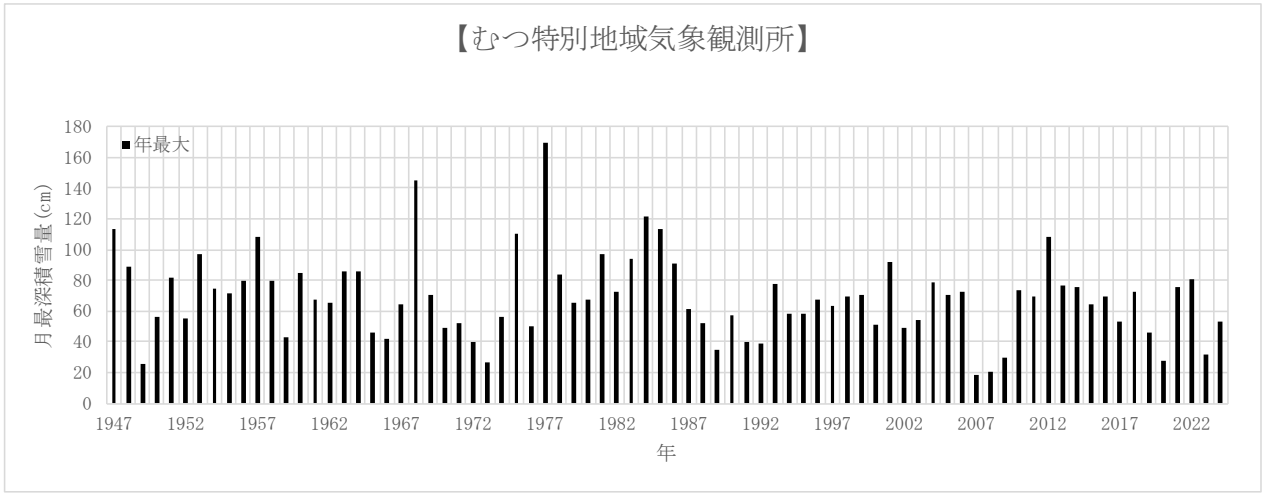
第 3.1.1－1 図　敷地付近で観測された最大瞬間風速の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)

日最大瞬間風速	
	〈極値〉 むつ：日最大瞬間風速　38.9m/s(1961年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(むつ特別地域気象観測所)の日最大瞬間風速は38.9m/s(1961年)であることを確認した。

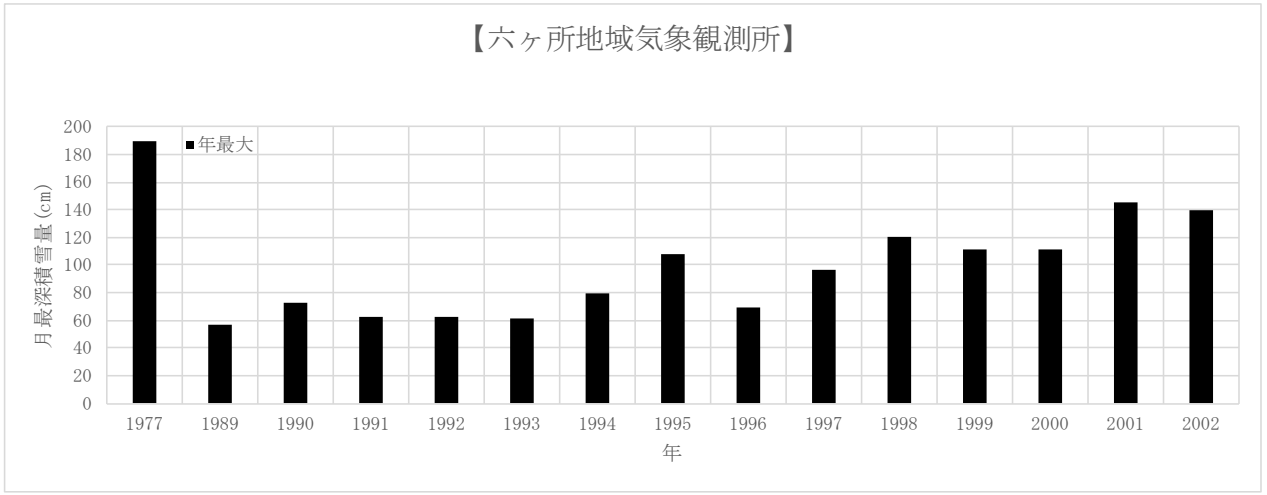
第 3.1.1－2 図　敷地付近で観測された最大瞬間風速の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)

月最深積雪量	
	〈極値〉 八戸：月最深積雪量　92cm(1977年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所)の月最深積雪量は92cm(1977年)であることを確認した。

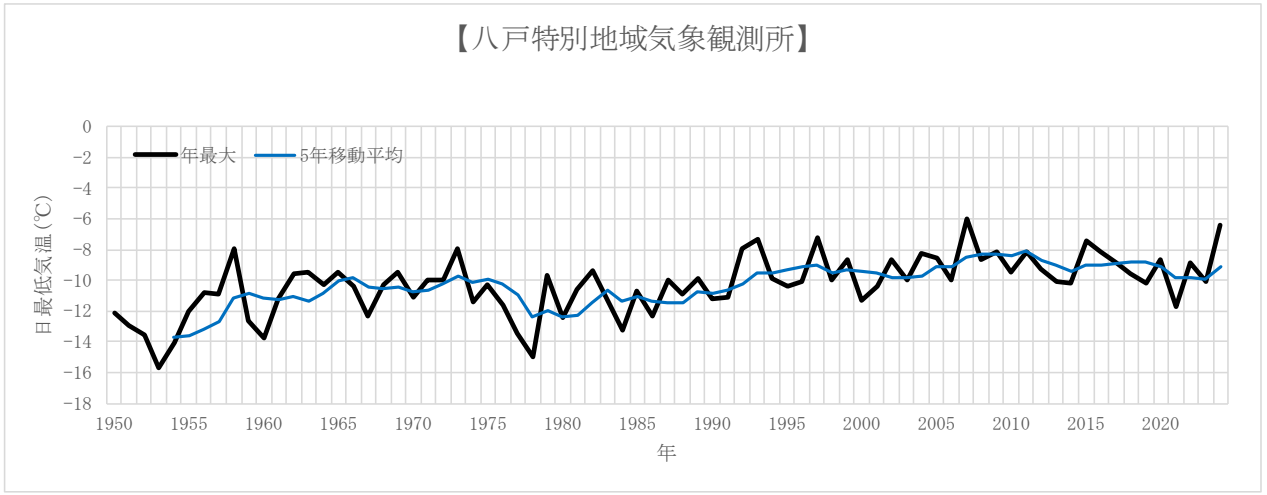
第 3.1.1－3 図　敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)

月最深積雪量	
	〈極値〉 むつ：月最深積雪量　170cm(1977年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(むつ特別地域気象観測所)の月最深積雪量は170cm(1977年)であることを確認した。

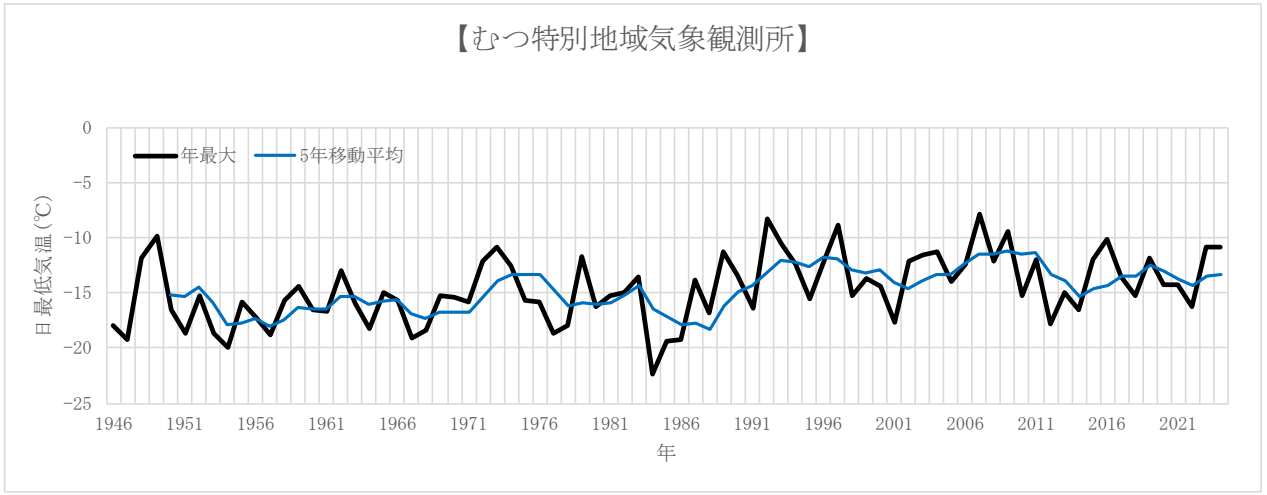
第 3.1.1－4 図　敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)

月最深積雪量	
	〈極値〉 六ヶ所：月最深積雪量　190cm(1977年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(六ヶ所地域気象観測所)の月最深積雪量は190cm(1977年)であることを確認した。

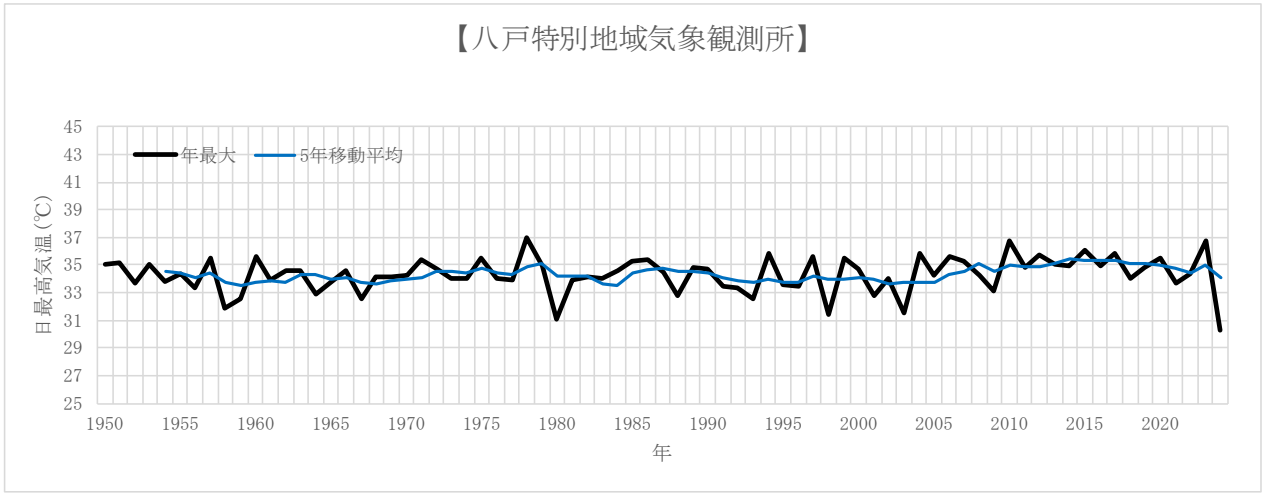
第 3.1.1－5 図　敷地付近で観測された積雪深さの月最大値の時間的な推移(六ヶ所地域気象観測所)

日最低気温	
	〈極値〉 八戸：日最低気温　－15.7℃（1953年） 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署（八戸特別地域気象観測所）の日最低気温は－15.7℃（1953年）であることを確認した。

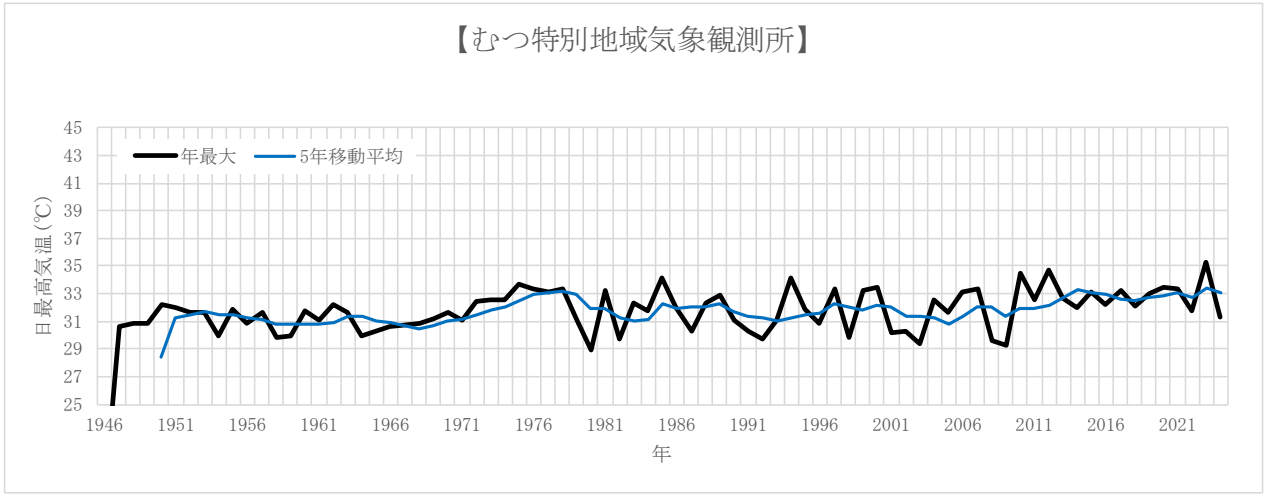
第 3.1.1－6 図　敷地付近で観測された最低気温の時間的な推移（八戸特別地域気象観測所）

日最低気温	
	〈極値〉 むつ：日最低気温　－22.4℃(1984年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(むつ特別地域気象観測所)の日最低気温は－22.4℃(1984年)であることを確認した。

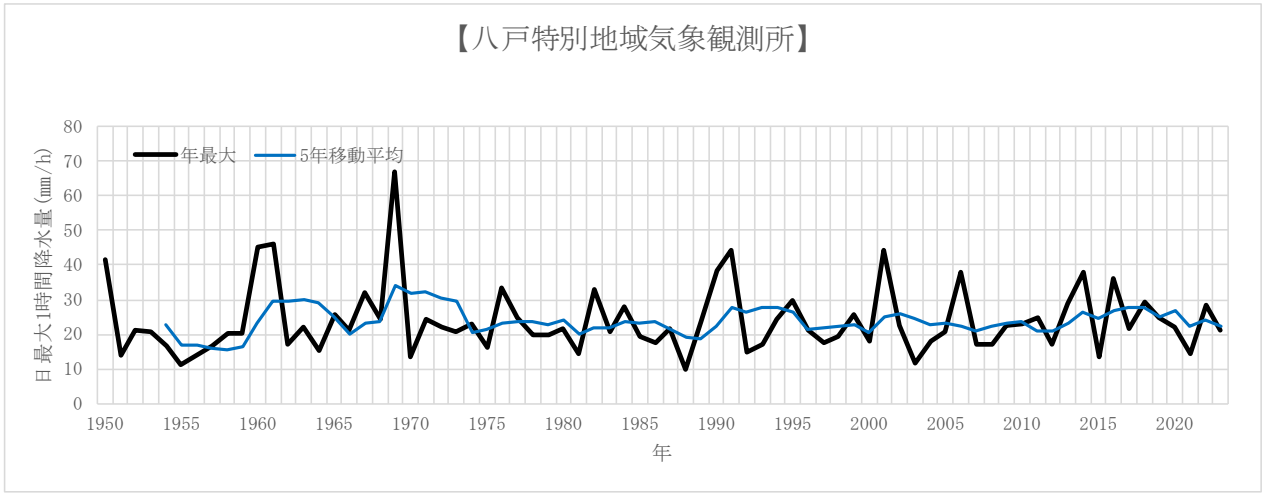
第 3.1.1－7 図　敷地付近で観測された最低気温の時間的な推移(むつ特別地域気象観測所)

日最高気温	
	〈極値〉 八戸：日最高気温　37.0℃(1978年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所)の日最低気温は37.0℃(1978年)であることを確認した。

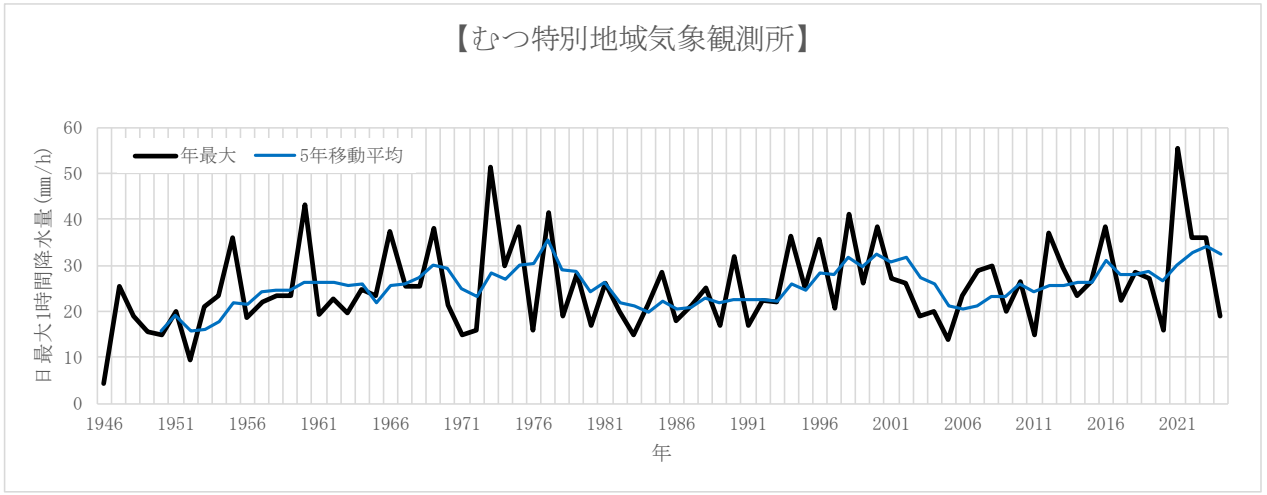
第 3.1.1－8 図　敷地付近で観測された最高気温の時間的な推移(八戸特別地域気象観測所)

日最高気温	
	〈極値〉 むつ：日最高気温　35.3℃(2023年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(むつ特別地域気象観測所)の日最低気温は35.3℃(2023年)であることを確認した。

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)

日最大1時間降水量	
	〈極値〉 八戸：日最大1時間降水量　67.0mm/h(1969年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(八戸特別地域気象観測所)の日最大1時間降水量は67.0mm/h(1969年)であることを確認した。

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)

日最大1時間降水量	
	〈極値〉 むつ：日最大1時間降水量　55.5mm/h(2001年) 〈評価〉 変化傾向は見られない。 最寄りの気象官署(むつ特別地域気象観測所)の日最大1時間降水量は55.5mm/h(2001年)であることを確認した。

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)

森林火災影響評価の再評価について

本施設の森林火災影響評価について、森林火災シミュレーション解析コード(以下「FARSITE」という。)への入力条件に変更があることを確認したため、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(以下「外部火災影響評価ガイド」という。)に基づき再評価を実施した。

その結果、防火帯幅については既評価から変更はなく、火災到達時間については既評価よりも安全側となる結果であった。また、森林火災による防護対象施設への熱影響評価については、防護対象施設の安全機能を損なうことはないことを確認した。

FARSITE 入力データ、解析結果及び評価結果について、以下に示す。

1. FARSITE 入力データ

FARSITE による解析を行うため、FARSITE の入力データとなる土地利用データ、地形データ、植生データ、気象条件及び発火点を設定する。設定に当たっては、土地利用データ、地形データ、植生データを最新化するとともに、気象条件の最大風速及び風向が既評価から更新されたため、気象条件及び気象条件の風向を踏まえて設定する発火点について、以下の表 1 のとおり変更して評価を実施した。また、気象条件の風向を踏まえて設定した発火点を図 1 に示す。

表 1　FARSITE 入力データ(気象条件、発火点)

入力データ		変更前	変更後
気象条件	最高気温(℃)	36.7	変更なし
	最小湿度(%)	11	変更なし
	最大風速(m/s)	25.9	28.9
	風向	西北西、東南東	西北西、東
発火点	発火点①	(西北西) 吹越地区(約 10km)	変更なし
	発火点②	(東南東) 尾駮地区(約 2km)	(東) 尾駮地区(約 1.5km)

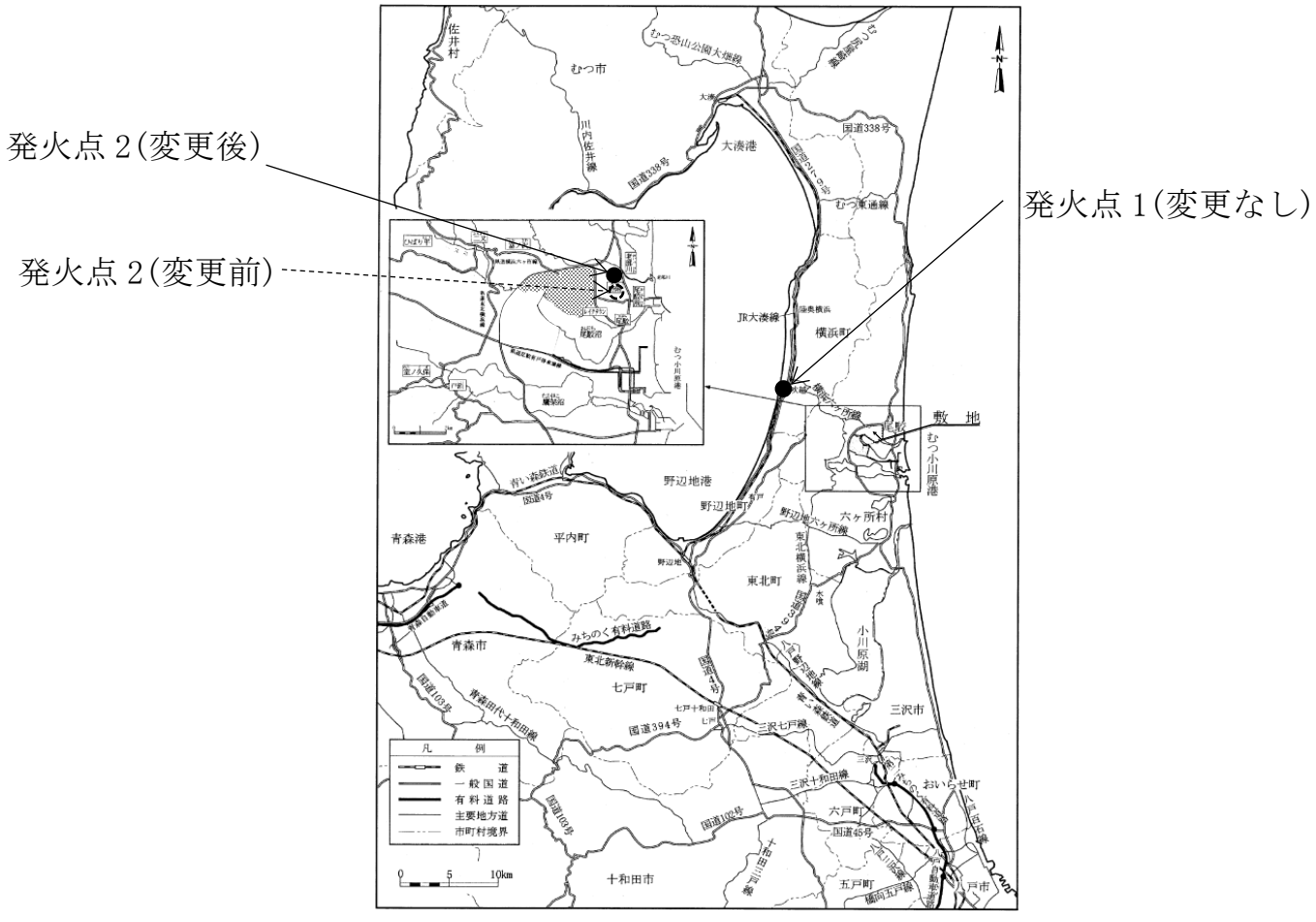


図 1　FARSITE 入力データ(発火点位置)

2.　FARSITE による解析結果

FARSITE による解析結果を表 2 に示す。解析結果より、最大火線強度は発火点 1 が最大、火炎の到達時間は発火点 2 が最短、最大反応強度は発火点 2 が最大となった。

表 2　FARSITE による解析結果

項目	内容	解析結果
最大火線強度	火線最前線の最大火線強度 (防火帯幅算出に用いる)	発火点 1(樹木無し)：5,137kW/m (樹木有り)：1,547kW/m 発火点 2(樹木無し)：4,077kW/m (樹木有り)：792kW/m
火炎の到達時間	発火から本施設敷地内に最も早く到達する時間	発火点 1：　17.3 時間 発火点 2：　2.3 時間
最大火線強度 (火炎長)	火炎最前線の最大反応強度 (熱影響評価に用いる)	発火点 1：　1,054kW/m² 発火点 2：　1,099kW/m²

3.　評価結果

FARSITE による解析結果を踏まえた防火帯幅の設定、火災到達時間の評価、熱影響評価の結果を以下に示す。

(1) 防火帯幅の設定

「2. FARSITE による解析結果」の表 2 に示す解析結果から、火線強度の最大値は、樹木無しの場合は「5,137kW/m」、樹木有りの場合「1,547kW/m」であり、外部火災影響評価ガイドに準拠し、評価上必要とされる防火帯幅については、表 3 より 17.4m、表 4 より 9.5m であるため、本施設の防火帯幅 20m 以上を確保する設計に変更は生じない。

表 3　風上に樹林が有る場合の火線強度と最小防火帯幅の関係

(火炎の防火帯突破確率 1%)

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

※「外部火災影響評価ガイド」より抜粋

表４　風上に樹林が無い場合の火線強度と最小防火帯幅の関係

（火炎の防火帯突破確率 1%）

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	6.2	6.4	6.7	7.1	7.4	7.8	9.5	11.3	13.1	14.8

※「外部火災影響評価ガイド」より抜粋

(2) 火災到達時間の評価

「2. FARSITE による解析結果」の表２に示す FARSITE による解析結果から、発火から防火帯に最も早く到達する時間は 2.3 時間で、既評価(1.2 時間)より安全側であり、森林火災が防火帯に到達するまでの間に自衛消防隊による消火活動が可能であることを確認した。

(3) 森林火災による外部火災防護対象施設への熱影響評価について

熱影響評価は、外部火災影響評価ガイドに準拠し、FARSITE による解析結果を用いて評価を実施する。本施設において、外部火災発生時に想定されるハザードとして、熱せられた UF_6 の圧力上昇によって発生する UF_6 を内包する設備及び機器からの漏えいがあることから、防護対象設備は UF_6 を内包する設備及び機器とし、それを収納する建屋を外部火災防護対象施設とする。なお、森林火災の評価においては、森林火災の火災最前線となる防火帯外側から最も距離が近い外部火災防護対象施設であるウラン貯蔵・廃棄物庫を対象として、熱影響評価を実施する。

a．　危険距離の算出

外部火災影響評価ガイドに準拠し、FARSITE の解析結果から算出される反応強度から求める輻射強度に基づき、外部火災防護対象施設への輻射強度を算出し、防火帯外側から最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫に対して危険距離を確認する。なお、離隔距離(L_i)は、本施設敷地内における最新の植生の状況を踏まえた防火帯外側からウラン貯蔵・廃棄物庫までの離隔距離(52m)とする。

(a) 火炎筒数の算出

以下の〔1〕式から火炎筒数を算出する。

$F = W/2R$　…〔1〕

ここで、

F：火炎筒数

W：火炎到達幅(m)

R：燃焼半径(m)

(b) 形態係数の算出

以下の〔2〕式から火炎筒の形態係数を算出する。

$$\phi_i = \frac{1}{\pi n}\tan^{-1}\left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}}\right) + \frac{m}{\pi}\left\{\frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}}\tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}}\right] - \frac{1}{n}\tan^{-1}\left[\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}}\right]\right\} \cdots〔2〕$$

ただし、$m = \frac{H}{R} \fallingdotseq 3$、$n = \frac{L_i}{R}$、$A = (1+n)^2 + m^2$、$B = (1-n)^2 + m^2$

ここで、

ϕ_i：形態係数

L_i：離隔距離(m)

H：火炎長(m)

R：燃焼半径(m)

各円筒火炎モデルの形態係数を合計した値を、防護対象施設に及

ぼす影響について考慮すべき形態係数ϕ_tとする。式を以下の〔3〕に示す。

$$\phi_t = \left(\phi_i + \phi_{i+1} + \phi_{i+2} \cdot \cdot \cdot \phi_{i+x}\right) \quad \cdots〔3〕$$

なお、i＋(i＋1)＋(i＋2)…＋(i＋X)の火炎モデル数の合計は F 個とする。

(c) 危険距離の評価

1) 受熱面の輻射強度を以下の〔4〕式により算出する。

$$E = Rf \times \phi_t \quad \cdots〔4〕$$

ここで、

E：輻射強度(W/m^2)

Rf：火炎輻射発散度(W/m^2)

ϕ_t：形態係数

2) 受熱面の輻射強度を積算し、外壁表面温度を算出する。なお、外壁表面温度算出の際は、コンクリート内部に向かう伝熱を考慮している。

3) 外壁表面温度が許容温度 200℃を超えない離隔距離を危険距離として算出する。

(d) 評価結果

外部火災防護対象施設のうち、防火帯外側から最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫に対する、森林火災発生時の熱影響を考慮した危険距離の算出結果を表 5 に示す。

危険距離(40m)は、防火帯外側からウラン貯蔵・廃棄物庫までの

離隔距離(52m)未満であることから、防護対象設備の安全機能を損なうことはないことを確認した。

表５　危険距離の算出結果

対象施設	防火帯外側からの距離 (m)	危険距離 (m)
ウラン貯蔵・廃棄物庫	52※1	40

※1：危険輻射強度 4.2kW/m^2(離隔距離 52m において外壁表面温度が 200℃に達する輻射強度)

b.　受熱面の輻射強度を用いた外壁表面温度の算出

外部火災防護対象施設のうち、防火帯外側から最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫に対し、森林火災からの火炎輻射の影響を受けた場合における外壁表面温度を算出し、許容温度以下であることを確認する。

(a) 外壁表面温度の算出方法

受熱面の輻射強度及び燃焼時間に基づき、外壁表面における燃焼時間及び燃焼時間内で一定の輻射強度を設定する。

外壁温度の時間変化は、表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する以下の〔5〕式に基づき算出する。

$$T=T_0+\frac{2\times E\times\sqrt{a\times t}}{\lambda}\times\left[\frac{1}{\sqrt{\pi}}\times exp\left(-\frac{x^2}{4\times a\times t}\right)-\frac{x}{2\times\sqrt{a\times t}}erfc\left(\frac{x}{2\times\sqrt{a\times t}}\right)\right] \quad \cdots〔5〕$$

ここで、

T：外壁温度(℃)

x：外壁表面からの深さ(m)

t：燃焼時間(s)

T_0：初期温度

E：輻射強度(W/m^2)

a：温度伝導率(m^2/s)($a=\lambda/(\rho\times C_P)$)

λ：コンクリート熱伝導率(W/m･k)

ρ：コンクリート密度(kg/m^3)

C_P：コンクリート比熱(J/(kg･K))

$erfc(x)=1-erf(x)$($erf(x)$：誤差関数)

外壁表面からの対流及び輻射による放熱は考慮せず、火炎からの輻射のエネルギーは全て建屋内面に向かう保守的な評価モデルとする。

したがって、最高温度の位置は外壁表面(x＝0m)となる。そこで〔5〕式の x をゼロとして、外壁の最高温度を以下の〔6〕式により算出する。

$$T_s = T_0 + \frac{2\times E\times\sqrt{\alpha\times t}}{\sqrt{\pi}\lambda} \quad \cdots〔6〕$$

ここで、

T_s：外壁表面温度(℃)

t：燃焼時間(s)

〔4〕、〔6〕式を解いて、外壁表面を含めた内部の温度分布および時間変化を算出し、外壁表面温度の時間変化を求める。計算条件を表 6 に示す。

表 6　本施設を対象とした熱影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50※1	℃
燃焼時間	t	116※2	s
コンクリート熱伝導率	λ	1.74※3	W/(m･K)
コンクリート密度	ρ	2100	kg/m^3
コンクリート比熱	C_P	963※3	J/(kg･K)

※1：昼間の火災を想定し保守的に設定

※2：FARSITE 解析で用いるメッシュのセル幅(10m)を解析結果の延焼速度(0.17m/min)で除して算出

※3：日本建築学会．原子炉建屋構造設計指針・同解説．1988

(b) 評価結果

外部火災防護対象施設のうち、防火帯外側から最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫の外への、森林火災の熱影響による外壁表面温度評価結果を表 7 に示す。

外壁表面温度(164℃)は、許容温度(200℃)未満であり、防護対象設備の安全機能を損なうことはないことを確認した。

表 7 森林火災の熱影響による外壁表面温度評価結果

対象施設	外壁表面温度 (℃)	コンクリート許容温度 (℃)
ウラン貯蔵・廃棄物庫	164	200

c.　防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器への熱影響評価

「3.b.(b)　評価結果」に示すとおり、外壁表面温度(164℃)は、許容温度(200℃)未満であり、建屋が健全であることは明確であるが、屋内に設置する UF_6 を内包する設備及び機器に影響がないことは明確になっていないため、建屋内部への熱影響評価を実施する。

(a) 有意な温度上昇がない外壁深さの算出

外壁内部の温度変化は、「b.　受熱面の輻射強度を用いた外壁表面温度の算出」に示す表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する式〔5〕に基づき算出し、外壁深さ(x)を変化させ、初期温度からの有意な温度上昇がない外壁深さを求める。

なお、受熱面の輻射強度の算出に使用する離隔距離は、防火帯外側からの距離が最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫の離隔距離(52m)を使用する。

(b) 評価結果

防護対象施設のうち最も建屋外壁の壁厚が薄い 2 号カスケード棟について、建屋内への熱影響を確認した結果、表 8 に示すとおり、2 号カスケード棟の壁厚 0.15m は、有意な温度上昇がない外壁深さ 0.21m より小さく、建屋内に熱影響が生じるおそれがあるが、火災発生時には建屋外壁への散水の措置を講じて熱影響を緩和するとともに、火災が本施設に影響を与えると判断された場合には、保安規定に基づき、2 号カスケード棟に設置するカスケード設備内の UF_6 を排気回収する措置を講ずることにより、カスケード棟内に UF_6 が存在しない状態となり、安全機能を損なうことはない。

なお、上記に示すとおり、火災到達時にカスケード棟内に UF_6 が存在することはないが、カスケード棟内に UF_6 が存在する場合にお

いても、2 号カスケード棟に設置するカスケード設備は壁面に直接触れていない、かつ大気圧以下の希薄な UF_6 ガスの取扱いのみであるため、内壁温度変化の熱影響により安全機能を損なうことはない。

また、2 号カスケード棟の次に壁厚が薄く、防火帯外側からの距離が最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫についても確認した結果、表 8 に示すとおり、建屋外壁の壁厚 0.40m は、有意な温度上昇がない外壁深さ 0.21m よりも大きく、火災継続時間内における建屋内の温度上昇はないことから、防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器が影響を受けることはなく、安全機能を損なうことはない。

なお、2 号カスケード棟からの UF_6 の排気先となる 2 号発回均質棟について確認した結果も同様であり、防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器が影響を受けることはなく、安全機能を損なうことはない。

表 8　防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器への熱影響評価結果

項目	有意な温度上昇がない 外壁深さ(m)	建屋外壁の壁厚(m)
森林火災	0.21	0.15※1 (2 号カスケード棟)
		0.40 (ウラン貯蔵・廃棄物庫)
		0.90 (2 号発回均質棟)

※1：外壁温度 52.1℃(外壁深さ 0.15m における計算結果)

(4) 森林火災と石油備蓄基地火災の重畳評価

熱影響評価は、防護対象施設のうち、防火帯外側及び石油備蓄基地からの離隔距離が最短となるウラン貯蔵・廃棄物庫を評価対象とし、森林火災の輻射強度に石油備蓄基地火災の輻射強度を合算し、外壁が許容温度(200℃)に達する危険輻射強度以下であることを確認する。なお、石油備蓄基地火災の熱影響評価については、既評価から変更がないため、既評価の結果を用いることとする。

石油備蓄基地火災と森林火災の重畳における熱影響評価結果を表9に示す。

評価結果より、森林火災及び石油備蓄基地火災の重畳時の輻射強度は、危険輻射強度以下となることから、防護対象設備の安全機能を損なうことはないことを確認した。

また、上記の重畳評価は外壁温度が初期温度である 50℃の状態から重畳時の輻射強度を与えて評価したものであり、石油備蓄基地火災の発生から一定時間経過後に森林火災が発生した場合を想定すると、約220℃に達する可能性があるが、火災発生時の消火(散水)活動の実施による外壁表面への熱影響の緩和等により、防護対象設備の安全機能を損なうことはない。

表9　石油備蓄基地火災と森林火災の重畳における熱影響評価結果

輻射強度 (kW/m^2)	危険輻射強度 (kW/m^2)
3.6※1	4.2※2

※1：石油備蓄基地火災の輻射強度(0.43kW/m^2)と森林火災の輻射強度(3.2kW/m^2)の合算値。
※2：輻射強度が石油備蓄基地火災よりも大きい森林火災における危険輻射強度を使用。

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)に基づき再評価を行ったところ、結果は 9.86×10^{-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。

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 10km 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

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

ここで、

Pc：対象施設への巡航中の航空機落下確率(回/年)

Nc：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)

$fc = G_C/H_C$：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]	11,740,093,990
P_V	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2001年～2020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(2001年～2020年)」(2023年3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：15/20＝0.75 米軍機　：4/20＝0.2
S_o 注2	自衛隊機：294,779 米軍機　：372,464
A	0.032
P_{so}	9.86×10^{-8}

注1：「航空機落下事故に関するデータ(2001年～2020年)」(2023年3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(2001年～2020年)」(2023年3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－訓練空域間を往復時の落下事故	
—	1.68×10^{-11}	—	9.86×10^{-8}	—	9.86×10^{-8}

防護対象施設に対する航空機墜落火災の再評価について

防護対象施設に対する航空機墜落火災の評価および航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設火災との重畳による熱影響評価について、別紙 3.1.1－2 の航空機落下確率評価の結果が既評価から増加している結果を踏まえると、火災の熱影響評価の条件となる離隔距離が短くなることが想定され、熱影響評価結果の外壁温度の上昇が懸念されることから、再評価を実施した。

その結果、航空機墜落火災については、既評価より外壁温度は上昇したが、防護対象施設の許容温度を満足していること及び防護対象施設内に設置する UF_6 を内包する設備及び機器に熱影響が生じないことを確認した。

また、航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設火災との重畳については、既評価より外壁温度が上昇し、防護対象施設の許容温度を上回るが、既評価の重畳火災のうち、最も厳しい評価結果で安全機能を損なわないことを示した森林火災と石油備蓄基地火災の重畳の評価結果を下回り、防護対象の安全機能を損なうことはないことを確認した。

評価に用いた数値及び評価結果について、以下に示す。

1.　評価に用いた数値

(1) 航空機墜落火災評価

a.　離隔距離の算出

航空機墜落地点は、外部火災影響評価ガイド及び航空機落下確率評価基準を参考として、防護対象施設ごとに墜落確率が 10^{-7} 回/年以上になる範囲のうち、防護対象施設への影響が最も厳しくなる地点(墜落確率が 10^{-7} 回/年となる地点)に設定する。

既許可と同様に、以下の式を用いて航空機落下確率が 10^{-7} 回/年に相当する標的面積を求め、航空機墜落地点と防護対象施設の距離を算出し、その距離のうち、最も短い距離を離隔距離とする。標的面積と防護対象施設の距離の関係図を図 1、航空機墜落地点と防護対象施設の距離及び離隔距離を表 1 に示す。

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

P_{so}：航空機落下確率(回/年)(＝10^{-7} 回/年)

f_{so}：単位年あたりの訓練空域外落下事故率(回/年)

(自衛隊機：15/20＝0.75 回/年)

(米軍機　：4/20＝0.2 回/年)

S_0：全国土面積から全国の陸上の訓練空域を除いた面積

(自衛隊機：294,779km^2)

(米軍機　：372,464km^2)

A：航空機落下確率の評価面積

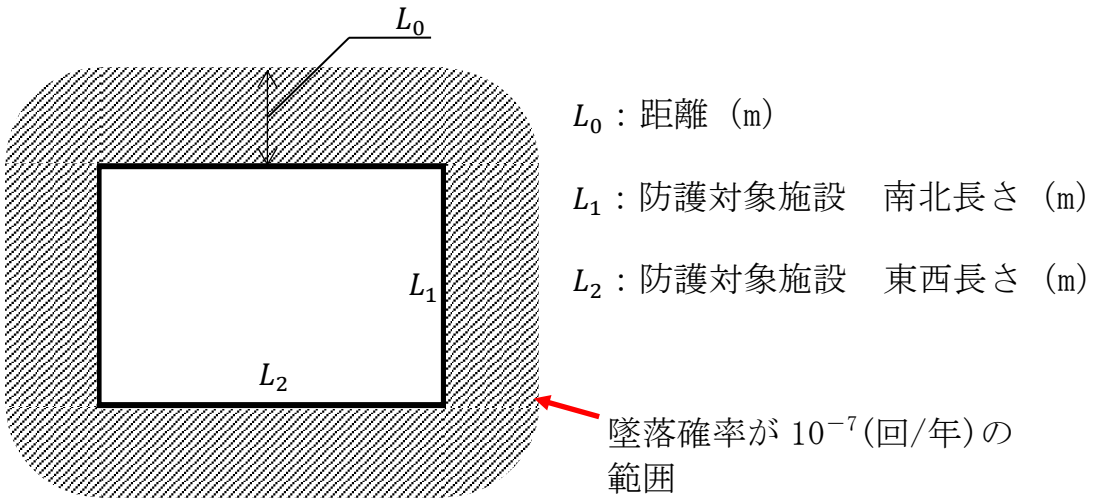


図1　標的面積と防護対象施設の距離の関係図

表１　航空機墜落地点と防護対象施設の距離及び離隔距離

防護対象施設	施設名称	長さ(m)		距離 (m) L_0	離隔距離 (m) L
		L_1	L_2		
UF_6を内包する設備及び機器を収納する建屋	1 号発回均質棟	125.65	32.4	52.7	50.8
	2 号発回均質棟	48.4	120.9	55.8	
	2 号カスケード棟	54.95	99.15	57.2	
	A ウラン貯蔵庫	96.4	68.4	52.3	
	Bウラン貯蔵庫	112.4	60.4	50.8	
	ウラン貯蔵・廃棄物庫	112.4	60.4	50.8	

b.　輻射強度の算出

輻射強度は、外部火災影響評価ガイドに準拠し、以下の式より算出する。航空機燃料の輻射発散度については、既許可と同様に物性値の近いガソリン・ナフサの値(58000W/m^2)を用いる。

$E = \mathrm{R}f \cdot \phi$

ここで、

E：輻射強度(W/m^2)

$\mathrm{R}f$：輻射発散度(W/m^2)

ϕ：形態係数

なお、形態係数は、外部火災影響評価ガイドを参考として以下の前提に基づき、既許可と同様に以下の式により、形態係数を算出する。

（イ） 航空機墜落による火災は、墜落の状況によって様々な燃焼範囲の形状が想定されるが、円筒火災を生ずるものとする。

（ロ）燃焼面積は、航空機の投影面積と等価な円を仮定する。

$$\phi = \frac{1}{\pi m}\tan^{-1}\left(\frac{m}{\sqrt{n^2-1}}\right) + \frac{m}{\pi}\left\{\frac{(A-2n)}{n\sqrt{AB}}\tan^{-1}\left(\sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}}\right) - \frac{1}{n}\tan^{-1}\left(\sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}}\right)\right\}$$

ただし　$m = \frac{H}{R} = 3$、　$n = \frac{L}{R}$、　$A = (1+n)^2 + m^2$、　$B = (1-n)^2 + m^2$

ここで、

ϕ：形態係数

L：離隔距離(m)

H：火炎の高さ(m)

R：燃焼半径(m)

c. 防護対象施設への熱影響評価

防護対象施設への熱影響評価は、既許可と同様に選定した航空機(F－2)を対象とし、墜落による火災が発生した時間から燃料が燃え尽きるまでの間、防護対象施設に対して一定の輻射強度を与えるものとして評価する。

評価内容としては、防護対象施設の外壁表面温度がコンクリートの許容温度(200℃)以下であることを確認する。

(a) 輻射強度を用いた受熱面の外壁温度の算出

外壁温度の時間変化は、表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する以下の式に基づき算出する。

$$T = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\lambda} \times \left\{ \frac{1}{\sqrt{\pi}} \times \exp\left(-\frac{x^2}{4 \times \alpha \times t} \right) - \frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} erfc\left(\frac{x}{2 \times \sqrt{\alpha \times t}} \right) \right\}$$

ここで、

T：外壁温度(℃)

x：外壁表面からの深さ(m)

t：燃焼時間(s)

T_0：初期温度(℃)

E：輻射強度(W/m^2)

α：温度伝導率(m^2/s)($\alpha = \lambda/(\rho \times c)$)

λ：コンクリート熱伝導率(W/m･K)

ρ：コンクリート密度(kg/m^3)

c：コンクリート比熱(J/kg･K)

$erfc(x) = 1 - erf(x)$($erf(x)$：誤差関数)

外壁表面からの対流及び輻射放熱は考慮せず、火炎からの輻射の

エネルギーは全て建屋内面に向かう保守的な評価モデルとする。したがって、最高温度の位置は外壁表面(x＝0m)となる。そこで上式のｘをゼロとして、外壁の最高温度を以下の式により算出する。計算条件を表２に示す。

$$T_s = T_0 + \frac{2 \times E \times \sqrt{\alpha \times t}}{\sqrt{\pi}\lambda}$$

ここで、

T_S：外壁表面温度(℃)

t：燃焼時間(s)

T_0：初期温度(℃)

E：輻射強度(W/m^2)

α：温度伝導率(m^2/s)($\alpha = \lambda/(\rho \times c)$)

λ：コンクリート熱伝導率(W/m･K)

表2　防護対象施設の外壁を対象とした影響評価の計算条件

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50※1	℃
燃焼時間	T	1180	s
輻射強度	E	1.514	kW/m^2
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/m･K
コンクリート密度	ρ	2100	kg/m^3
コンクリート比熱	c	963	J/kg･K

※1：昼間の火災の発生を想定し保守的に設定

d.　防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器への熱影響評価

防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器への熱影響評価は、防護対象施設の屋内に設置する UF_6 を内包する設備及び機器に影響がないことを確認する。また、既許可と同様に防護対象施設のうち最も

壁厚が薄い2号カスケード棟を対象に評価する。

評価内容としては、火災継続時間内において、有意な温度上昇がない外壁表面からの深さ(以下「外壁深さ」という。)が、評価対象建屋(2号カスケード棟)の壁厚0.15m以下であることを確認する。

(a) 有意な温度上昇がない外壁深さの算出

外壁内部の温度変化は、「c.　防護対象施設への熱影響評価」に示す表面熱流束一定の半無限固体の熱伝導に関する式に基づき算出し、外壁深さ(x)を変化させ、初期温度からの有意な温度上昇がない外壁深さを求める。

(2) 航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設火災との重畳評価

既許可と同様に本施設の屋外危険物貯蔵施設へ航空機が直接墜落することにより火災に至ることを想定した熱影響評価を実施し、防護対象施設が安全機能を損なわないことを確認する。

熱影響評価については、航空機墜落火災の燃焼時間と屋外危険物貯蔵施設の燃焼時間を考慮し、第一段階として屋外危険物貯蔵施設と航空機の火災が発生している段階、第二段階として第一段階後に継続して屋外危険物貯蔵施設の火災が生じている状況を想定する。第一段階における計算条件を表 3、第二段階における計算条件を表 4 に示す。なお、評価式については先に示した「(1)c. 防護対象施設への熱影響評価」における表面熱流速一定の半無限固体の熱伝導に関する式の χ をゼロとした式を使用する。

表3 防護対象施設の外壁を対象とした影響評価の計算条件(第一段階)

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	50※1	℃
燃焼時間	T	1180	s
輻射強度	E	2.587※2	kW/m^2
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/m･K
コンクリート密度	ρ	2100	kg/m^3
コンクリート比熱	c	963	J/kg･K

※1：昼間の火災の発生を想定し保守的に設定

※2：航空機墜落火災の輻射強度と屋外危険物貯蔵施設の火災の輻射強度の合算値

表4　防護対象施設の外壁を対象とした影響評価の計算条件(第二段階)

項目	記号	数値	単位
初期温度	T_0	103.5※1	℃
燃焼時間	T	27780※2	s
輻射強度	E	1.073※3	kW/m^2
コンクリート熱伝導率	λ	1.74	W/m･K
コンクリート密度	ρ	2100	kg/m^3
コンクリート比熱	c	963	J/kg･K

※1：第一段階において算出された外壁温度を初期温度として設定

※2：第一段階の燃焼時間経過後の屋外危険物貯蔵施設の火災の燃焼時間

※3：屋外危険物貯蔵施設の火災のみの輻射強度

2.　評価結果

航空機墜落火災及び航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設の火災の重畳の熱影響評価結果を表5に示す。評価の結果、航空機墜落火災については、防護対象施設の許容温度を下回る結果が得られたことから、防護対象施設の安全機能を損なうことはない。

また、既評価と同様に航空機墜落火災発生時の防護対象施設の外壁内部への熱影響を確認した結果、表6に示すとおり、既評価の評価対象建屋(2号カスケード棟)の壁厚0.15mに対して0.10mであり、有意な温度上昇がない外壁深さよりも十分に大きく、火災継続時間内における防護対象施設内の温度上昇はないことから、防護対象施設内に設置するUF_6を内包する設備及び機器が影響を受けることはない。

航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設の火災の重畳については、表5に示すとおり、許容温度を上回るが、既評価のうち、最も厳しい評価結果

で安全機能を損なわないことを示した森林火災と石油備蓄基地火災の重畳の評価結果で示すとおり、この許容温度は保守的に設定した値(温度上昇とともにコンクリートの圧縮強度の低下が始まる温度(高温時のコンクリート圧縮強度に関するデータを整理した結果によると、コンクリートは 200℃から 300℃の温度領域においても短期許容応力度に相当する常温時の強度の 2/3 以上を保持する。))であり、一時的に外壁表面が許容温度を超えたとしても、直ちに許容温度を超えた範囲の強度が大きく低下することはなく、建屋外壁が急激な損傷に至ることはない。

加えて、火災発生時の消火(散水)活動により、外壁表面の熱影響を緩和することが可能であることから、航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設の火災の重畳により、防護対象施設の安全機能を損なうことはない。

表 5　航空機墜落火災及び航空機墜落火災と
屋外危険物貯蔵施設の火災の重畳の熱影響評価結果

項目	評価結果(℃)	許容温度(℃)
航空機墜落火災	81.3	200
航空機墜落火災と屋外危険物貯蔵施設の火災の重畳	211	

表 6　防護対象施設内の UF_6 を内包する設備及び機器への熱影響評価結果

項目	有意な温度上昇がない外壁深さ(m)	建屋外壁の壁厚(m)
航空機墜落火災	0.10	0.15 (2 号カスケード棟)

防護対象施設に対する火山影響評価について

防護対象施設に対する火山影響評価については、本施設において考慮すべき事象(降下火砕物)及び評価条件となる密度と層厚の値に変更はないが、安全性向上のための自主的な確認として、本施設の敷地に隣接し、安全上重要な施設を有する当社再処理施設の評価条件を用いて、建物の構造健全性の確認を実施し、問題がないことを確認した。

評価対象、評価の基本方針、評価方法及び評価結果を以下に示す。

1. 評価対象

検討対象は既評価に基づき、UF_6 を内包する設備及び機器を収納する建屋(1 号発回均質棟、2 号発回均質棟、2 号カスケード棟、A ウラン貯蔵庫、B ウラン貯蔵庫及びウラン貯蔵・廃棄物庫)のうち、以下の 4 建屋(以下「対象建屋」という。)とする。

なお、2 号カスケード棟については、火山事象が予想される場合において、カスケード設備内の UF_6 を 2 号発回均質棟内のケミカルトラップへ排気回収することから、本評価の対象外とする。

- 1 号発回均質棟
- 2 号発回均質棟
- A ウラン貯蔵庫
- B ウラン貯蔵庫及びウラン貯蔵・廃棄物庫(B ウラン貯蔵庫と一体構造のため、以下「ウラン貯蔵・廃棄物庫」という。)

2.　基本方針

(1) 強度評価方針

対象建屋の強度評価は、「3.(3)b.　荷重の組合せ」に示す荷重及びその組合せに対し、建屋の評価対象部位ごとに設定した許容限界を満足することにより確認する。

対象建屋の設計荷重に対する強度評価のフローを図1に示す。

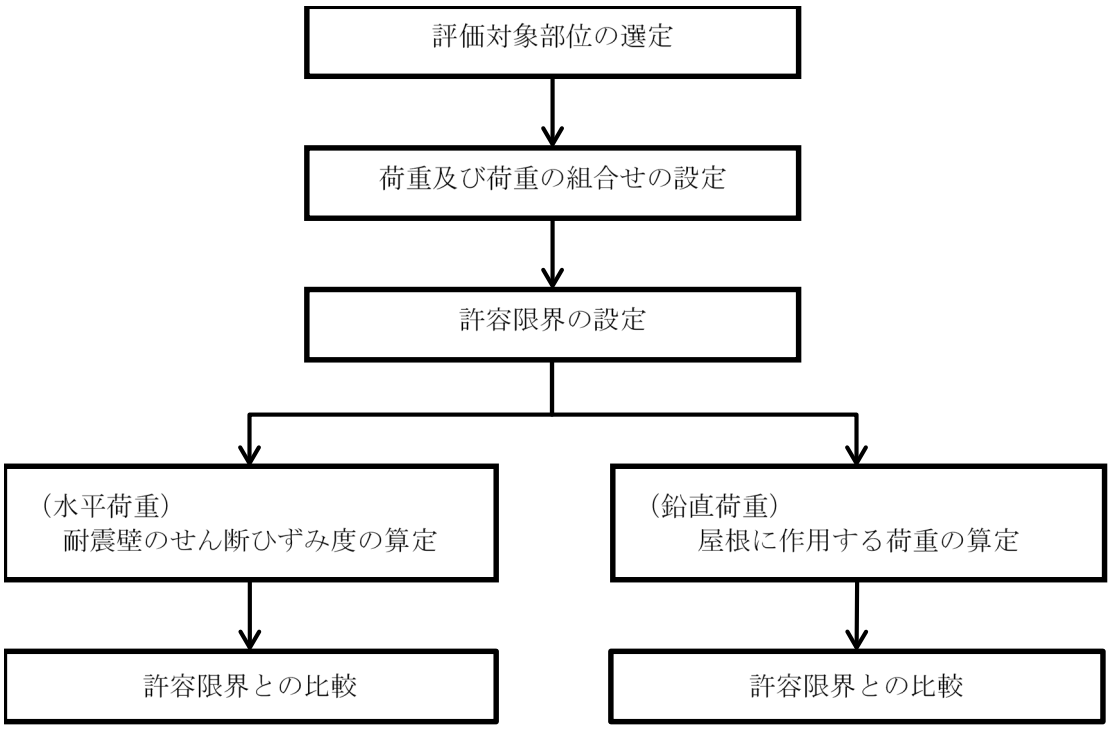


図1　設計荷重に対する強度評価のフロー

3.　強度評価方法

(1) 記号の定義

対象建屋の強度評価に用いる記号を表－1 に示す。

表－1　強度評価に用いる記号

記号	定義
A	風の受圧面積(風向に垂直な面に投影した面積)
C	風力係数
E	建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値
E_{r}	建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表す係数
F_{d}	常時作用する荷重 (自重及び雪荷重を含む長期荷重)
F_{v}	降下火砕物の堆積による鉛直荷重
G	ガスト影響係数
H	全高
P_{A}	設計時長期荷重 (自重及び雪荷重を含む長期荷重)
P_{B}	常時作用する荷重及び降下火砕物の堆積による鉛直荷重の和 $P_{\mathrm{B}}=F_{\mathrm{d}}+F_{\mathrm{V}}$
P_{C}	P_{A}に対するP_{B}の比　$P_{\mathrm{C}}=P_{\mathrm{B}}/P_{\mathrm{A}}$
q	設計用速度圧
V_{D}	基準風速
W	風荷重
Z_{G}	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に揚げる数字
α	地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に揚げる数字

(2) 評価対象部位

降下火砕物の堆積による鉛直荷重は、降下火砕物が堆積する屋根スラブがこれを負担する。また、風荷重による水平荷重は、屋根及び外壁に作用し、耐震壁がこれを負担する。

このことから、降下火砕物の堆積による鉛直荷重については、各建屋で短辺方向のスパンが最も長い屋根スラブを、風荷重による水平荷重については耐震壁を評価対象部位とする。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを以下に示す。

この他、降下火砕物のうち粒子の衝突の影響については、本施設に到達する降下火砕物の大部分が微小な粒子であり、また、砂よりも硬度が小さいことから、通常の衝突により影響を受ける可能性は小さい。

そのため、防護対象施設の構造健全性を損なう可能性は小さく、粒子の衝突の影響は設計上考慮しない。なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の影響に包絡される。

a． 荷重の設定

各荷重の設定の考え方は以下のとおりである。

(a) 常時作用する荷重(F_d)

常時作用する荷重は、自重、積載荷重及び積雪荷重を考慮する。本施設に想定される量の降下火砕物の堆積をもたらすような火山事象は極めて稀な事象であることから、考慮する雪荷重については、最深積雪(190cm)ではなく、建築基準法上の積雪深(150cm)による積雪荷重を用いる。

(b) 降下火砕物の堆積による鉛直荷重(F_v)

降下火砕物の堆積による鉛直荷重は、降下火砕物の密度を1.3g/cm^3(湿潤状態、降下火砕物の層厚 1cm 当たり 130N/m^2)、堆積厚さを55cmとし、単位面積当たりの鉛直荷重を7150N/m^{2}とする。

(c) 風荷重(W)

風荷重は、建屋の形状を考慮して算出した風力係数※1及び受圧面積※2に基づき次式により算定する。

$$W = q \times C^{※1} \times A^{※2}$$

ここで、

$$q = 0.6 \times E \times {V_D}^2$$

$$E = {E_r}^2 \times G$$

$$E_r = 1.7 \times (H/Z_G)^{\alpha}$$

$$V_D = 34$$

※1：風力係数は、「建築基準法・同施行令」に基づき算定する。

※2：受圧面積は、風圧を受ける面積としてパラペット等を含む高さ及び幅により算定する。

ｂ．　荷重の組合せ

対象建屋の強度評価に用いる荷重の組合せを表－2 に示す。

表－2　荷重の組合せ

荷重の種類	評価対象部位	荷重の組合せ
鉛直荷重	屋根スラブ	P_{B}
水平荷重	耐震壁	$P_{\mathrm{B}} + W$

（注）鉛直上向きの風荷重は考慮しない。

(4) 許容限界

許容限界は、建屋の評価対象部位ごとに表－3 に示すように設定する。

屋根スラブの許容限界は、建築基準法に基づき、各素材の許容応力度とする。

耐震壁の許容限界は、原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601－1987)に示される方法で算定した鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の第一折れ点に相当するせん断ひずみ度とする。

表－3　評価対象部位ごとの許容限界

評価対象部位	許容限界
屋根スラブ	鉄筋及びコンクリートの許容応力度、鉄筋のコンクリートの許容付着応力度
耐震壁	耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ度関係の第一折れ点に相当するせん断ひずみ度

(5) 強度評価方法

a． 屋根スラブに対する強度評価

屋根スラブの強度評価は、各建屋で短辺方向のスパンが最も長い屋根スラブを対象に、降下火砕物等堆積時の荷重に対する一方向版による応力を算定し、曲げ・せん断・付着に対する断面評価を行う。「3.(3)b. 荷重の組合せ」に示す荷重による応力度が、許容限界とする鉄筋及びコンクリートの許容応力度、鉄筋コンクリートの許容付着応力度以下(最大検定比が 1.0 以下)であることを確認する。

なお、鉄筋及びコンクリートの許容応力度、鉄筋コンクリートの許容付着応力度は表 3－1～表 3－3 のとおりである。また、降下火砕物が長期的に堆積しないよう降下火砕物の除去作業を適切に行うことから、降下火砕物による荷重は短期に生じる荷重として評価する。

表3－1　コンクリートの許容応力度

(単位：N/mm^2)

種別	長期			短期		
普通コンクリート	圧縮	引張	せん断	圧縮	引張	せん断
F_C＝23.5N/mm^2	7.8	－	0.73	15.6	－	1.09

(「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」による)

表3－2　鉄筋の許容応力度

（単位：N/mm^2）

種別	鉄筋径	長期		短期	
		引張及び圧縮	せん断補強	引張及び圧縮	せん断補強
SD345	D29未満	220	200	345	345
	D29以上	200			

（「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」による）

表3－3　鉄筋コンクリートに対する許容付着応力度

（単位：N/mm^2）

種別	長期		短期	
	上端筋	その他の鉄筋	上端筋	その他の鉄筋
異形鉄筋	1.5	2.2	2.2	3.3

（「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(1999)」による）

b．　耐震壁に対する強度評価

耐震壁の強度評価は、「3.(3)b. 荷重の組合せ」に示す荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみ度が許容限界以下であることを確認する。

4.　強度評価結果

(1) 屋根スラブに対する強度評価

屋根スラブの強度評価の結果、表 4－1 に示すとおり、いずれも許容限界以下(最大検定比が 1.0 以下)であることを確認した。

表4－1　屋根スラブに対する降下火砕物の堆積時の強度評価結果

建屋	最大検定比			判定
	曲げ	せん断	付着	
1号発回均質棟	0.03	0.09	0.05	良
2号発回均質棟	0.03	0.09	0.05	良
Aウラン貯蔵庫	0.27	0.23	0.22	良
ウラン貯蔵・廃棄物庫	0.27	0.23	0.22	良

(2) 耐震壁に対する強度評価

耐震壁の強度評価の結果、表－5 に示す風荷重の算定条件を用いて算出した表－6 に示す風荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみ度は、表－7 に示すとおり許容限界以下であることを確認した。

表－5　風荷重の算定条件

	基準風速 V_D (m/s)	全高 H (m)	Z_G (m)	α	ガスト影響係数 G	設計用速度圧 q (N/m^2)
1 号発回均質棟	34	7.925	350	0.15	2.200	1415
2 号発回均質棟	34	8.670	350	0.15	2.200	1454
A ウラン貯蔵庫	34	9.550	350	0.15	2.200	1495
ウラン貯蔵・廃棄物庫	34	9.550	350	0.15	2.200	1495

表－6　風荷重

	方向	階	風力係数 C	受圧面積 A (m^2)	風荷重 W (×10^{3}kN)
1 号発回均質棟	EW	1	1.222	1092.1	1.89
	NS	1	1.222	285.5	0.50
2 号発回均質棟	EW	1	1.229	472.4	0.85
	NS	1	1.229	1178.5	2.11
A ウラン貯蔵庫	EW	1	1.221	1006.8	1.84
	NS	1	1.221	716.1	1.31
ウラン貯蔵・廃棄物庫	EW	1	1.221	1173.7	2.15
	NS	1	1.221	1278.7	2.34

表－7　耐震壁に対する降下火砕物の堆積時の強度評価結果

	方向	階	せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)	判定
1 号発回均質棟	EW	1	0.002	0.194	良
	NS	1	0.0003	0.194	良
2 号発回均質棟	EW	1	0.0003	0.190	良
	NS	1	0.001	0.190	良
A ウラン貯蔵庫	EW	1	0.004	0.209	良
	NS	1	0.001	0.209	良
ウラン貯蔵・廃棄物庫	EW	1	0.002	0.181	良
	NS	1	0.002	0.188	良

3.1.2.　決定論的安全評価

3.1.2.1.　概要

評価時点における本施設の決定論的安全評価について、最新の事業変更許可を受けた「1.6.　法令への適合性の確認のための安全性評価結果」に示す評価への影響を評価し、その見直しの要否を確認する。

なお、今回の安全性向上評価では、新規制基準への適合、新型遠心機等に係る事業変更許可(2017 年 5 月 17 日)時点の決定論的安全評価から評価時点となる定期事業者検査終了日(2024 年 3 月 14 日)までの期間を評価の対象とした。

3.1.2.2.　確認方法

決定論的安全評価においては、事業変更許可申請書の「周辺監視区域の外における実効線量の算定の条件及び結果」、「設計基準事故　事故に対処するために必要な施設並びに発生すると想定される事故の程度及び影響の評価を行うために設定した条件及びその評価の結果」及び「重大事故に至るおそれがある事故　事故に対処するために必要な施設及び体制並びに発生すると想定される事故の程度及び影響の評価を行うために設定した条件及びその評価の結果」に記載されている設備を前提に評価を行っている。

したがって、安全評価の前提となっている設備の変更状況を踏まえるとともに、自主的に講じた措置、定期事業者検査で確認された本施設の性能及び評価手法に係る最新知見を踏まえ、影響を評価し、決定論的安全評価の見直しの要否を確認する。また、上記の評価のうち「周辺監視区域の外における実効線量の算定の条件及び結果」については、評価に解析コードを用いているため、評価期間における当該解析コードの更新・不

具合情報による影響を評価し、決定論的安全評価の見直しの要否を確認する。

3.1.2.3.　確認結果

3.1.2.3.1.　設備に関する確認結果

安全評価の前提となっている設備を変更する工事等を実施する場合は、「加工施設　施設管理要領」に基づき、設計又は工事を主管する箇所の長が改造計画書又は新増設計画書を策定し、事業許可申請書の変更申請等の要否を確認している。

確認の結果、「3.1.2.1.　概要」に示す評価対象期間において、「1.6. 法令への適合性の確認のための安全性評価結果」に示す評価に影響を与える設備の変更がなかったことを確認した。

3.1.2.3.2.　保安活動の実施状況

「2.2.1.　保安活動の実施状況」に示すように、前回の定期安全レビューの翌日(2021年4月1日)以降に実施した保安活動の改善状況を調査している。それらを踏まえて、保安活動の改善状況が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。保安活動においては、「2.2.1.　保安活動の実施状況」に示すとおり、体制、教育、社内標準類等の見直しに係る運用の改善、設備の改造や資機材の追加等に係る設備の改善を実施しているが、事業許可申請書の変更申請等を伴う施設の変更、決定論的安全評価に係る施設の運用や性能へ影響を与える変更等はなく、決定論的安全評価の見直しが不要であることを確認した。

3.1.2.3.3.　国内外の最新の科学的知見及び技術的知見

「2.2.2.　国内外の最新の科学的知見及び技術的知見」に示すように国内外の最新の科学的知見及び技術的知見の収集、分析、抽出を行っている。それらを踏まえて、国内外の最新の科学的知見及び技術的知見が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。下記に示すように、国内外の最新の科学的知見及び技術的知見は決定論的安全評価に影響を及ぼさないこと、決定論的安全評価に係る反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

(1) 安全に係る研究

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」の安全に係る研究に関する最新知見は、航空機落下事故に関するデータであり、これに基づく落下確率の再評価を実施しているが、「1.6.　法令への適合性の確認のための安全性評価結果」に示す評価に係るものではなく、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

(2) 国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」の国内外の原子力施設の運転経験から得られた教訓に関する最新知見については、既に社内標準類等へ反映済みであり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

(3) 国内外の基準等

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」の国内外の基準等に関する最新知見については、既に社内標準類等へ反映済みであり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

(4) 国際機関及び国内外の学会等の情報

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」の国際機関及び国内外の学会等の情報に関する最新知見については、既に社内標準類等へ反映済みであり、決定論的安全評価に反映が必要な最新知見は抽出されなかったことを確認した。

(5) メーカからの提案

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」のメーカからの提案に関する最新知見は、「1.6.　法令への適合性の確認のための安全性評価結果」に示す評価条件、評価結果の見直しが必要なものではなく、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

(6) その他の新知見情報

「2.2.2.2.　安全性向上に資する新知見情報」のその他の新知見情報に関する最新知見については、「3.1.1.　内部事象及び外部事象に係る評価」において、事業変更許可申請書の見直しが不要であることの確認を実施しており、決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

3.1.2.3.4.　設備・機器の性能

「2.2.1.3.　施設管理」に示すように施設管理に係る仕組み及び設備について、保安活動が適切で有効に機能していること及び施設定期自主検査等において決定論的安全評価に係る施設の性能の確認が実施され、性能が維持されていることから、決定論的安全評価の見直しが不要であることを確認した。

3.1.2.3.5.　解析コード

第 3.1.2－1 表に示す決定論的安全評価で使用している解析コードについて、米国原子力規制委員会(NRC)が保有する情報(ADAMS(Agencywide Documents Access and Management System))及びコード開発元の情報を基に、更新・不具合情報の収集を行い、更新・不具合情報が決定論的安全評価に及ぼす影響を確認した。第 3.1.2－2 表に示すように、解析コードの更新・不具合情報が決定論的安全評価に影響を及ぼさないことを確認した。

3.1.2.4.　まとめ

「3.1.2.3.　確認結果」に示すとおり、「3.1.2.1.　概要」に示す評価対象期間において、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」に示す評価への影響はなかったため、見直しは必要とはならない。

第 3.1.2－1 表　決定論的安全評価で使用している解析コード

解析コード名	解析コードの評価対象	コード開発元
ORIGEN2.1	平常時 (直接線及びスカイシャイン線による公衆の被ばく線量評価)	米国オークリッジ国立研究所 (ORNL)
ANISN－W		
QAD－CGGP2R		日本原子力研究開発機構 ((財)高度情報科学研究機構)
SCATTERING		三菱重工業

第 3.1.2－2 表　解析コードの更新・不具合情報による

決定論的安全評価への影響

解析コード名	分類	現状の決定論的安全評価の妥当性	決定論的安全評価に及ぼす影響
ORIGEN2.1	コードエラー（アウトプットエラー）	○	核分裂生成物の質量に関するエラーであり、本施設において核分裂生成物の取扱いはなく、決定論的安全評価に影響を及ぼさない。

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

「加工施設及び再処理施設の安全性向上評価に関する運用ガイド」及びIAEA安全ガイド「Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants」(No.SSG－25)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。)を参考として、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。

なお、「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評価時期から10年を超えない期間を目途に本評価を行うこととし、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安全ガイドを参照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・改善の余地が見込まれる所見への分類

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、長時間を要する。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 評価時期から 10 年を超えない期間で評価を実施する。

(1) 安全因子の傾向把握

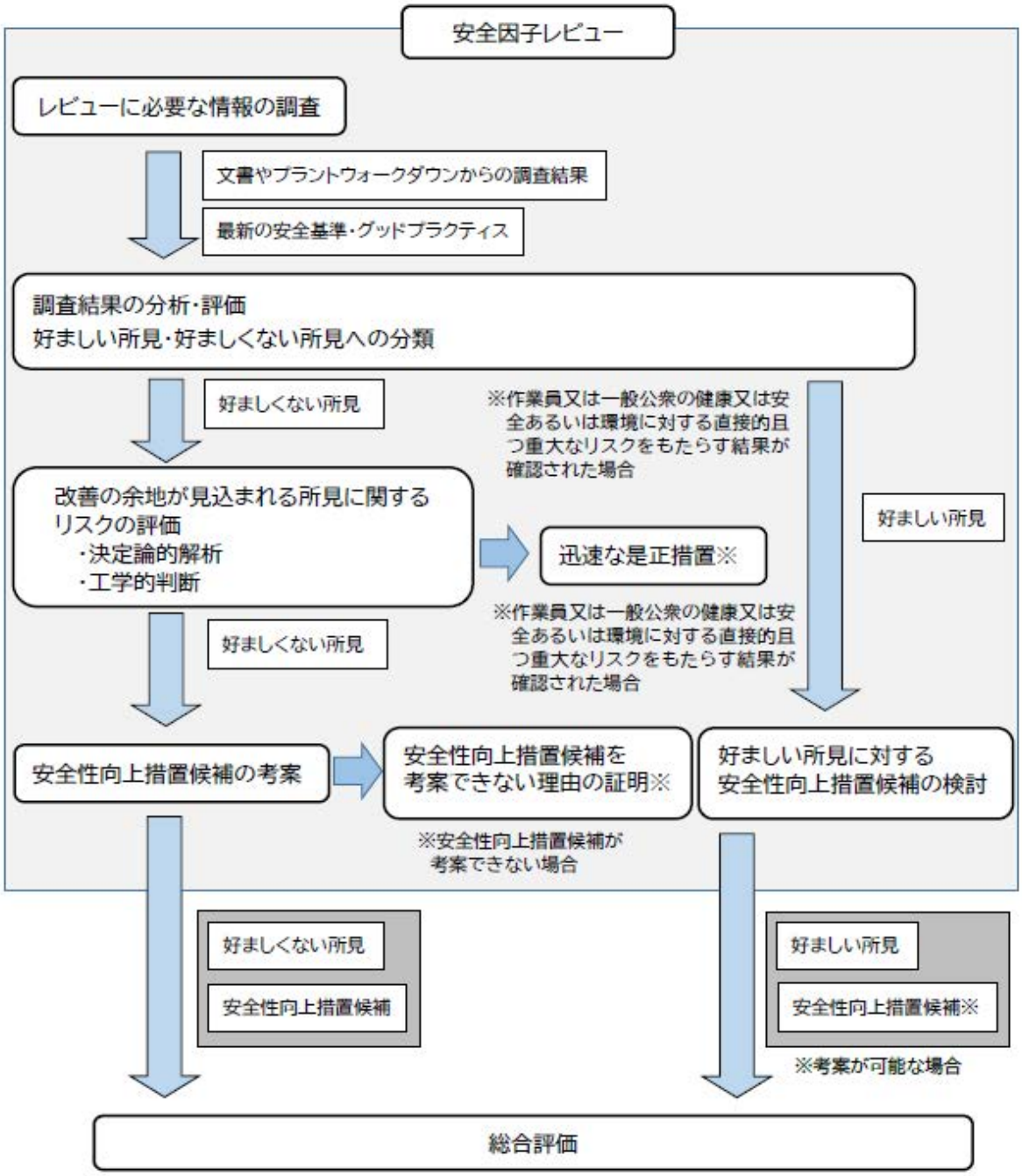
第 3.2－1 表に示すとおり、13 の安全因子のレビュー項目と本届出書にて関連する箇所の調査・評価が行われている事項が存在する。安全因子のうち、新規制基準の導入後の再稼働に伴って安全因子に係る管理方法等が大きく変化し、中長期的な傾向を把握できるまでの実績がないため、安全因子ごとの評価が難しいものがある。そのため、中長期の傾向把握をするための実績を重ねる。

(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。

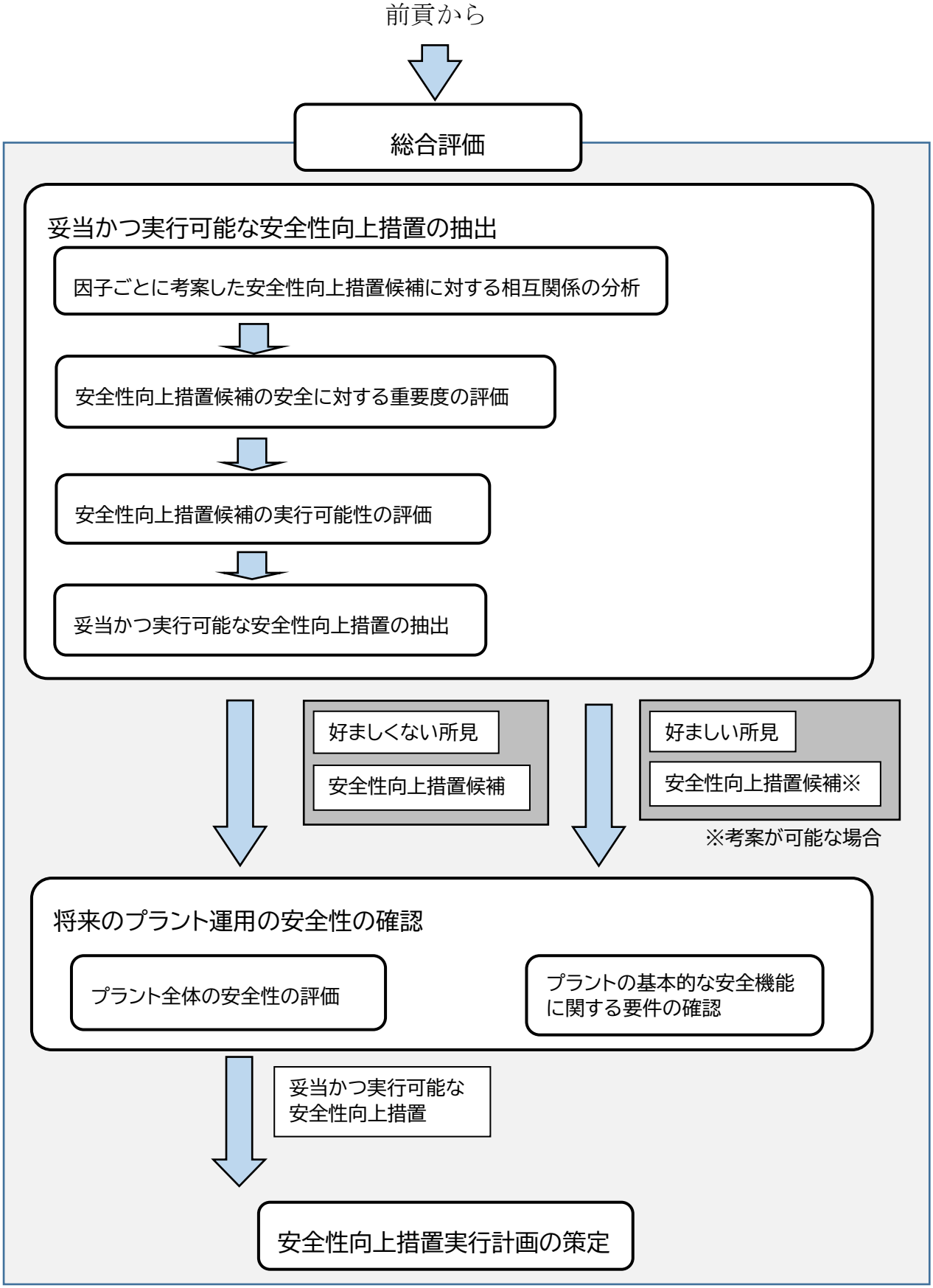
第 3.2－1 表　安全因子のレビュー項目と本届出書の関連箇所

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)