

## 【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外他 05 R 1
提出年月日	令和 4 年 3 月 30 日

### 設工認に係る補足説明資料

#### 外気温度の設定について

1. 文章中の下線部は，R0 から R1 への変更箇所を示す。
2. 本資料（R1）は，令和 4 年 3 月 11 日に提示した「外気温度の設定について R0」に対し，記載の適正化及び評価に関する記載事項を拡充し，内容を見直したものである。

## 目 次

1. 概要	1
2. 凍結に対する考慮	1
3. 高温に対する考慮	2
3.1 外部事象防護対象施設に対して設定する設計外気温	2
3.2 個別施設に対する安全評価に係る外気温度の取り扱い	3
4. 比較的短期での気象変動に対する考慮	5

## 1. 概要

本資料は、再処理施設及びMOX燃料加工施設に対する第1回申請のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

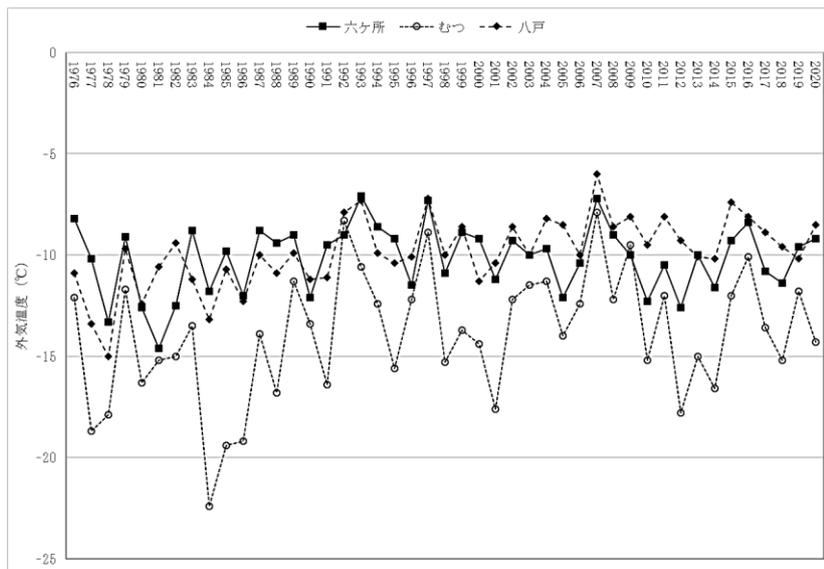
- ・再処理施設 添付書類「VI-1-1-1-1 自然現象等への配慮に関する説明書」
- ・MOX燃料加工施設 添付書類「V-1-1-1-1 自然現象等への配慮に関する説明書」

上記添付書類において、想定される自然現象として凍結及び高温を挙げ、それぞれに対する考慮として、敷地周辺で観測された年間を通じての気温変動を参考に設定する設計外気温に対し、外部事象防護対象施設が安全機能を損なわない設計としている。

本資料は、想定する凍結及び高温について、具体的な設計外気温の設定方法について補足説明するものである。

## 2. 凍結に対する考慮

凍結に関しては、敷地周辺の気象観測所の観測記録を適切に考慮する。むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最低気温の推移(統計期間1976年～2020年)を第2-1図に示す。



第2-1図 各観測所における日最低気温の推移

むつ特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と比較すると全体的に低い側で推移しており、平均で $-3.7^{\circ}\text{C}$ 、最大で $-10.6^{\circ}\text{C}$ (1984年)の差である。

一方、八戸特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値に近似しており、その差は平均で $0.4^{\circ}\text{C}$ 、最大で $4^{\circ}\text{C}$ (1981年)と小さい。

上記のとおり、むつ特別地域気象観測所の観測値を用いた場合には過度に保守的で敷地の実際の状況を反映したものではないため、凍結に対する考慮として設定する温度条件は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似している八戸特別地域気象観測所の観測値を再処理事業所における最低気温として設定する。

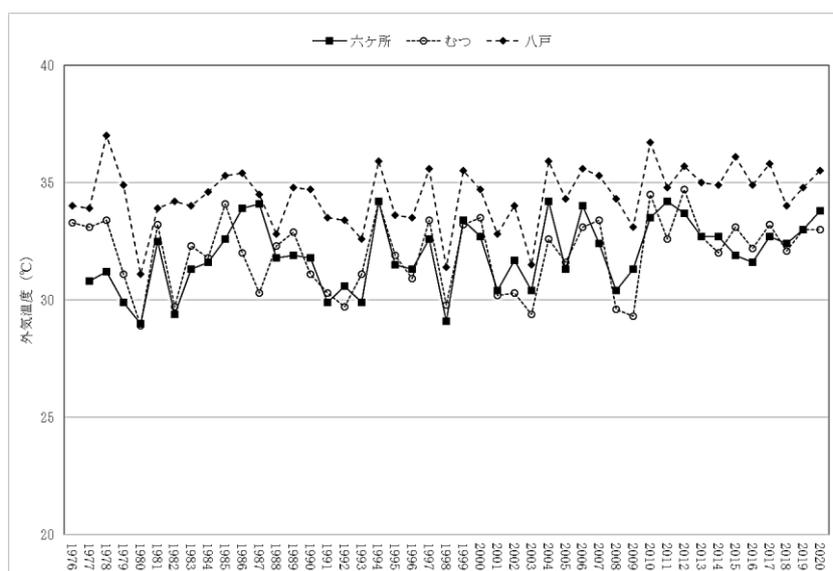
これに基づき、1937年～2020年8月の八戸特別地域気象観測所の観測記録のうち、日最低気温-15.7℃(1953年1月3日)を、再処理事業所における凍結に対する設計温度とする。

屋外の外部事象防護対象施設のうち、凍結の影響を考慮する施設として安全冷却水系冷却塔は、凍結への考慮として、冷却水の凍結を考慮し、不凍液を添加した冷却水を用いるなどの設計により、設計温度-15.7℃で安全機能を損なわない設計とするが、仮に、外気温がむつ特別地域気象観測所の観測値である-22.4℃まで低下したとしても、放熱量を低減するためのファン運転の停止や冷却塔の通水流量を減らす等の運用による凍結防止措置を講ずることで機能を維持することが可能である。

### 3. 高温に対する考慮

#### 3.1 外部事象防護対象施設に対して設定する設計外気温

高温に関しては、敷地周辺の気象観測所の観測記録を適切に考慮する。むつ特別地域気象観測所、八戸特別地域気象観測所及び六ヶ所地域気象観測所における日最高気温の推移(統計期間1976年～2020年)を第3-1図に示す。



第3-1図 各観測所における日最高気温の推移

むつ特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値に近似しており、その差は平均で0.0℃、最大で-3.8℃(1987年)と小さい。

一方、八戸特別地域気象観測所の観測値は、六ヶ所地域気象観測所の観測値と比較すると全体的に高い側で推移しており、平均で2.5℃、最大で5.8℃(1978年)の差である。

上記のとおり、むつ特別地域気象観測所と八戸特別地域気象観測所のいずれの観測値であっても六ヶ所地域気象観測所の観測値に近く、敷地の実際の状況を反映するものであるが、高温に対する考慮として設定する温度条件は、外部からの衝撃による損傷の防止の外部火災での外気温の考慮の考え方も踏まえ、八戸特別地域気象観測所の観測値を再処理事業所における最高気温として設定する。

これに基づき、1937年～2020年8月の八戸特別地域気象観測所の観測記録のうち、日最高気温の極値37.0℃(1978年8月3日)を、再処理事業所における高温に対する設計温度とする。

なお、外部火災として考慮する事象のうち森林火災に関するFARSITEの入力データに用いる気象条件については、外部火災ガイドを参考に、森林火災の発生頻度が年間を通じて比較的高い3月から8月の最高気温を用いて、最小湿度及び最大風速の組合せを考慮するとしている。最高気温については、気象条件が最も厳しい値となる八戸特別地域気象観測所の過去10年間の気象データから36.7℃(2010年8月6日)を設定している。外部火災の評価に用いるFARSITEでの気温入力は整数値であることから、これを37℃としており、前述の最高気温の設定とも整合するものである。

### 3.2 個別施設に対する安全評価に係る外気温度の取り扱い

#### 3.2.1 再処理施設

##### (1) 安全冷却水系冷却塔

安全冷却水系冷却塔は、溶解液等を内包する機器の崩壊熱を冷却した安全冷却水を外気により冷却するための設備である。万一この設備の機能が喪失した場合でも溶解液等が沸騰に至るまでに時間的な余裕があり、連続的に運転する設備で通常管理している冷却水の温度と崩壊熱を除去するという観点で必要な冷却水の温度に差があり、一時的な温度変動が設備の冷却機能に与える影響は小さいというこの設備の特徴を踏まえると、日最高気温の極値が一時的に発生した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、設計上の外気温の設定が必要である。そのため、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似しているむつ特別地域気象観測所における夏季(6月～9月)の日平均気温の極値28.8℃を超える29℃\*1を設計上の外気温度として設定している。

本設備の冷却機能の設計にあたっては、崩壊熱により発生する熱量の除去に必要な伝熱面積の算出に外気温度29℃を用いている。

仮に、外気温度が37℃になったとしても、外気温度は1日の中で変動しており、夜間には29℃以下に低下することから、外気温度の変動を踏まえると、安全冷却水系冷却塔が安全機能を損なうことはない。また、安全冷却水系は、崩壊熱除去が要求される機能であり、この安全機能が損なわれないための外気温度の上限温度は47.3℃である。そのため、外気温度が37℃になったとしても安全機能を損なうことはない。

##### (2) ガラス固化体貯蔵設備

ガラス固化体貯蔵設備は、貯蔵ピットの収納管内に保管されるガラス固化体の発熱量に応じて生じる通風力で、ガラス固化体周囲の円環流路を空気が自然対流することで冷却する、間接自然空冷貯蔵方式による崩壊熱除去機能を期待する設備である。この設備の特徴を踏まえると、一時的な温度変動が設備の冷却機能に与える影響は小さいことから、日最高気温の極値が一時的に発生した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似しているむ

つ特別地域気象観測所における夏季(6月～9月)の日平均気温の極値は28.8℃を超える29℃\*1を設計上の外気温度として設定している。

本設備の崩壊熱除去の評価では、冷却空気流量、ガラス固化体温度及びコンクリート温度の設計を行っており、この設計の前提として冷却空気入口温度を29℃に設定した上でコンクリートの長期的な健全性に影響を与えない温度制限値65℃\*2以下となるような設計としている。

ガラス固化体の中心温度については、ガラスの性状を維持するためガラスが再結晶化する温度である約600℃より100℃低い500℃以下となるように貯蔵設備を設計している。仮にガラス固化体中心温度が500℃となる場合の外気温度を算出すると約69℃となることから、冷却空気入口温度が37℃になったとしても安全機能を損なうことはない。また、コンクリート温度についても、仮に、外気温度が29℃を超え37℃となった場合においても、一時的にコンクリート温度が65℃を外気温度の温度上昇分である8℃未満の範囲で超えることは考えられるが、コンクリート温度制限値175℃(温度荷重の作用状態：非正常状態(24時間未満))\*2に達することはなく、ガラス固化体貯蔵設備の健全性に影響を与えるものではない。

### 3.2.2 MOX燃料加工施設

#### (1) 貯蔵施設

貯蔵施設は、核燃料物質を貯蔵し、建屋排気設備等で換気することにより核燃料物質の崩壊熱を除去する設計であり、崩壊熱が小さいことから、換気が停止した場合においても閉じ込め機能の不全に至るまでに時間的な余裕がある。この特徴を踏まえると、一時的な温度変動が設備に与える影響は小さいことから、日最高気温の極値が一時的に発生した場合ではなく、長期的な温度変動を考慮して、六ヶ所地域気象観測所の観測値と近似しているむつ特別地域気象観測所における夏季(6月～9月)の日平均気温の極値28.8℃を超える温度29℃\*1を設計上の外気温度として設定している。

貯蔵施設における崩壊熱除去の設計としては、外気温度29℃を考慮し、室内のコンクリート表面温度はコンクリートの長期の許容温度65℃\*2を下回る設計\*3(換気風量の設定)としている。仮に、外気温度が29℃を超え37℃になった場合においても、換気設備が稼働していれば室温が65℃を超えることはない。

また、万一換気が停止した場合を考慮して、外気温度29℃を考慮して外壁表面温度を設定し、崩壊熱による設備等への影響を評価した結果、燃料集合体貯蔵設備を設置する室のコンクリート表面温度は、換気停止時から徐々に温度が上昇し、2週間でほぼ平衡状態(86℃)に達することを評価で確認している。仮に、外気温度が29℃を超え37℃になった場合においても、外気温度は1日の中で変動しており夜間には29℃以下に低下することから、外気温度の変動を踏まえると、コンクリート温度制限値175℃(温度荷重の作用状態：非正常状態(24時間未満))\*2に達することはなく、貯蔵施設の健全性に影響を与えるものではない。

\*1：評価に用いた外気温度 29℃は、むつ特別地域気象観測所の夏季の観測デー

タから算出する超過確率 1%に相当する。

\*2：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会, 2005)にて規定されているコンクリートの温度制限値

\*3：MOX 燃料加工施設の貯蔵施設のうち、核物質の貯蔵量が最も多い燃料集合体貯蔵設備において、換気風量を約 40000m<sup>3</sup>/h として設計した際の崩壊熱による室温の上昇は最大 22℃程度と評価している。

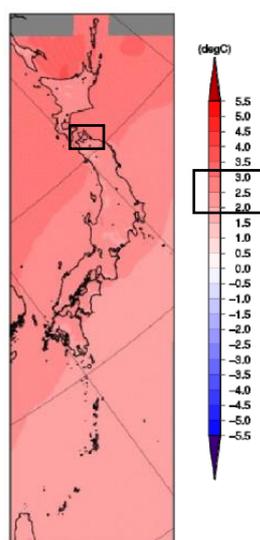
#### 4. 比較的短期での気象変動に対する考慮

基本的にプラント寿命は、大規模な気候変動の周期よりも短いと考えられるが、各自然現象について将来的な気候変動により厳しい傾向となることは否定できない。そのため、過去の経験データを用いて、将来的なハザードを予測するという点については十分な吟味が必要であり、特にプラント寿命の間に変化が予想される事象については、最新のデータ・知見をもって気候変動の影響に注視し、必要に応じて設計基準の見直し等の配慮を行う必要がある。

地球温暖化予測情報 第8巻(平成25年3月 気象庁)における、21世紀末(将来気候 2076～2095年を想定)と20世紀末(現在気候 1980～1999年)との比較における日本付近の気候変化の予測に基づき、施設への影響は以下のように考えられる。

低温については、冬季の極端な最低気温は2.5～4℃の上昇が予測されているが、設計条件に対して緩やかになる方向である。

高温については、第4-1図のとおり夏季の極端な最高気温は2～3℃の上昇が予測されている。屋外の外部事象防護対象施設は、夜間の温度低下を考慮すると、安全機能を損なわないと考えられる。また、建屋内に収納する外部事象防護対象施設は、直接高温の影響を受けることは考えられず、この最高気温の変化においても、安全機能が損なわないと考えられる。



第4-1図 将来気候における最高気温の変化(現在気候からの温度差)

以上