

東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所

第二種廃棄物埋設事業許可申請

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び

設備の基準に関する規則第十一条

(異常時の放射線障害の防止)

への適合性について

2022年8月

日本原子力発電株式会社

目 次

1	はじめに.....	1
2	廃棄物埋設施設の安全機能について.....	3
3	設計対象設備.....	3
4	第二種埋設許可基準規則への適合のための設計方針.....	4
5	第二種埋設許可基準規則への適合性説明.....	4
5. 1	基本的考え方.....	4
5. 2	異常時評価.....	5

添付資料 1 廃棄物埋設地における異常事象の選定について

添付資料 2 廃棄物埋設地における異常事象の評価結果について

1 はじめに

本資料は、東海低レベル放射性廃棄物埋設事業所 第二種廃棄物埋設事業許可申請について、「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下「第二種埋設許可基準規則」という。）第十一条及び「第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」（以下「第二種埋設許可基準解釈」という。）第11条への適合性を説明するものである。

第二種埋設許可基準規則第十一条及び第二種埋設許可基準解釈第11条の要求事項を第1表に示す。

第1表 第二種埋設許可基準規則及び第二種埋設許可基準解釈の要求事項

第二種埋設許可基準規則	第二種埋設許可基準解釈
<p>(異常時の放射線障害の防止)</p> <p>第十一条 安全機能を有する施設は、埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間において、当該安全機能を有する施設に異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないものでなければならない。</p>	<p>第11条 (異常時の放射線障害の防止)</p> <p>1 第11条に規定する「異常が発生した場合においても事業所周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないもの」とは、以下の異常の発生の可能性を検討し、異常が発生した場合における敷地周辺の公衆への実効線量の評価値が5ミリシーベルト以下であることをいう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散 ② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響 ③ その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要な異常

2 廃棄物埋設施設の安全機能について

第二種埋設許可基準規則第二条第2項第一号によって、「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とされている。

廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能は、放射性物質の漏出を低減する機能（以下「漏出低減機能」という。）及び遮蔽機能で、これらの安全機能を有する施設は、廃棄物埋設地（漏出低減機能及び遮蔽機能）である。

本施設に必要となる安全機能を維持する期間は、第2表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、廃棄物埋設地が有する漏出低減機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。

第2表 廃棄物埋設地における安全機能を維持する期間

安全機能	廃止措置の開始前	
	埋設する放射性廃棄物の受入れの開始から最終覆土完了まで	最終覆土完了から廃止措置の開始まで
漏出低減機能	○	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する

3 設計対象設備

第二種埋設許可基準規則第十一条の設計対象設備は、廃棄物埋設地とする。

4 第二種埋設許可基準規則への適合のための設計方針

廃棄物埋設地は、安全設計を講ずることにより、安全機能を有する施設に異常が発生した場合においても、本施設周辺の公衆に放射線障害を及ぼすようなことはないが、異常時の安全性を確認するという観点から、誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散、廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響及びその他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要な異常の発生の可能性を検討し、異常が発生した場合においても本施設周辺の公衆に放射線障害を及ぼさないことを確認する。

5 第二種埋設許可基準規則への適合性説明

5. 1 基本的考え方

廃棄物埋設地は、容器等に収納又はこん包された固体状の金属及びコンクリート（以下「廃棄物」という。）を埋設する施設であり、廃棄物は放射性物質の飛散又は漏えいは起き難いととも、放射能濃度が低く、個々の廃棄物に含まれる放射性物質の量は少ないという特徴があること及び安全設計を講ずることにより、埋設する廃棄物の受入れの開始から廃止措置の開始までの間においては、廃棄物埋設地に異常が発生した場合においても、本施設周辺の公衆に放射線障害を及ぼすようなことはないが、異常時の安全性を確認するという観点から、誤操作による放射性廃棄物の落下等、廃棄物埋設施設内の火災及び爆発及びその他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等があった場合に、異常の発生の可能性を検討し、異常が発生した場合における本施設周辺の公衆の受ける線量が 5 mSv 以下であることを確認する。

5. 2 異常時評価

第二種埋設許可基準規則に基づき、「誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散」、「廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響」及び「その他機器等の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって、公衆の放射線被ばくの観点から重要な異常」によって本施設の安全性が損なわれる事象を異常事象として選定し、公衆の受ける線量を評価することにより、異常が発生した場合における事業所周辺の公衆の受ける線量が 5 mSv 以下であることを確認する。

(1) 異常事象の選定

① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散

廃棄物埋設地において、廃棄物をクレーンにより埋設トレンチに定置する作業中に、廃棄物が落下して放射性物質が飛散する事象を異常事象として選定する。(事象選定の詳細について「添付資料 1」に示す。)

② 廃棄物埋設施設内の火災及び爆発による影響

埋設トレンチに定置する廃棄物は、東海発電所から発生する金属廃棄物及びコンクリートガラを炭素鋼製の鉄箱に収納し、その隙間に砂を充填したもの、並びにコンクリートブロックを難燃性のプラスチックシートに梱包したものである。埋設トレンチ及び覆土によって構成される廃棄物埋設地は、不燃性の鋼材を使用した仕切板（H形鋼及び鋼矢板）及び不燃性の土質系材料を使用した覆土によって構成した設計であり、火災等の発生のおそれがない静的なものである。なお、西側 18 区画又は東側 24 区画の埋設が終了するまでの間は、区画ごとに最終覆土の一部を施工した後、その上面に遮水シート等で構成された表面遮水を設置するが、遮水シートの上面には不燃性の土質系材料等で覆う設計とする。このため、火災及び爆

発による異常の発生は想定されない。

- ③ その他機器等の破損，故障，誤動作又は操作員の誤操作等に伴う放射性物質の外部放出等であって，公衆の放射線被ばくの観点から重要な異常

安全機能を有する廃棄物埋設地は静的な設備であり，動的な設備・機器はないことから，その他機器等の破損，故障，誤動作又は操作員の誤操作等に伴う異常の発生は想定されない。廃棄物をクレーンにより埋設トレンチに定置する作業中に，クレーンの破損，故障，誤動作又は操作員の誤操作等に伴い廃棄物が落下して，放射性物質が飛散する事象を異常事象として選定する。なお，本事象は，「① 誤操作による放射性廃棄物の落下等に伴う放射性物質の飛散」において選定した事象に包含される。（事象選定の詳細について「添付資料 1」に示す。）その他に，破損により多量の放射性物質の漏出に発展する設備は存在しない。

（2）異常時評価

「（1）異常事象の選定」で選定された，廃棄物が落下して放射性物質が飛散する事象が起きた場合に放射性物質が外部放出する事象について，公衆の受ける線量を評価する。公衆の受ける線量を評価した結果を第 3 表に示す。公衆の受ける線量は，5 mSv 以下となることから，本施設周辺の公衆に対して放射線障害を及ぼすことはない。（評価の詳細について「添付資料 2」に示す。）

第3表 異常事象における公衆の受ける線量評価結果

事象名	廃棄物の種類	線量 (μ Sv)
廃棄物が落下して放射性物質 が飛散する事象	金属廃棄物	3.5×10^{-1}

以上

廃棄物埋設地における異常事象の選定
について

目 次

1	異常事象の選定.....	1
1. 1	事象の抽出.....	1
1. 2	異常事象の選定結果.....	4

1 異常事象の選定

廃棄物埋設地において廃棄物を取り扱う工程である「廃棄物定置」で、作業工程ごとに、動的機器の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等によって廃棄物が損傷する可能性のある事象を抽出し、異常への進展防止策が存在しない事象について、異常事象として選定する。

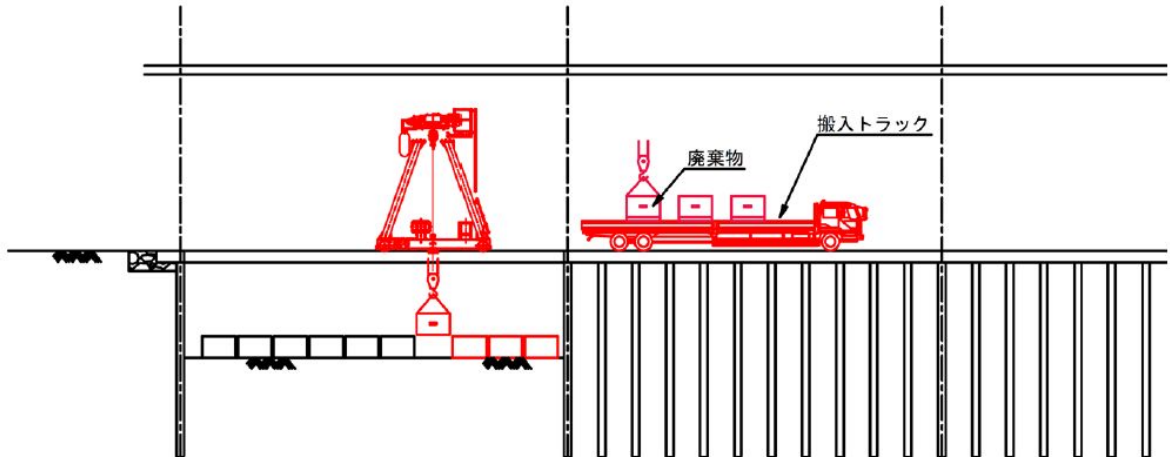
1. 1 事象の抽出

廃棄物埋設地において廃棄物を取り扱う場合は、クレーンフック部のはずれ止めの構造によって廃棄物の落下を機械的に防止する設計、玉掛具の点検、介錯ロープの使用等により、廃棄物の落下防止を図っているが、動的機器の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等によって廃棄物が損傷する可能性がある。したがって、各段階において、作業工程ごとに、動的機器の破損、故障、誤動作又は操作員の誤操作等によって廃棄物が損傷する可能性がある事象を抽出する。

なお、機器の故障における事象抽出に当たっては、制御装置の故障、プログラムのバグ、配線ミス、接続不足に起因した事象を想定する。

(1) 廃棄物定置

廃棄物は、車両に積載した状態で隣接区画まで搬入し、門型クレーンにて同区画内に荷卸し・仮置きする。運搬車両退出後、再び門型クレーンにて廃棄物を吊り込み、所定の位置に定置する（第1図参照）。本作業の抽出結果を第1表に示す。



第 1 図 廃棄物定置（概念図）

第1表 「廃棄物定置」における事象抽出結果

作業工程	故障箇所等	事象	異常への進展防止策
門型クレーンによる廃棄物の吊り上げ	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—
	過巻防止装置	過巻防止装置の故障により、過巻に至り、玉掛具等が破損することによる廃棄物の落下	—
門型クレーンによる廃棄物の搬送	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—
門型クレーンによる廃棄物の吊り下げ、一時仮置き	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—
門型クレーンによる仮置きした廃棄物の吊り上げ	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—
	過巻防止装置	過巻防止装置の故障により、過巻に至り、玉掛具等が破損することによる廃棄物の落下	—
門型クレーンによる仮置きした廃棄物の搬送	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—
門型クレーンによる仮置きした廃棄物の吊り下げ、定置	玉掛具等及び廃棄物吊具	玉掛具等及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	—

※：門型クレーンの誤操作で廃棄物を衝突させることによる廃棄物の損傷も考えられるが、廃棄物を移動させる操作において、操作員、玉掛者及び監視員が直接目視により常に廃棄物の状況を確認することから、異常事象としては抽出しない。

1. 2 異常事象の選定結果

「1. 1 事象の抽出」にて抽出した事象のうち，異常への進展防止策が存在しない事象を異常事象として選定する。異常事象の選定結果を第2表に示す。

第2表 廃棄物を取り扱う工程における異常事象の選定結果

作業工程		故障箇所等	異常事象
廃棄物定置	門型クレーンによる廃棄物の吊り上げ	玉掛具及び廃棄物吊具（過巻防止装置を含む）	玉掛具及び廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下 （過巻防止装置の故障により，過巻に至り，玉掛具等が破損することによる廃棄物の落下を含む）
	門型クレーンによる廃棄物の搬送		
	門型クレーンによる廃棄物の吊り下げ，仮置き		
	門型クレーンによる廃棄物の吊り下げ，定置		

以上

廃棄物埋設地における異常事象の評価結果
について

目 次

1	異常事象発生時における廃棄物の損傷個数の設定.....	1
2	線量評価.....	1
2. 1	玉掛具等又は廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下.....	2
3	線量評価のまとめ.....	4

添付資料 2-1 線量評価におけるパラメータ一覧

添付資料 2-2 相対濃度の設定について

1 異常事象発生時における廃棄物の損傷個数の設定

廃棄物を取り扱う門型クレーンは、「クレーン構造規格」に基づき設計され、廃棄物が運搬中に落下することを防止するための安全設計を講ずる。また、廃棄物の吊り上げ高さが、評価に用いる廃棄物の落下高さ以上とならないような設計とする。門型クレーンにより取り扱う廃棄物の個数は1個であり、廃棄物が2個以上同時に落下することは考えられないため、廃棄物の損傷個数を第1表のとおり設定する。

第1表 廃棄物の損傷個数

異常事象	発生場所	廃棄物損傷個数	損傷個数の考え方
玉掛具等又は廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	廃棄物埋設地	2個※	廃棄物1個が落下し、その下部にある定置中区画の廃棄物1個も損傷する

※：廃棄物の落下位置によっては、定置中区画の廃棄物2個以上を損傷させることも考えられるが、廃棄物2個以上損傷の場合は、落下時のエネルギーは分散され、その損傷の程度は小さくなる。線量評価では、一律に飛散率を設定しているため、落下時のエネルギーが分散されずに廃棄物が損傷することを想定し、廃棄物損傷個数は2個と設定した。

2 線量評価

廃棄物の損傷について、被ばく線量結果が厳しくなるような条件である「1 異常事象発生時における廃棄物の損傷個数の設定」の下で、線量評価を行う。また、評価に使用したパラメータは、添付資料 2-1 に示す。

2. 1 玉掛具等又は廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下

玉掛具等又は廃棄物吊具の破損により、廃棄物が1個落下し、その下部の廃棄物定置中区画内にある廃棄物1個の合計2個が損傷する想定とした。

(1) 評価条件

放射線による事業所周辺の公衆への影響として、廃棄物の損傷により、飛散率に従って大気中に放射性物質が放出される。放出された放射性物質は、大気条件によって拡散し、事業所周辺の公衆が吸入摂取することによる被ばくを評価する。

- a. 評価において損傷する廃棄物に含まれる放射性物質の放射エネルギーは、最大放射能濃度とする。
- b. 最大放射能濃度の廃棄物1個当たりの放射エネルギーは、本施設で受け入れる廃棄物の最大放射能濃度とし、廃棄物重量は受入れ最大重量を考慮して金属 3,900 kg, コンクリートガラ 1,800 kg, コンクリートブロック 1,400 kg として、添付資料 2-1 に示す最大放射能濃度を用いて算定する。
- c. 損傷する廃棄物からの粉じんの発生する割合は、金属： 1.0×10^{-3} , コンクリート： 1.0×10^{-4} とする。
- d. 放射性物質の大気中への放出量は、廃棄物から飛散した放射性物質の全量とする。
- e. 大気中へ放出される放射性物質は、地上から放散するものとし、添付資料 2-1 に示す「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に準拠して計算した相対濃度を用いる。なお、放射性物質は、1 時間で大気中へ全て放出されるものとする。
- f. 評価対象者の呼吸量については、標準人の呼吸率 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ とする。

- g. 吸入摂取による線量換算係数は、添付資料 2-1 に示す数値を用いる。
- h. 損傷した廃棄物から大気中に放出される核種*i*の放射能濃度は、(1)式を用いて計算する。
- i. 放射性物質の吸入摂取による線量は、(2)式を用いて計算する。

空気中の放射性核種濃度は次式で計算する。

$$C(i) = C_{W_{max}}(i) * W_W * N_B * R_B / T_{BD} * (\chi/Q) \dots\dots\dots (1)$$

- $C(i)$: 空気中の放射性核種 *i* の濃度 (Bq/m³)
- $C_{W_{max}}(i)$: 廃棄物中の放射性核種 *i* の最大放射能濃度 (Bq/kg)
- W_W : 廃棄物 1 個当たりの重量 (kg)
- N_B : 破損する廃棄物の個数 (-)
- R_B : 廃棄物から粉じんの発生する割合 (-)
- T_{BD} : 粉じんが放出される時間 (s)
- χ/Q : 相対濃度 (s/m³)

放射性核種の吸入による一般公衆の内部被ばく線量については、次式で計算する。

$$D_{INH}(i) = C(i) * B_B * T_B * D_{CFINH}(i) \dots\dots\dots (2)$$

- $D_{INH}(i)$: 放射性核種 *i* による内部被ばく線量 (Sv)
- B_B : 評価対象者の呼吸率 (m³/h)
- T_B : 粉じんの吸入時間 (h)
- $D_{CFINH}(i)$: 放射性核種 *i* の吸入内部被ばく線量換算係数 (Sv/Bq)

(2) 評価結果

公衆の受ける線量は、最大で金属廃棄物の落下を想定した場合の約 3.5×10^{-4} mSv となる。

3 線量評価のまとめ

選定した異常事象について線量評価を行った結果、第2表のとおり公衆の受ける線量は5 mSv 以下となり、事業所周辺の公衆に対して放射線障害を及ぼすことはないことを確認した。

第2表 周辺監視区域における公衆の受ける線量

異常事象	公衆の受ける線量（廃棄物種類別）(mSv)		
	金属廃棄物	コンクリート ガラ	コンクリート ブロック
玉掛具等又は廃棄物吊具の破損による廃棄物の落下	3.5×10^{-4}	1.6×10^{-5}	1.3×10^{-5}

参考として第3表及び第4表に損傷廃棄物の放射エネルギーの内訳（線量への寄与の大きいC o -60 及び全 α の例）を示す。

また、第5表に公衆の受ける線量におけるC o -60 及び全 α の内訳を示す。

第3表 廃棄物埋設施設の線量評価に用いる損傷廃棄物の放射能量

(Co-60の例) ※

廃棄物種別	金属廃棄物	コンクリート ガラ	コンクリート ブロック
最大放射能濃度 (Bq/kg)	8.0×10^6	8.0×10^6	8.0×10^6
廃棄物1個当たりの重量 (kg)	3,900	1,800	1,400
破損する廃棄物の個数	2	2	2
破損する廃棄物の放射能量 (Bq)	6.2×10^{10}	2.9×10^{10}	2.2×10^{10}

※：表中に記載していない線量評価に用いるパラメータの詳細については添付資料2-1参照。

第4表 廃棄物埋設施設の線量評価に用いる損傷廃棄物の放射能量

(全αの例) ※

廃棄物種別	金属廃棄物	コンクリート ガラ	コンクリート ブロック
最大放射能濃度 (Bq/kg)	4.0×10^3	4.0×10^3	4.0×10^3
廃棄物1個当たりの重量 (kg)	3,900	1,800	1,400
破損する廃棄物の個数	2	2	2
破損する廃棄物の放射能量 (Bq)	3.1×10^7	1.4×10^7	1.1×10^7

※：表中に記載していない線量評価に用いるパラメータの詳細については添付資料2-1参照。

第5表 廃棄物埋設施設の公衆の受ける線量におけるC o -60 及び全αの内訳

廃棄物種別		金属廃棄物	コンクリート ガラ	コンクリート ブロック
公衆の受 ける線量 (mSv) ※	C o - 60	9.6×10^{-5} (約 0.27)	4.4×10^{-6} (約 0.27)	3.4×10^{-6} (約 0.27)
	全α	2.4×10^{-4} (約 0.68)	1.1×10^{-5} (約 0.68)	8.6×10^{-6} (約 0.68)
	合計	3.3×10^{-4} (約 0.95)	1.5×10^{-5} (約 0.95)	1.2×10^{-5} (約 0.95)

※：括弧内の数値は、当該線量が合計に対して占める割合（寄与率）を示す。

以上

線量評価におけるパラメータ一覧

第1表 異常時の線量評価に用いるパラメータ

パラメータ名	No.
廃棄物中の放射性核種 i の最大放射能濃度	No. 1
廃棄物 1 個当たりの重量	No. 2
評価対象者の呼吸量	No. 3
放射性核種 i の吸入内部被ばく換算係数	No. 4
廃棄物から粉じんの発生する割合	No. 5
破損する廃棄物の個数	No. 6
粉じんが放出される時間	No. 7
粉じんの吸入時間	No. 8
相対濃度	No. 9

パラメータ	名称	単位																						
No. 1	廃棄物中の放射性核種 i の最大放射能濃度	Bq/kg																						
設定値	<table border="1" data-bbox="427 398 1370 790"> <thead> <tr> <th data-bbox="435 398 794 432">放射性物質の種類</th> <th data-bbox="794 398 1362 432">最大放射能濃度 (Bq/kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="435 432 794 465">H-3</td> <td data-bbox="794 432 1362 465">3.0×10^6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 465 794 499">C-14</td> <td data-bbox="794 465 1362 499">5.0×10^4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 499 794 533">C1-36</td> <td data-bbox="794 499 1362 533">1.0×10^5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 533 794 566">Ca-41</td> <td data-bbox="794 533 1362 566">2.0×10^4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 566 794 600">Co-60</td> <td data-bbox="794 566 1362 600">8.0×10^6</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 600 794 633">Sr-90</td> <td data-bbox="794 600 1362 633">1.0×10^4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 633 794 667">Cs-137</td> <td data-bbox="794 633 1362 667">7.0×10^3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 667 794 701">Eu-152</td> <td data-bbox="794 667 1362 701">3.0×10^5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 701 794 734">Eu-154</td> <td data-bbox="794 701 1362 734">9.0×10^3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="435 734 794 768">全α</td> <td data-bbox="794 734 1362 768">4.0×10^3</td> </tr> </tbody> </table>		放射性物質の種類	最大放射能濃度 (Bq/kg)	H-3	3.0×10^6	C-14	5.0×10^4	C1-36	1.0×10^5	Ca-41	2.0×10^4	Co-60	8.0×10^6	Sr-90	1.0×10^4	Cs-137	7.0×10^3	Eu-152	3.0×10^5	Eu-154	9.0×10^3	全 α	4.0×10^3
放射性物質の種類	最大放射能濃度 (Bq/kg)																							
H-3	3.0×10^6																							
C-14	5.0×10^4																							
C1-36	1.0×10^5																							
Ca-41	2.0×10^4																							
Co-60	8.0×10^6																							
Sr-90	1.0×10^4																							
Cs-137	7.0×10^3																							
Eu-152	3.0×10^5																							
Eu-154	9.0×10^3																							
全 α	4.0×10^3																							
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東海発電所の廃止措置により発生する廃棄物は、「東海発電所廃止措置計画認可申請書」（令和3年3月31日認可，以下「廃止措置計画書」という。）において，残存放射性物質の放射エネルギー及び物量を評価している。 ・ この残存放射性物質の放射エネルギーを原子炉停止から埋設までの期間を考慮した時点である原子炉停止20年後に減衰補正し，埋設する廃棄物中の核種ごとの放射エネルギー及び物量から算定した。 ・ 最大放射能濃度は，廃棄確認における外部非破壊測定精度など，今後の評価における放射エネルギーの変動を踏まえて，機器ごとの最大の放射能濃度を10倍にして設定した。 ・ ただし，C1-36については，「低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限について」（原子力安全委員会）に示されたトレンチ処分の区分値充足性の評価の値を設定した。 																							
備考																								
文献																								

パラメータ	名称	単位								
No. 2	廃棄物 1 個当たりの重量	kg								
設定値	<table border="1" data-bbox="485 392 1315 537"> <thead> <tr> <th data-bbox="485 392 975 427">廃棄物</th> <th data-bbox="975 392 1315 427">設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="485 427 975 463">金属類</td> <td data-bbox="975 427 1315 463">3.9×10³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="485 463 975 499">コンクリートガラ</td> <td data-bbox="975 463 1315 499">1.8×10³</td> </tr> <tr> <td data-bbox="485 499 975 537">コンクリートブロック</td> <td data-bbox="975 499 1315 537">1.4×10³</td> </tr> </tbody> </table>		廃棄物	設定値	金属類	3.9×10 ³	コンクリートガラ	1.8×10 ³	コンクリートブロック	1.4×10 ³
廃棄物	設定値									
金属類	3.9×10 ³									
コンクリートガラ	1.8×10 ³									
コンクリートブロック	1.4×10 ³									
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・金属類及びコンクリートガラは、鉄箱に収納して埋設を行うことから、廃棄物密度、充填率、鉄箱内容積を基に計算した結果から、放射性物質量が最大となるように設定した。 ・コンクリートブロックは、標準体の寸法と廃棄物密度を用いて計算した結果より設定した。 <p>＜金属類の重量の算出＞</p> <p>鉄箱内容積×充填率×廃棄物密度 $= 1.36 \text{ m} \times 1.36 \text{ m} \times 0.81 \text{ m} \times 0.33 \times 7,800 \text{ kg/m}^3$ $= 3,856.30 \text{ kg}$ $\approx 3,900 \text{ kg}$</p> <p>＜コンクリートガラの重量の算出＞</p> <p>鉄箱内容積×充填率×廃棄物密度 $= 1.36 \text{ m} \times 1.36 \text{ m} \times 0.81 \text{ m} \times 0.50 \times 2,300 \text{ kg/m}^3$ $= 1,722.90 \text{ kg}$ $\approx 1,800 \text{ kg}$</p> <p>＜コンクリートブロックの重量の算出＞</p> <p>標準体体積×廃棄物密度 $= 0.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \times 0.7 \text{ m} \times 2,300 \text{ kg/m}^3$ $= 1,304.1 \text{ kg}$ $\approx 1,400 \text{ kg}$</p>									
備考										
文献										

パラメータ	名称	単位
No. 3	評価対象者の呼吸量	m ³ /h
設定値	1.2	
設定根拠	<p>・ I C R P Publication 89⁽¹⁾ に示されている成人男性の就業中の平均呼吸量から、次式により求めた値を設定した。</p> $9.6 \text{ m}^3 \div 8 \text{ h} = 1.2 \text{ m}^3 / \text{h}$ <p>・評価対象者の呼吸量は、個人ごとにある程度変動すると考えられる。しかし、I C R P Publication 89⁽¹⁾ に基づくと、就業中の平均呼吸量は成人男性で9.6 m³/8 h、成人女性で7.9 m³/8 hであり、線量評価結果に大きな影響を与えるような変動は想定されない。</p>	
備考		
文献	(1) International Commission on Radiological Protection (2002) : Basic Anatomical and Physiological Data for Use in Radiological Protection: Reference Values, I C R P Publication 89	

パラメータ	名称	単位																																	
No. 4	放射性核種 i の吸入内部被ばく換算係数	Sv/Bq																																	
設定値	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="416 349 738 387">放射性核種</th> <th data-bbox="738 349 1023 387">設定値</th> <th data-bbox="1023 349 1366 387">考慮した子孫核種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="416 387 738 421">H-3</td> <td data-bbox="738 387 1023 421">4.5×10^{-11}</td> <td data-bbox="1023 387 1366 421">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 421 738 454">C-14</td> <td data-bbox="738 421 1023 454">2.0×10^{-9}</td> <td data-bbox="1023 421 1366 454">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 454 738 488">Cl-36</td> <td data-bbox="738 454 1023 488">7.3×10^{-9}</td> <td data-bbox="1023 454 1366 488">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 488 738 521">Ca-41</td> <td data-bbox="738 488 1023 521">9.5×10^{-11}</td> <td data-bbox="1023 488 1366 521">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 521 738 555">Co-60</td> <td data-bbox="738 521 1023 555">1.0×10^{-8}</td> <td data-bbox="1023 521 1366 555">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 555 738 589">Sr-90</td> <td data-bbox="738 555 1023 589">3.8×10^{-8}</td> <td data-bbox="1023 555 1366 589">Y-90</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 589 738 622">Cs-137</td> <td data-bbox="738 589 1023 622">4.6×10^{-9}</td> <td data-bbox="1023 589 1366 622">Ba-137m</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 622 738 656">Eu-152</td> <td data-bbox="738 622 1023 656">4.2×10^{-8}</td> <td data-bbox="1023 622 1366 656">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 656 738 689">Eu-154</td> <td data-bbox="738 656 1023 689">5.3×10^{-8}</td> <td data-bbox="1023 656 1366 689">—</td> </tr> <tr> <td data-bbox="416 689 738 723">全α</td> <td data-bbox="738 689 1023 723">5.0×10^{-5}</td> <td data-bbox="1023 689 1366 723">—</td> </tr> </tbody> </table>		放射性核種	設定値	考慮した子孫核種	H-3	4.5×10^{-11}	—	C-14	2.0×10^{-9}	—	Cl-36	7.3×10^{-9}	—	Ca-41	9.5×10^{-11}	—	Co-60	1.0×10^{-8}	—	Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90	Cs-137	4.6×10^{-9}	Ba-137m	Eu-152	4.2×10^{-8}	—	Eu-154	5.3×10^{-8}	—	全 α	5.0×10^{-5}	—
放射性核種	設定値	考慮した子孫核種																																	
H-3	4.5×10^{-11}	—																																	
C-14	2.0×10^{-9}	—																																	
Cl-36	7.3×10^{-9}	—																																	
Ca-41	9.5×10^{-11}	—																																	
Co-60	1.0×10^{-8}	—																																	
Sr-90	3.8×10^{-8}	Y-90																																	
Cs-137	4.6×10^{-9}	Ba-137m																																	
Eu-152	4.2×10^{-8}	—																																	
Eu-154	5.3×10^{-8}	—																																	
全 α	5.0×10^{-5}	—																																	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> • ICRP Publication 72⁽¹⁾ Table A.2. で示している一般公衆の年齢別線量係数のうちの成人 (Adult) の数値で、肺での吸収型が不明な場合の推奨値が示されている核種はその値、推奨値が示されていない核種は最大の数値を引用した。また、原安委報告書⁽²⁾ に従い、子孫核種 (Y-90, Ba-137m) の寄与を考慮した値とした。 • ICRP Publication 72⁽¹⁾ で示される線量係数は、参考文献となる ICRP Publication 56⁽³⁾ の「2.6 Biokinetics of daughter products」において、体内に取り込まれた際の放射性核種の換算係数については、体内に取り込まれた後に生成する子孫核種の寄与を考慮しているという記載があることから、取り込まれた後については考慮済である。 • Sr-90 の換算係数については、体内に摂取する前に Sr-90 の崩壊によって生成される Y-90 を Sr-90 と同時に摂取する可能性を考慮して、Sr-90 の換算係数に Y-90 の換算係数を加算した値に設定した。 • 全αについては、Pu-239 と Am-241 のうち換算係数の大きい Pu-239 の値で代表させた。 • 算出した線量換算係数は保守的に有効数字 2 桁となるように切り上げ設定した。 																																		
備考																																			
文献	<p>(1) International Commission on Radiological Protection (1995): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Dose Coefficients, ICRP Publication 72</p> <p>(2) 原子力安全委員会 (2007): 低レベル放射性固体廃棄物の埋設処分に係る放射能濃度上限値について, 原子力安全委員会</p> <p>(3) International Commission on Radiological Protection (1989): Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides: Part 1, ICRP Publication 56</p>																																		

パラメータ	名称	単位										
No. 5	廃棄物から粉じんの発生する割合	—										
設定値	<table border="1" data-bbox="395 450 1383 595"> <thead> <tr> <th data-bbox="395 450 679 488">評価事象</th> <th data-bbox="679 450 1142 488">廃棄物</th> <th data-bbox="1142 450 1383 488">設定値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="395 488 679 526" rowspan="3">廃棄物落下</td> <td data-bbox="679 488 1142 526">金属類</td> <td data-bbox="1142 488 1383 526">1×10^{-3}</td> </tr> <tr> <td data-bbox="679 526 1142 564">コンクリートガラ</td> <td data-bbox="1142 526 1383 564">1×10^{-4}</td> </tr> <tr> <td data-bbox="679 564 1142 595">コンクリートブロック</td> <td data-bbox="1142 564 1383 595">1×10^{-4}</td> </tr> </tbody> </table>		評価事象	廃棄物	設定値	廃棄物落下	金属類	1×10^{-3}	コンクリートガラ	1×10^{-4}	コンクリートブロック	1×10^{-4}
評価事象	廃棄物	設定値										
廃棄物落下	金属類	1×10^{-3}										
	コンクリートガラ	1×10^{-4}										
	コンクリートブロック	1×10^{-4}										
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・金属類の粉じんの発生する割合は、DOE-HDBK-3010-94⁽¹⁾に記載されている Contaminated, Noncombustible Solids, Free-Fall Spill and Impaction Stress, Materials that do not undergo brittle fracture の Airborne Release Fraction の境界値 1×10^{-3} に設定した。 ・コンクリートブロック及びコンクリートガラの粉じんの発生する割合は、DOE-HDBK-3010-94⁽¹⁾に記載されている Nonmetallic or Composite Solid, Free-Fall Spill and Impaction Stress の計算式を用いて算出した値の第1位を切り上げて設定した。 <p style="margin-left: 2em;">粉じんの発生する割合（浮遊放出分率×呼吸分率 1.0） = 相関係数の経験値 ($\text{cm}^3/\text{g}\cdot\text{cm}^2/\text{s}^2$) × 廃棄物密度 ($\text{g}/\text{cm}^3$) × 重力加速度 ($\text{cm}/\text{s}^2$) × 落下高さ (cm)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・なお、廃棄物密度は $2.3 \text{ g}/\text{cm}^3$、廃棄物落下時の落下高さは埋設地での廃棄物の取り扱いを考慮して 15 m とした。 <p style="margin-left: 2em;">< 廃棄物落下時 > 粉じんの発生する割合 = $2 \times 10^{-11} \times 2.3 \times 980 \times 15 \times 100$ = $6.76 \times 10^{-5} \rightarrow 1.0 \times 10^{-4}$</p>											
備考												
文献	(1) U. S. Department of Energy (1994) : AIRBORNE RELEASE FRACTIONS/RATES AND RESPIRABLE FRACTIONS FOR NONREACTOR NUCLEAR FACILITIES, DOE-HDBK-3010-94, DOE HANDBOOK											

パラメータ	名称	単位
No. 6	破損する廃棄物の個数	個
設定値	評価事象	廃棄物種類
	廃棄物落下	金属類
		コンクリートガラ
		コンクリートブロック
		設定値
		2
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物落下時の破損する廃棄物の個数は、定置作業中の廃棄物が落下し、その下部にある定置中区画の廃棄物 1 個も破損するとして設定した。 	
備考		
文献		

パラメータ	名称	単位
No. 7	粉じんが放出される時間	s
設定値	3.6×10 ³	
設定根拠	<p>・廃棄物落下程度の衝撃による短時間での放射性物質の飛散を考えるため、実行放出継続時間は1時間（3,600秒）と設定した。</p>	
備考		
文献		

パラメータ	名称	単位
No. 8	粉じんの吸入時間	h
設定値	1	
設定根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・ 空気中に粉じんが放出されている時間と同じ時間をかけて吸入すると設定した。 	
備考		
文献		

パラメータ	名称	単位
No. 9	相対濃度	s/m ³
設定値	4.6×10 ⁻⁴	
設定根拠	<p>・詳細については、「添付資料 2-2 相対濃度の設定について」参照。</p>	
備考		
文献		

以上

相対濃度の設定について

目 次

1	相対濃度の設定.....	1
1. 1	異常時の相対濃度.....	1
1. 2	気象観測資料.....	2
1. 3	異常年検定.....	18
1. 4	相対濃度の計算に用いる距離の設定.....	25
1. 5	相対濃度の計算.....	29
1. 6	まとめ.....	36
1. 7	参考文献.....	36

1 相対濃度の設定

異常時の線量評価に使用する相対濃度を設定する。

1. 1 異常時の相対濃度

「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」⁽¹⁾（以下「気象指針」という。）に従い計算した、異常時の線量評価に使用する相対濃度を示す。

敷地内において観測した 2013 年 4 月から 2014 年 3 月の 1 年間（以下「2013 年度」という。以下、他の年度も同様。）の気象観測資料を用いて、相対濃度の計算を行った。

なお、2013 年度の風向別出現頻度及び風速別出現頻度については、10 年間（2003 年度から 2012 年度）の気象観測資料により検定を行った結果、特に異常な年ではなく、代表性に問題ないことを確認している。

さらに、2013 年度の風向別出現頻度及び風速別出現頻度について、至近 10 年間（2009 年度から 2019 年度。ただし、2013 年度を除く。）の気象観測資料により検定を行った結果、至近の気象データを考慮しても特に異常な年ではないことを確認している。

<要旨>

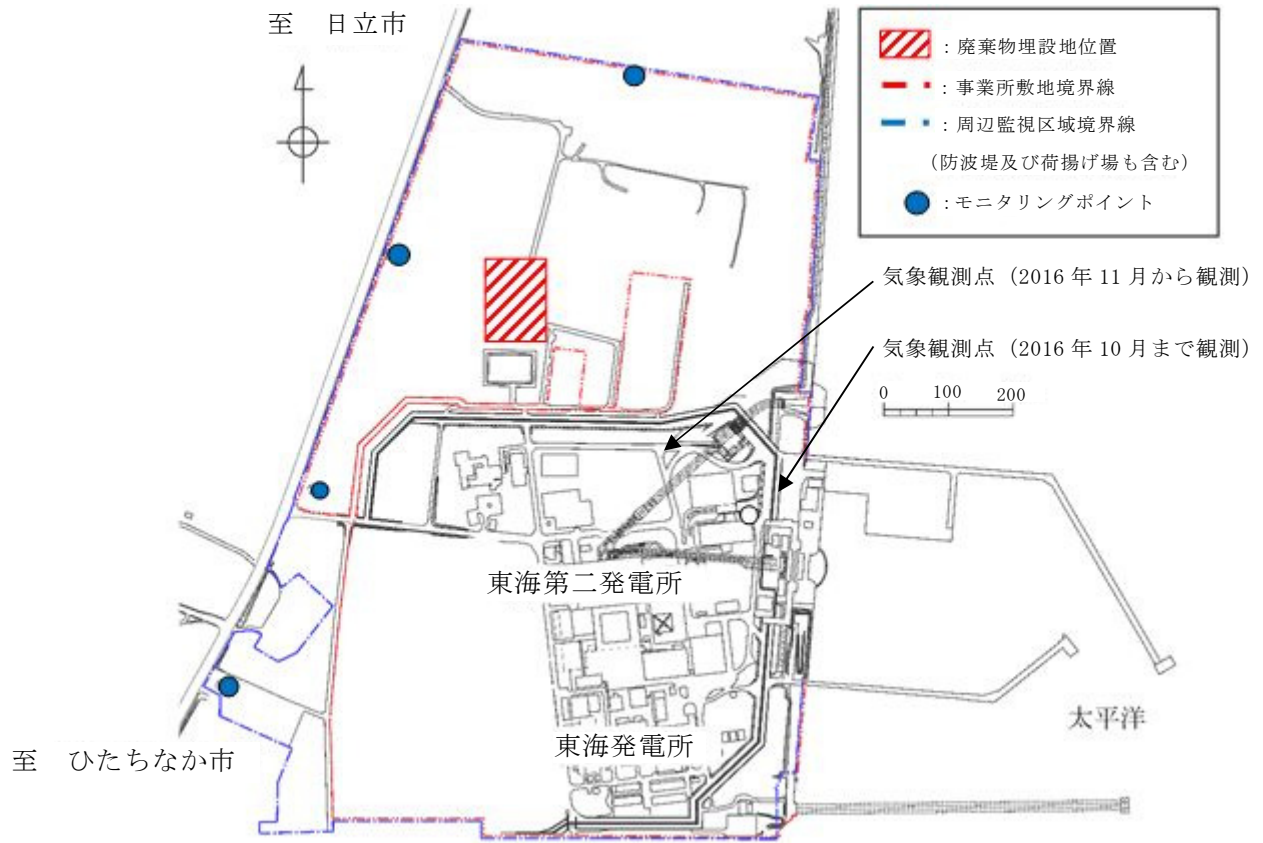
- ・ 過去 10 年間（2003 年度から 2012 年度）の気象観測資料を用いて異常年検定を行い、2013 年度の気象観測資料は異常ではないことを確認した。
- ・ 敷地で観測した 2013 年度の気象観測資料より相対濃度の計算を行ったところ、 4.6×10^{-4} (s/m³) (WSW) であった。

1. 2 気象観測資料

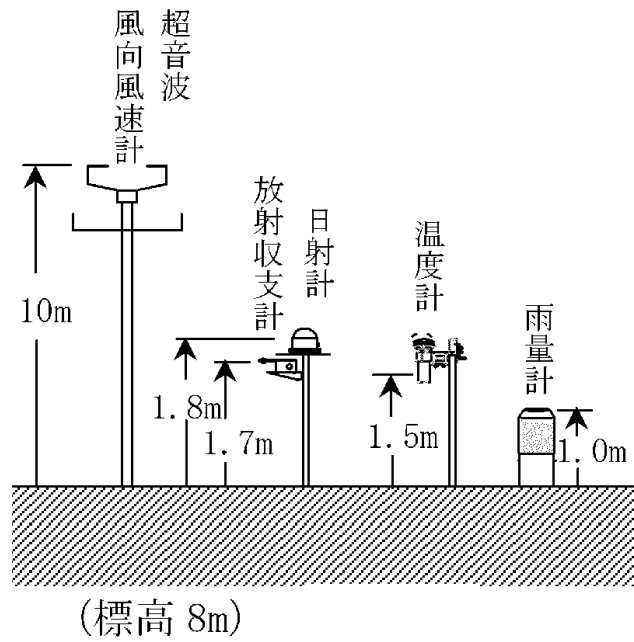
相対濃度の設定には、敷地内で得られたある 1 年間の気象観測資料（1 時間ごとに観測）が必要である。ここでは、敷地内の気象観測点で観測された気象観測資料の確認を行う。

（1）敷地内の気象観測点

敷地を代表する地上風の資料を得るため、敷地内の露場（標高 8 m）に鉄塔を設置し、地上高 10 m（標高 18 m）で風向・風速の観測を行っている。また、露場では日射量，放射収支量，気温及び降水量の観測が行われている。敷地内の気象観測点の位置を第 1 図，気象観測設備配置図を第 2 図に示す。



第1図 敷地内の気象観測点の位置



第2図 気象観測設備配置図

(2) 観測測器

敷地内で使用している観測測器の種類及び観測位置を第1表に示す。

観測に使用した観測測器は、気象庁の検定対象となっているものについては、検定に合格したものが使用され、検定対象外のものについては、定期的に検査が実施され、その結果が反映されている。したがって、本観測測器で観測した気象観測資料を計算に用いることは妥当である。なお、気象観測設備は東海発電所及び東海第二発電所の共用施設である。

第 1 表 観測測器の種類及び観測位置

観測項目	設置条件			観測測器
	場所	地上高 (m)	標高 (m)	
風向・風速	敷地内 露場	10	18	超音波風向風速計
気温	敷地内 露場	1.5	9.5	白金抵抗温度計
日射量	敷地内 露場	1.8	9.8	電気式日射計
放射収支量	敷地内 露場	1.7	9.7	風防型放射収支計
降水量	敷地内 露場	1.0	9.0	転倒ます型雨量計

(3) 2013 年度の気象観測資料

a. 欠測率

相対濃度は、風向及び風速並びに大気安定度（日射量、放射収支量及び風速によって定義される）に依存するため、これらの気象要素が同時に測定できなかった時刻の気象資料では相対濃度を求めることができない。したがって、「気象指針」では、風向及び風速並びに大気安定度のいずれかの気象要素が欠測の場合には、当該時刻の気象観測資料は欠測扱いとすることとされている。また、「気象指針」では、相対濃度の計算に用いる気象観測資料に対し、以下の事項が要求されている。

- ・ 連続した 12 ヶ月間における欠測率は、原則として 10%以下とする。
- ・ 連続した 30 日間において欠測率が 30%以下になるように努めなければならない。

2013 年度の気象観測資料の欠測率は、第 2 表に示すとおり、連続した 12 ヶ月間において 1.4%である。連続した 30 日間において最大の欠測率は 7.4%である。

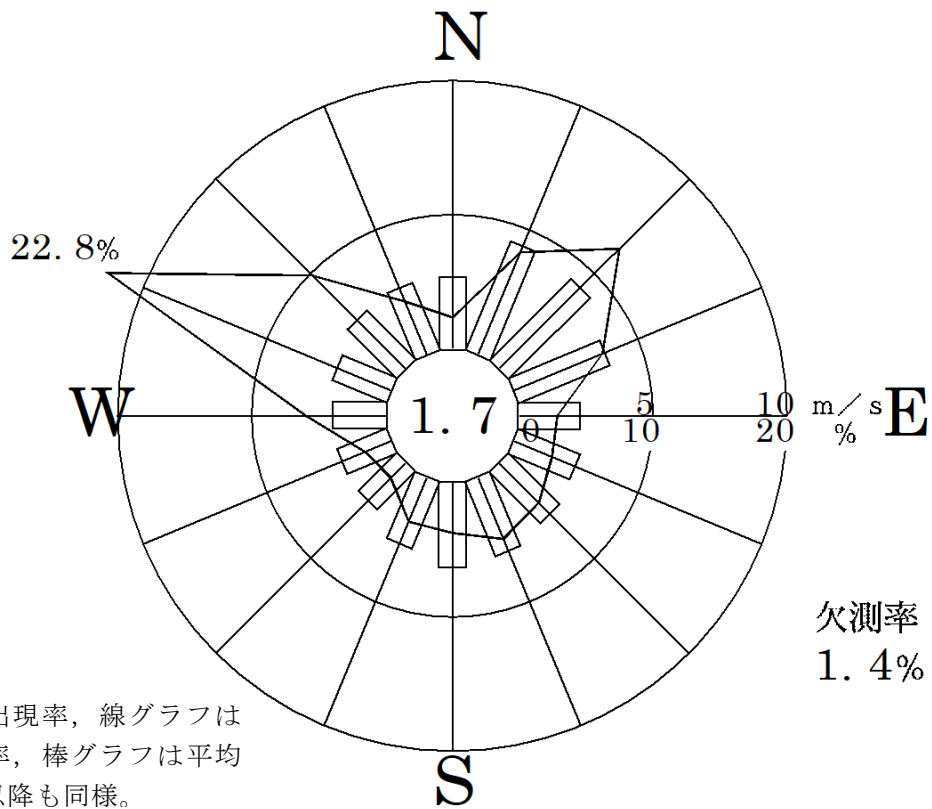
第2表 2013年度の気象観測資料の欠測率

月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
欠測データ数	0	0	0	0	53	53	19
欠測率(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	7.4	2.6
月	11月	12月	1月	2月	3月	計	
欠測データ数	0	0	0	1	0	126	
欠測率(%)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4	

b. 風向

年間及び月別の風配図を第3図，第4図及び第5図に示す。

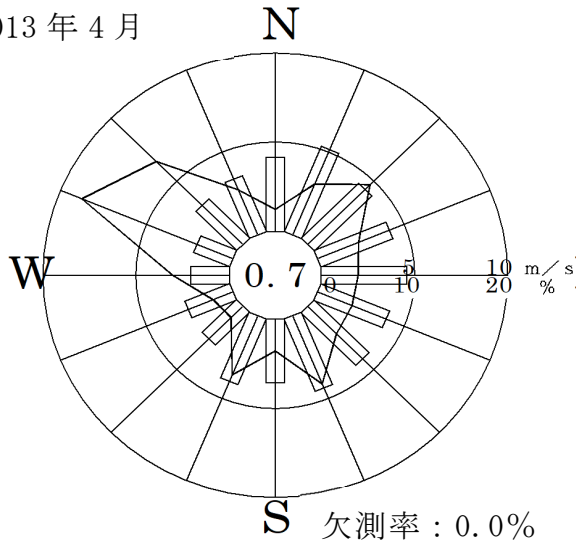
全年では，西北西が最多風向となり，月別では，5月～7月及び9月が北東，10月が北北東，その他の4月，8月，11月～3月の7か月が西北西となる。



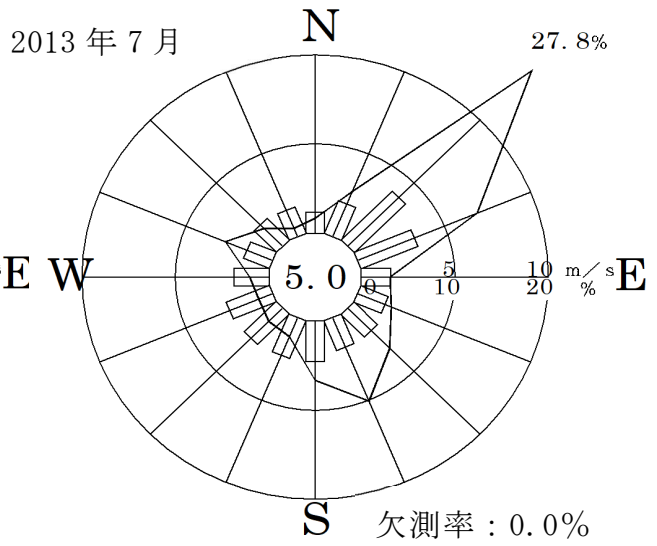
第3図 敷地の風配図（全年：2013年4月から2014年3月）

（地上高10 m，標高18 m）

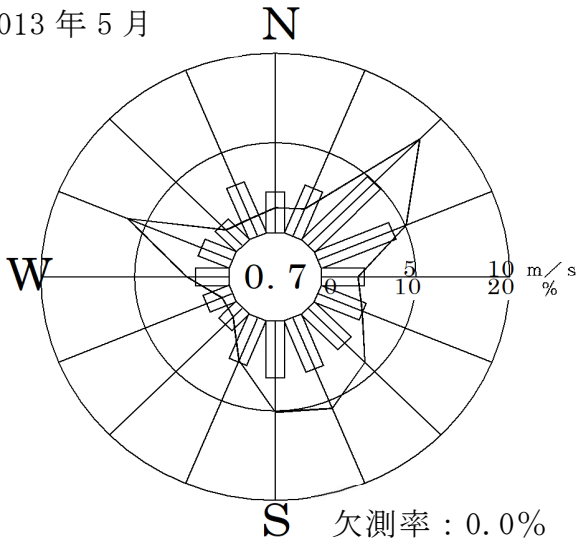
2013年4月



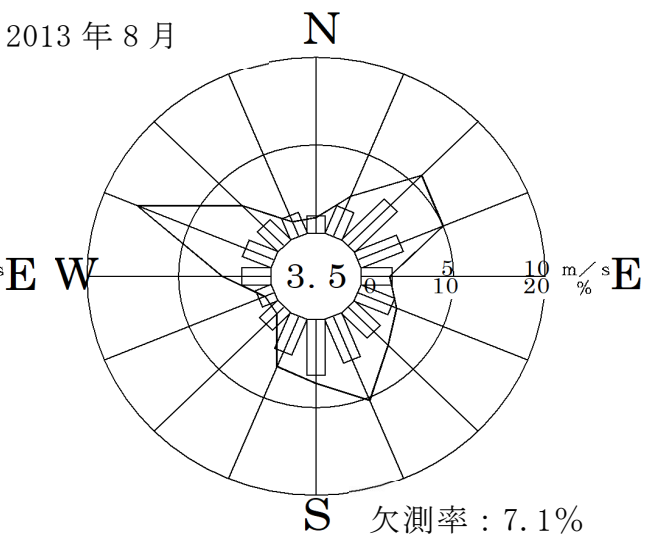
2013年7月



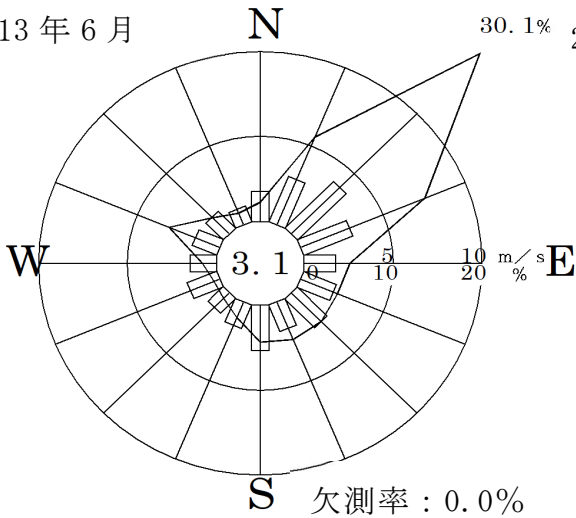
2013年5月



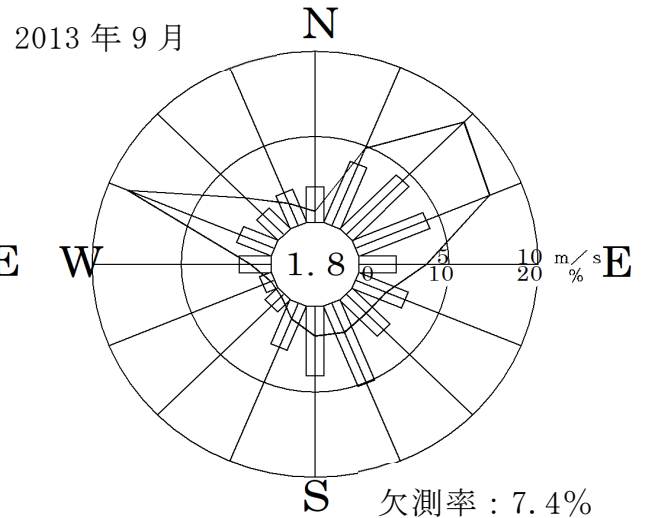
2013年8月



2013年6月

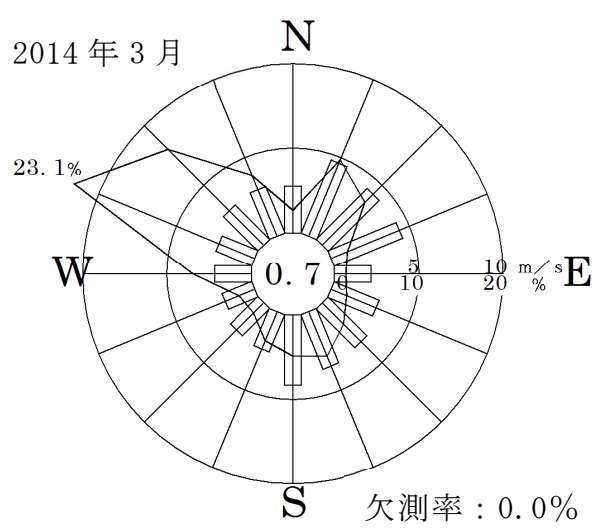
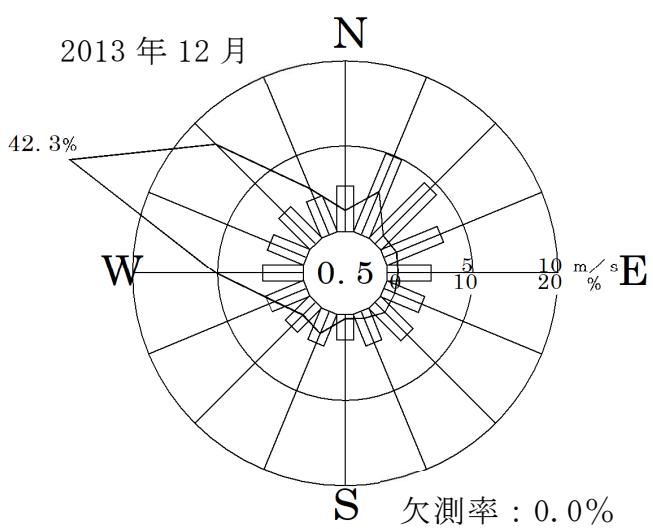
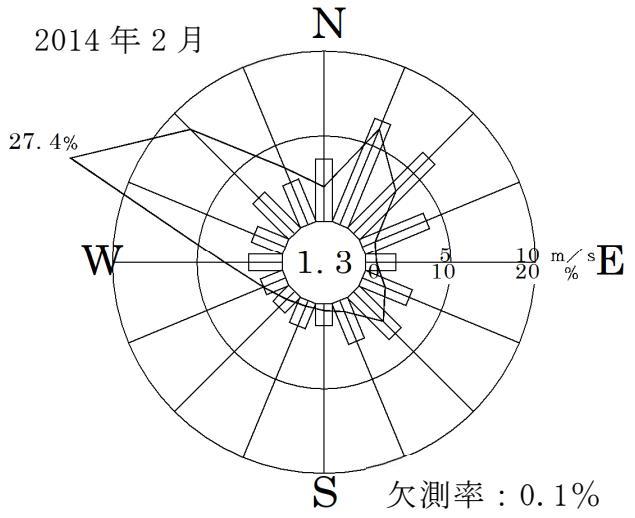
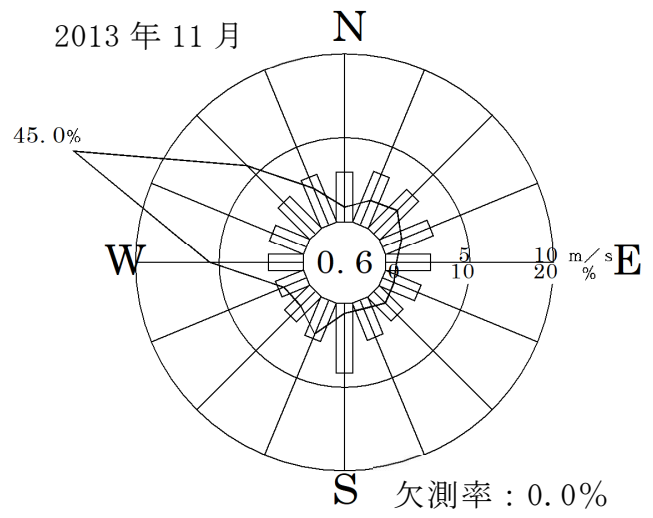
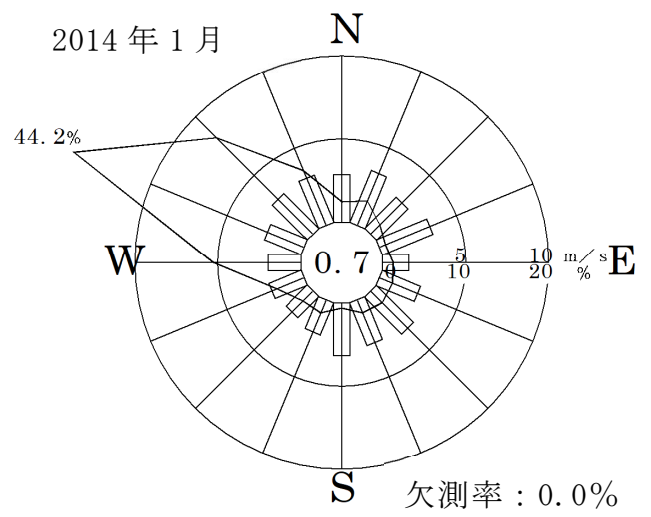
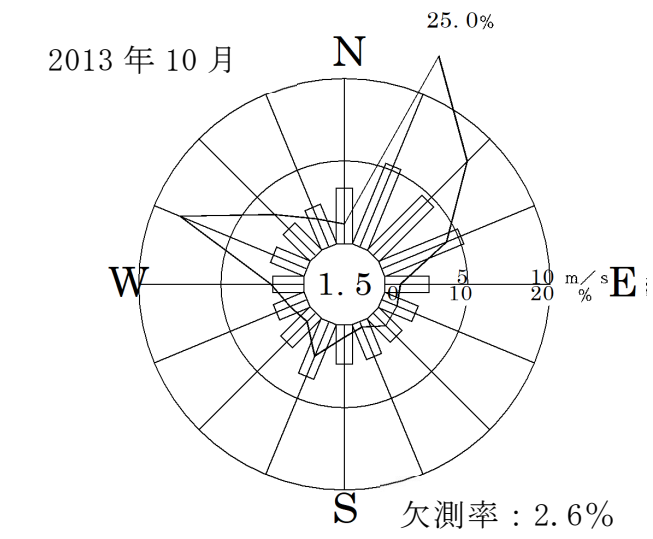


2013年9月



第4図 敷地の風配図 (2013年4月から2013年9月)

(地上高10 m, 標高18 m)



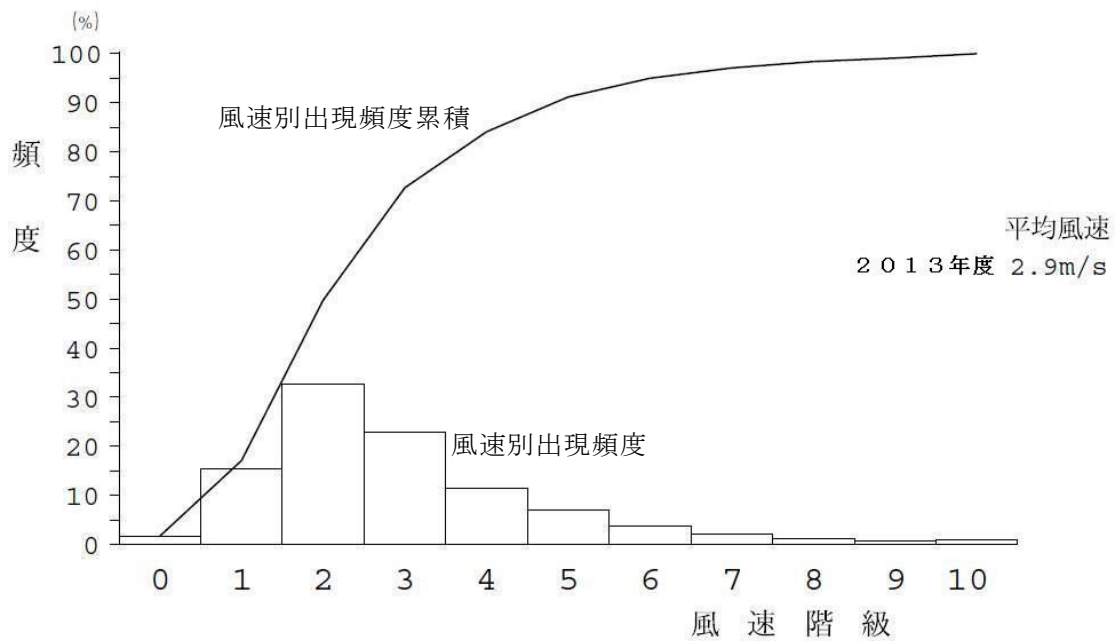
第5図 敷地の風配図 (2013年10月から2014年3月)

(地上高10 m, 標高18 m)

c. 風速

2013 年度の年間風速別出現頻度及び風速別出現頻度累積を第 6 図に、月別風速別出現頻度を第 7 図及び第 8 図に示す。

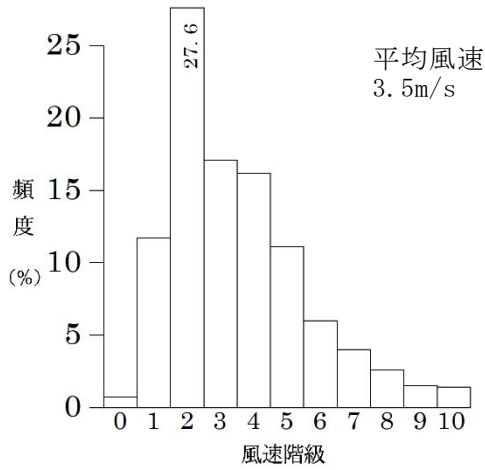
これらによれば、年平均風速は 2.9 m/s であり、各風速階級の出現頻度は 0.5 m/s から 3.4 m/s の範囲の風速が多くなっている。また、静穏（風速 0.5 m/s 未満）の年出現頻度は、 1.7% である。



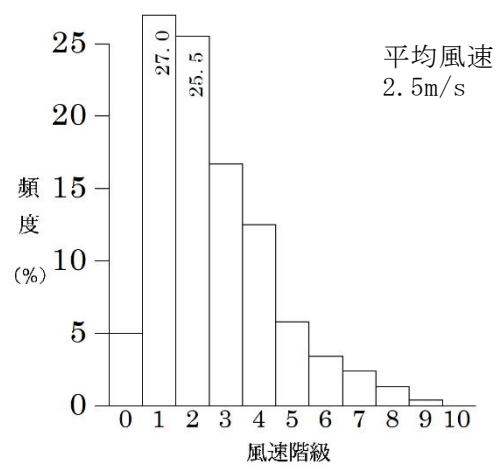
風速階級は以下のとおりの風速範囲となる。以降も同様。
 0 : 0.5 m/s 未満, 1 : 0.5~1.4 m/s, 2 : 1.5~2.4 m/s,
 3 : 2.5~3.4 m/s, 4 : 3.5~4.4 m/s, 5 : 4.5~5.4 m/s,
 6 : 5.5~6.4 m/s, 7 : 6.5~7.4 m/s, 8 : 7.5~8.4 m/s,
 9 : 8.5~9.4 m/s, 10 : 9.5 m/s 以上

第6図 年間風速別出現頻度及び風速別出現頻度累積
 (地上高 10 m, 標高 18 m)

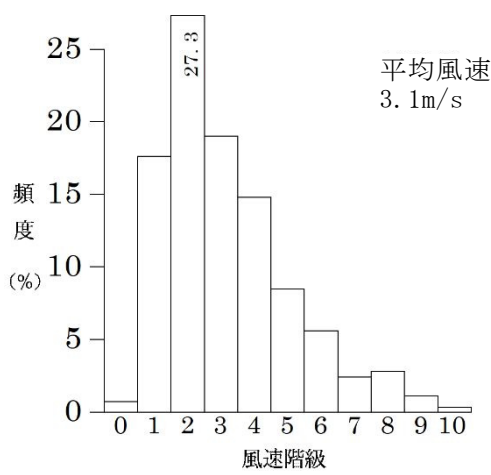
2013年4月



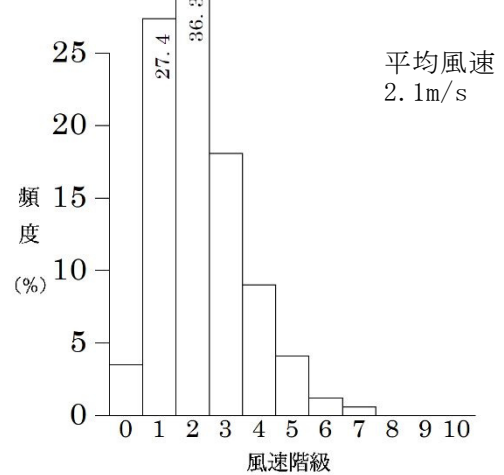
2013年7月



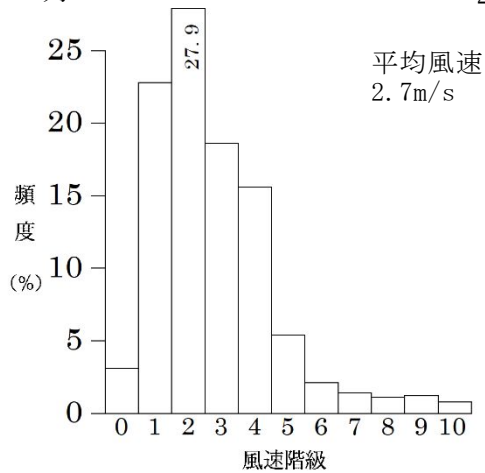
2013年5月



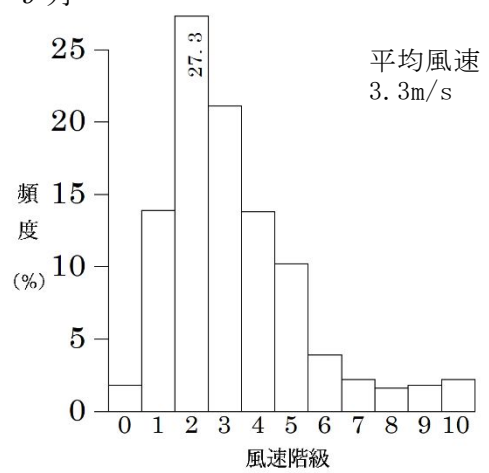
2013年8月



2013年6月



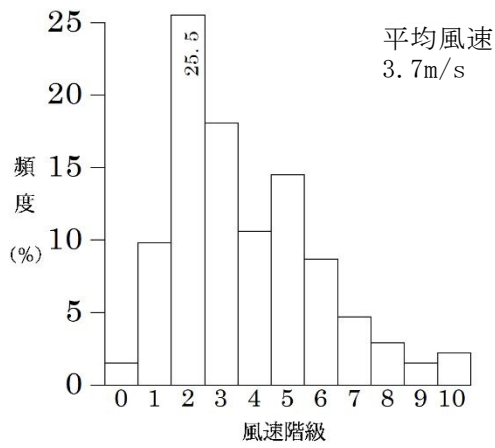
2013年9月



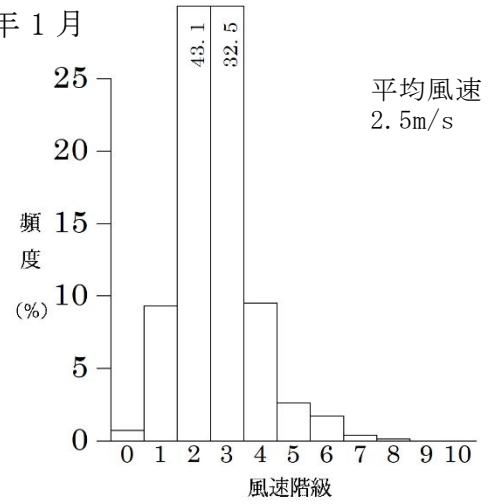
第7図 月別風速別出現頻度 (2013年4月から2013年9月)

(地上高10 m, 標高8 m)

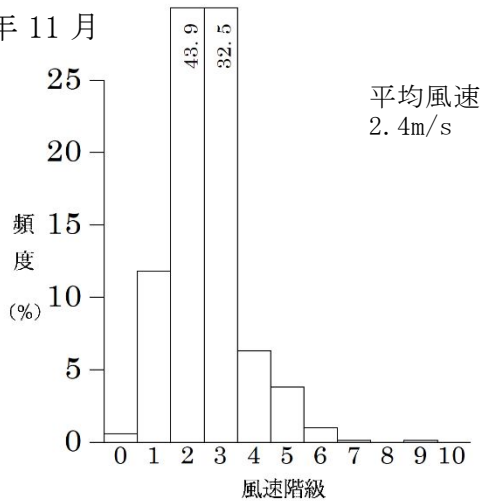
2013年10月



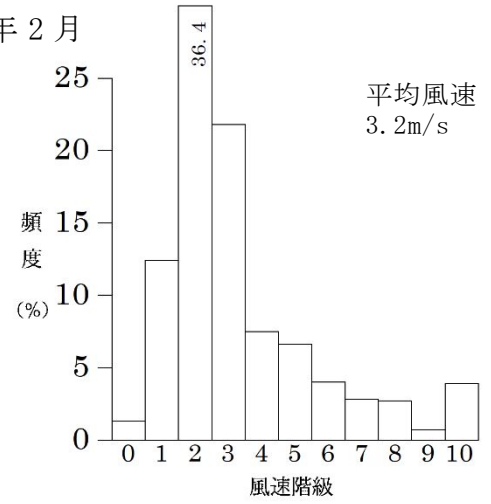
2014年1月



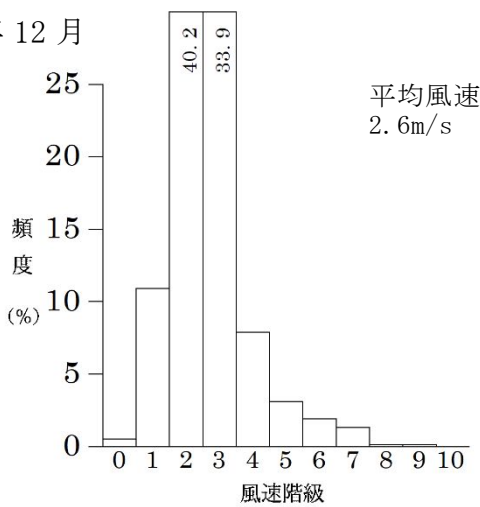
2013年11月



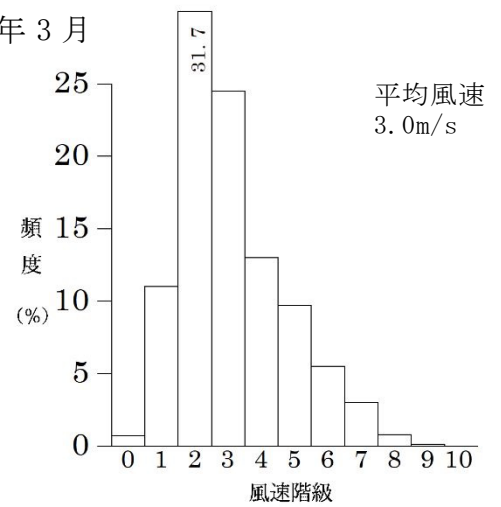
2014年2月



2013年12月



2014年3月



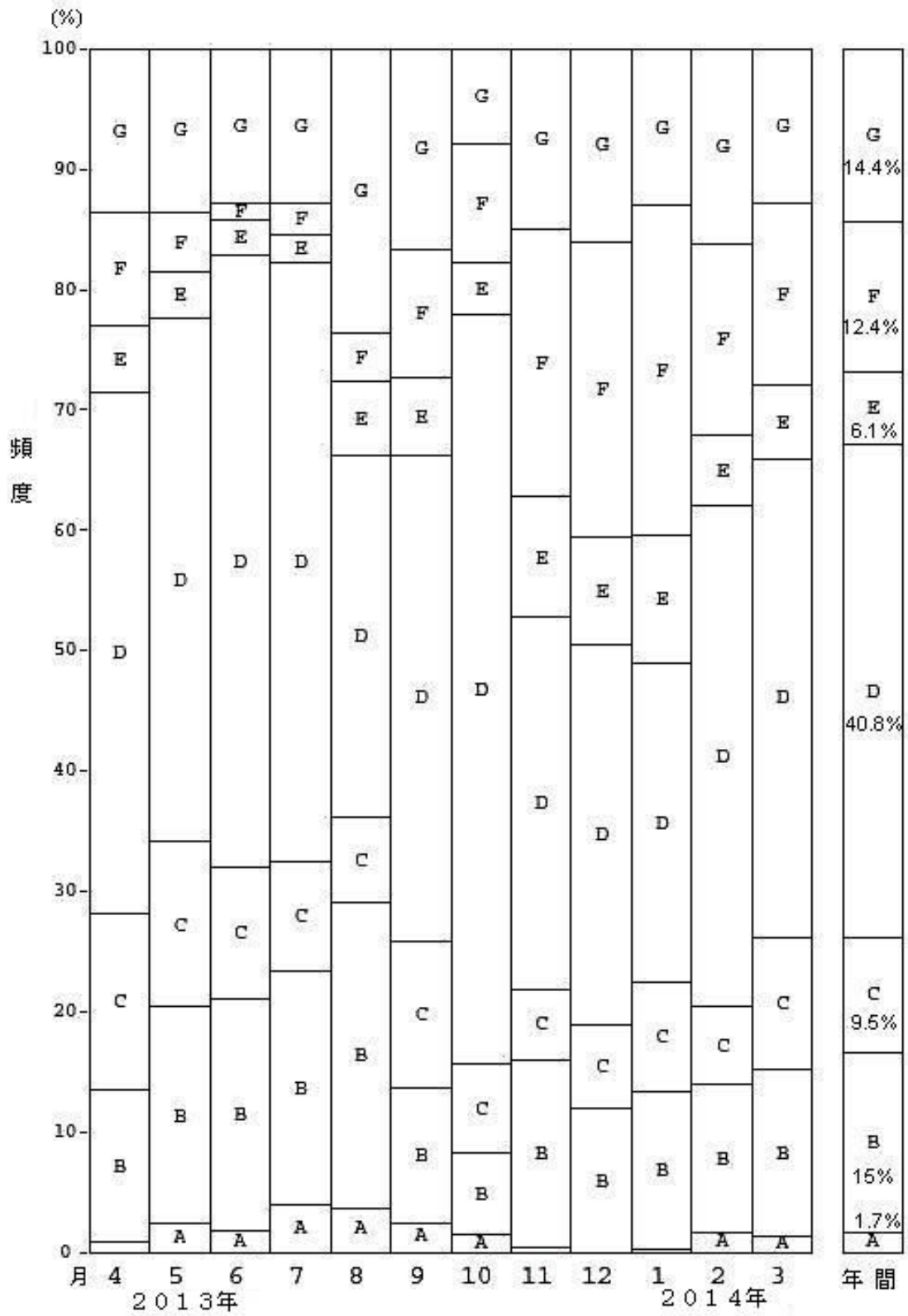
第8図 月別風速別出現頻度 (2013年10月から2014年3月)

(地上高10m, 標高8m)

d. 大気安定度

2013 年度の日射量, 放射収支量及び風速の観測資料を基に「気象指針」に準拠して大気安定度の分類を行った。月別及び年間大気安定度別出現頻度を第 9 図に示す。

2013 年度の年間出現頻度は, A 型から C 型は 26.3%, D 型 (C - D 型含む) は 40.8%, E 型から G 型は 32.9% である。



第9図 月別及び年間大気安定度別出現頻度

1. 3 異常年検定

相対濃度を計算するためには、敷地内で得られたある1年間の気象観測資料（1時間ごとに観測）を用いる必要がある。この1年間の気象観測資料を用いて計算を行うに当たり、敷地の気象の代表性（異常がないこと）を検討する必要があるため、異常年検定を実施する。気象観測資料について、検定年度（1年間）及び比較年度（10年間）は過去11年間（2003年から2013年）のものを用いる。

(1) 異常年検定の方法

異常年検定は不良標本の棄却検定に関するF分布検定の手順に従って行った。この方法は、正規分布をなす母集団に属すると考えられる標本のうち、不良標本を X_0 、その他のものを $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$ とした場合、 X_0 を除く他の n 個の標本の平均を \bar{X} として、標本の分散から見て X_0 と \bar{X} の差が有意ならば X_0 は $X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n$ と同じ集団には属しないと判断する方法である。以下にその手順を示す。

- ① 仮説：不良標本 X_0 と他の標本 (\bar{X}) との間に有意な差はないとする。
- ② F_0 を計算する。

$$F_0 = \frac{(n-1)(X_0 - \bar{X})^2}{(n+1)S^2}$$

ただし、

$$S^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(X_i - \bar{X})^2}{n}$$

- ③ 自由度 $\nu_1 = 1$ 、 $\nu_2 = n - 1$ を求める。
- ④ 有意水準（危険率） α を決めて、F分布表により $F_{\nu_2}^{\nu_1}(\alpha)$ の値を求める。

⑤ F_0 と $F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$ を比較して

$F_0 \geq F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$ ならば仮説棄却 ($X_0 \neq \bar{X}$)

$F_0 < F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$ ならば仮説採択 ($X_0 = \bar{X}$)

とする。

⑥ 危険率 α での棄却限界を求めるためには、 $F_0 = F_{v_2}^{v_1}(\alpha)$ とにおいて X_0 を計算すればよい。

$$X_0 = \bar{X} \pm S \sqrt{\frac{(n+1)}{(n-1)} \cdot F_{v_2}^{v_1}(\alpha)}$$

危険率 α の値は、仮説の採択又は棄却の判断にどの程度誤りを許容するかによって変える必要があるが、一般に5%と考えておけばよいと考えられる。

(2) 異常年検定の検定項目

相対濃度は、風向、風速及び大気安定度（日射量、放射収支量及び風速によって定義される）に依存する。つまり、相対濃度の計算に用いる気象観測資料として異常がないことの必要条件是、敷地で観測した気象要素の異常年検定において風向及び風速並びに大気安定度に異常がないことである。一方、異常年検定の検定項目として大気安定度は要求されていない。そのため、風向及び風速を異常年検定に用いる気象要素とする。また、複数の気象観測資料を比較するに当たり、気象観測資料ごとに欠測数等が異なることによって出現回数による比較が困難となるため、風向別出現頻度及び風速別出現頻度を異常年検定の検定項目とする。

(3) 検定の判断基準

異常年検定において検定対象に異常がないとする判定基準として、危険率5%を用いる。

(4) 異常年検定結果

2013年度の風向別出現頻度の検定結果を第3表、風速別出現頻度の検定結果を第4表に示す。

これによると、風向出現頻度の検定結果において2方位が棄却される結果となったが、「(3) 検定の判断基準」に従い、2013年度の気象観測資料は10年間(2003年度から2012年度)と比較して異常がなく、敷地の気象の代表性を有していると判断した。さらに、2013年度の気象観測資料は、至近の10年(2009年度から2019年度。ただし、2013年度を除く。)と比較しても異常がなく、代表性に問題ないことを確認している。至近の10年(2009年度から2019年度。ただし、2013年度を除く。)と比較した場合の2013年度の風向別出現頻度の検定結果を第5表、風速別出現頻度の検定結果を第6表に示す。

第3表 風向別出現頻度の異常年検定結果

(検定年度：2013年度，比較年度：2003年度～2012年度)

観測場所：敷地内露場（標高8 m，地上高10 m）（％）

項目 風向	比較年											検定年	危険率5%		判定 採択：○ 棄却：×
	2003 出現率	2004 出現率	2005 出現率	2006 出現率	2007 出現率	2008 出現率	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	10年平均	2013 出現率	上限値	下限値	
NNE	12.11	10.30	9.93	10.12	7.29	9.57	11.21	9.18	11.62	8.49	9.98	8.24	13.44	6.52	○
NE	17.57	13.28	15.15	15.27	15.17	17.51	16.15	12.25	12.18	11.58	14.61	12.60	19.80	9.42	○
ENE	3.90	3.74	4.49	4.51	5.42	6.41	5.52	5.07	4.14	6.39	4.96	7.34	7.24	2.67	×
E	2.84	2.62	2.60	3.14	3.05	2.44	2.85	2.19	1.78	1.78	2.53	2.84	3.67	1.38	○
ESE	3.30	3.81	3.49	4.26	3.44	3.44	3.98	3.36	3.25	2.38	3.47	3.01	4.67	2.28	○
SE	5.80	5.63	5.73	5.54	4.29	4.37	4.59	5.21	4.53	4.58	5.03	4.04	6.48	3.58	○
SSE	3.99	5.62	4.59	4.11	5.03	4.47	4.63	6.32	5.73	6.01	5.05	4.96	6.99	3.11	○
S	2.63	3.85	2.31	3.14	3.68	3.79	3.25	4.55	3.54	4.20	3.49	3.69	5.12	1.87	○
SSW	3.07	3.20	2.36	3.04	3.19	2.35	3.28	3.64	3.38	3.39	3.09	3.47	4.10	2.08	○
SW	1.35	1.08	1.22	1.02	1.53	1.09	1.06	1.00	1.12	1.27	1.17	1.47	1.57	0.77	○
WSW	2.48	2.15	2.40	1.49	1.44	1.25	2.47	2.66	2.34	1.91	2.06	1.97	3.26	0.86	○
W	10.01	11.71	10.13	5.52	4.73	4.55	6.91	6.99	7.88	6.34	7.48	5.87	13.25	1.70	○
WNW	18.46	19.53	21.68	22.87	24.91	22.81	21.72	22.62	22.60	22.88	22.01	22.63	26.35	17.66	○
NW	6.03	6.52	7.42	7.98	9.65	8.87	6.09	7.67	8.35	10.93	7.95	9.78	11.69	4.21	○
NNW	2.33	2.61	2.65	3.19	3.51	3.10	2.43	2.87	3.04	3.49	2.92	4.17	3.91	1.93	×
N	2.85	2.50	2.15	3.21	2.57	2.17	2.52	2.81	2.62	2.39	2.58	2.26	3.34	1.82	○

第4表 風速別出現頻度の検定結果

(検定年度：2013年度，比較年度：2003年度～2012年度)

観測場所：敷地内露場（標高8 m，地上高10 m）（%）

項目 風速	比較年											検定年	危険率5%		判定 採択：○ 棄却：×
	2003 出現率	2004 出現率	2005 出現率	2006 出現率	2007 出現率	2008 出現率	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	10年平均	2013 出現率	上限値	下限値	
0.0～0.4	1.29	1.85	1.69	1.59	1.11	1.82	1.35	1.60	1.90	2.00	1.62	1.68	2.31	0.92	○
0.5～1.4	13.24	14.96	15.14	15.47	14.40	15.93	13.88	15.83	15.92	16.73	15.15	15.60	17.67	12.63	○
1.5～2.4	28.56	31.22	32.77	30.79	32.03	33.39	32.69	32.91	33.15	31.38	31.89	32.64	35.36	28.41	○
2.5～3.4	21.80	22.97	20.88	21.58	21.70	21.95	23.48	23.08	23.60	21.94	22.30	22.79	24.47	20.13	○
3.5～4.4	11.31	9.77	10.16	10.40	10.95	10.88	10.69	11.19	10.19	10.67	10.62	11.34	11.78	9.46	○
4.5～5.4	9.27	6.25	7.09	7.31	6.89	6.66	7.22	6.75	6.01	7.06	7.05	7.04	9.15	4.96	○
5.5～6.4	6.23	4.34	4.79	4.70	4.69	4.15	3.91	3.58	4.17	4.48	4.50	3.78	6.20	2.81	○
6.5～7.4	3.92	3.30	3.01	3.38	3.31	2.25	2.60	2.02	2.44	2.63	2.88	2.19	4.29	1.48	○
7.5～8.4	2.18	2.34	2.29	2.02	2.24	1.20	1.70	1.39	1.25	1.55	1.82	1.37	2.88	0.75	○
8.5～9.4	1.07	1.33	1.09	1.17	1.24	0.86	1.20	0.72	0.60	0.72	1.00	0.71	1.60	0.39	○
9.5～	1.13	1.67	1.10	1.59	1.45	0.90	1.30	0.94	0.75	0.84	1.17	0.86	1.93	0.40	○

第5表 風向別出現頻度の異常年検定結果

(検定年度：2013年度，比較年度：2009年度～2019年度（2013年度を除く）)

観測場所：敷地内露場（標高8 m，地上高10 m）（%）

項目 風向	比較年											検定年	危険率5%		判定 採択：○ 棄却：×
	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	2014 出現率	2015 出現率	2016 出現率	2017 出現率	2018 出現率	2019 出現率	10年平均	2013 出現率	上限値	下限値	
NNE	11.21	9.18	11.62	8.49	8.84	11.06	7.42	5.55	4.97	4.86	8.32	8.24	14.42	2.22	○
NE	16.15	12.25	12.18	11.58	12.33	13.45	13.80	13.95	12.64	14.30	13.26	12.60	16.48	10.05	○
ENE	5.52	5.07	4.14	6.39	6.61	7.12	5.76	9.53	9.18	11.85	7.12	7.34	12.75	1.48	○
E	2.85	2.19	1.78	1.78	2.14	3.40	2.55	2.55	2.72	3.89	2.58	2.84	4.19	0.98	○
ESE	3.98	3.36	3.25	2.38	3.47	2.82	2.51	3.39	3.72	5.21	3.41	3.01	5.33	1.49	○
SE	4.59	5.21	4.53	4.58	4.56	4.03	3.15	4.23	3.57	2.91	4.14	4.04	5.85	2.42	○
SSE	4.63	6.32	5.73	6.01	4.74	5.63	4.79	5.43	3.98	4.54	5.18	4.96	6.96	3.40	○
S	3.25	4.55	3.54	4.20	3.42	3.50	3.16	0.89	0.85	0.99	2.84	3.69	6.15	-0.47	○
SSW	3.28	3.64	3.38	3.39	3.14	3.32	2.49	1.01	1.49	1.01	2.61	3.47	5.10	0.13	○
SW	1.06	1.00	1.12	1.27	1.34	1.78	2.23	3.42	4.63	2.91	2.08	1.47	4.98	-0.83	○
WSW	2.47	2.66	2.34	1.91	2.52	1.97	2.75	4.13	4.90	3.39	2.90	1.97	5.19	0.62	○
W	6.91	6.99	7.88	6.34	6.41	5.74	12.19	14.03	13.77	12.66	9.29	5.87	17.39	1.19	○
WNW	21.72	22.62	22.60	22.88	24.11	20.77	22.50	19.35	20.28	17.72	21.45	22.63	26.01	16.90	○
NW	6.09	7.67	8.35	10.93	9.37	7.93	6.80	4.58	5.01	6.23	7.30	9.78	11.95	2.64	○
NNW	2.43	2.87	3.04	3.49	3.20	3.09	3.01	1.90	2.48	2.00	2.75	4.17	4.00	1.50	×
N	2.52	2.81	2.62	2.39	2.16	2.70	2.90	3.27	3.36	3.35	2.81	2.26	3.79	1.82	○

第6表 風速別出現頻度の検定結果

(検定年度：2013年度，比較年度：2009年度～2019年度（2013年度を除く）)

観測場所：敷地内露場（標高8 m，地上高10 m）（%）

項目 風速	比較年											検定年	危険率5%		判定 採択：○ 棄却：×
	2009 出現率	2010 出現率	2011 出現率	2012 出現率	2014 出現率	2015 出現率	2016 出現率	2017 出現率	2018 出現率	2019 出現率	10年平均	2013 出現率	上限値	下限値	
0.0～0.4	1.35	1.60	1.90	2.00	1.64	1.70	1.98	2.77	2.45	2.19	1.96	1.68	2.97	0.95	○
0.5～1.4	13.88	15.83	15.92	16.73	15.63	16.08	19.78	26.85	25.99	23.60	19.03	15.60	30.30	7.76	○
1.5～2.4	32.69	32.91	33.15	31.38	33.04	31.24	34.46	37.60	36.68	34.01	33.72	32.64	38.63	28.80	○
2.5～3.4	23.48	23.08	23.60	21.94	24.23	23.94	20.85	18.82	20.13	20.72	22.08	22.79	26.50	17.66	○
3.5～4.4	10.69	11.19	10.19	10.67	11.65	11.54	10.33	8.38	9.12	10.22	10.40	11.34	12.83	7.97	○
4.5～5.4	7.22	6.75	6.01	7.06	6.89	7.48	6.37	3.64	3.87	5.00	6.03	7.04	9.33	2.73	○
5.5～6.4	3.91	3.58	4.17	4.48	3.36	4.17	3.02	1.17	1.08	2.05	3.10	3.78	6.07	0.13	○
6.5～7.4	2.60	2.02	2.44	2.63	1.59	1.93	1.62	0.46	0.43	0.88	1.66	2.19	3.63	-0.31	○
7.5～8.4	1.70	1.39	1.25	1.55	0.94	1.05	0.74	0.16	0.11	0.46	0.94	1.37	2.26	-0.39	○
8.5～9.4	1.20	0.72	0.60	0.72	0.47	0.49	0.46	0.10	0.07	0.19	0.50	0.71	1.31	-0.30	○
9.5～	1.30	0.94	0.75	0.84	0.56	0.37	0.40	0.06	0.07	0.67	0.59	0.86	1.52	-0.33	○

1. 4 相対濃度の計算に用いる距離の設定

相対濃度の計算に当たっては、評価地点から敷地境界まで方位別の距離を設定する必要がある。ここでは、廃棄物埋設地から敷地境界までの距離を設定するに当たっての考え方及びその方法について述べる。

(1) 測定条件

a. 測定に用いる図面

測定に用いた図面は、廃棄物埋設地を含めたCAD図である。

b. 放出源の考え方

異常時における放射性物質の放出源は、その位置を特定することが困難であるため、保守的に敷地境界に近くなる廃棄物埋設地の外周とする。

c. 方位の考え方

距離の設定に当たっては、16方位（真方位）に対し、放出源と敷地境界との距離が最短となるよう設定する。

(2) 測定方法及び測定結果

廃棄物埋設地から敷地境界までの16方位最短距離は、以下の方法により測定した。

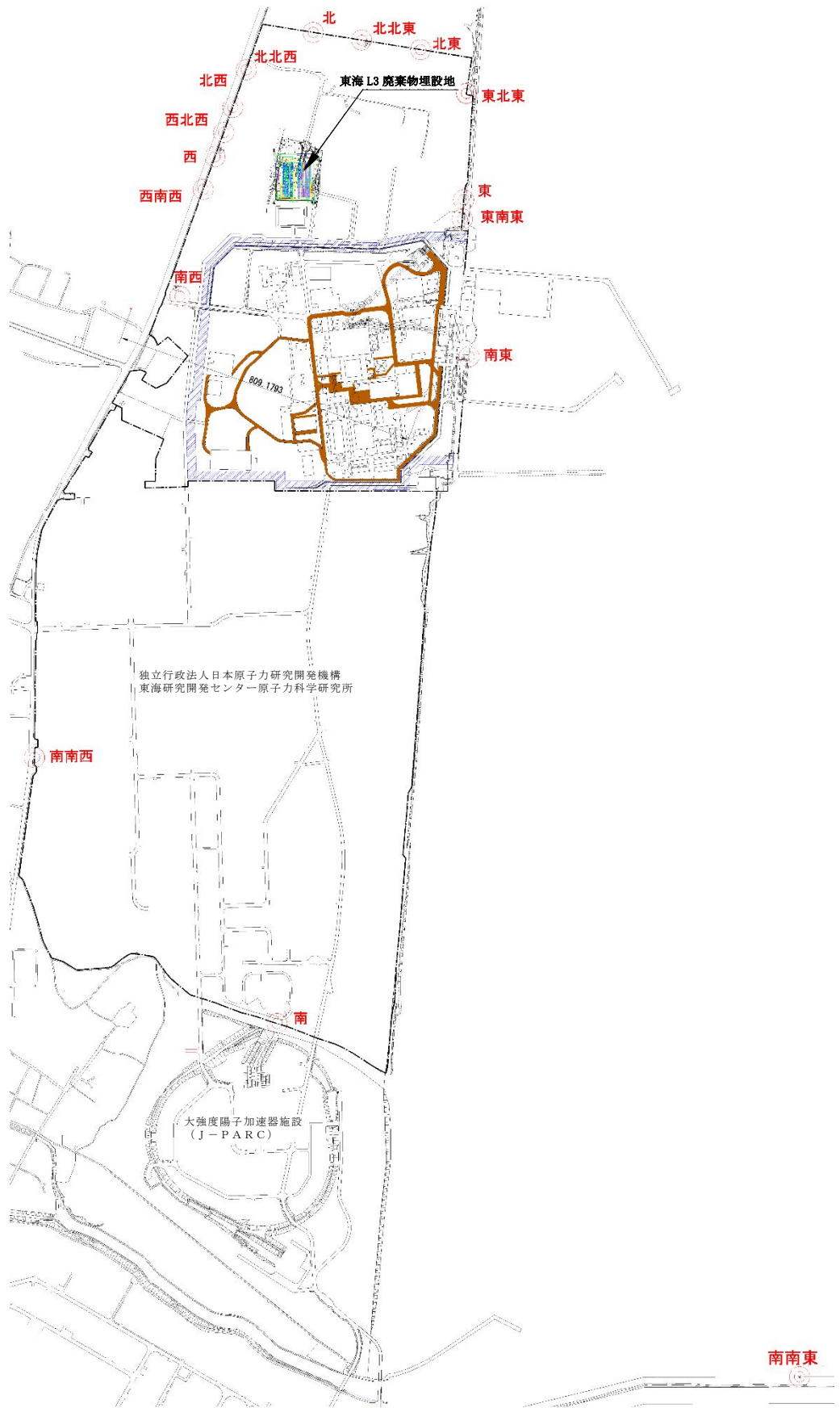
a. 測定方法

測定は図面実測により行った。放出源は敷地境界に近くなるように、廃棄物埋設地の端部の5か所（北東端、北西端、西突出部、南北端、南東端）に位置するとし、5か所からそれぞれ16方位の方向の敷地境界までの距離を測定した。

b. 測定結果及び数値の丸め方

測定結果で最も敷地境界までの距離が短くなったのは、北西端から西

北西方向であり、167 m であった。第 10 図に距離の測定に使用した図面を示す。測定値は若干の誤差を含むものであると思われるため、測定値を保守的に 1 の位を切り捨て処理した距離を設定値とする。廃棄物埋設地から敷地境界までの距離の設定値を第 7 表に示す。



第 10 図 廃棄物埋設地から敷地境界までの 16 方位の最短距離の測定

第7表 敷地境界までの距離の設定値

方位	敷地境界までの16方位最短距離 (m)	
	図面による測定値	設定値
北北東	336	330
北東	403	400
東北東	440	440
東	402	400
東南東	429	420
南東	588	580
南南東	3,382	3,380
南	2,191	2,190
南南西	1,686	1,680
南西	364	360
西南西	226	220
西	178	170
西北西	167	160
北西	185	180
北北西	249	240
北	331	330

1. 5 相対濃度の計算

気象指針の考えに従い、気象観測資料により相対濃度を計算する。

気象指針は、発電用原子炉施設の平常運転時及び異常時における線量評価に際し、大気中における放射性物質の拡散状態を推定するために必要な気象観測方法、観測値の統計処理方法及び大気拡散の解析方法を定めたものである。ここでは、異常時の相対濃度の考え方やその算出方法について述べる。

(1) 異常時の相対濃度の考え方

相対濃度は毎時の風向、風速及び大気安定度を用いて計算された単位放出率当たりの当該時刻での風下濃度であり、大気中の拡散希釈の程度を表すものである。異常時においては、稀な気象条件下の濃度を導くため、相対濃度の出現確率は経験的に97%が採用される。

実気象を用いた相対濃度の計算では、代表性を有する1年の気象観測資料を基に計算し、方位(風向)別に相対濃度を小さい値から並べて整理し、97%において最大となる方位の値を異常時における線量評価に使用する相対濃度とする。

「気象指針」では、異常時(想定事故時)における放射性物質の拡散について、以下のように解説している。

想定事故時における放射性物質の放出量及び放出条件(放出継続時間、放出源の有効高さ等)が定められると、風下の着目地点における放射性物質の濃度は、放出時の気象条件によって定まる。

しかし、想定事故が発生した時に遭遇する気象条件は、あらかじめ知ることはできないので、この場合の気象条件は、確率的な手法で解析しなければならない。

このため指針では基本拡散式から導かれる χ/Q をもとに解析することとした。

「(中略)」

χ/Q は、毎時の風向、風速及び大気安定度を用いて計算した単位放出率当たりの当該時刻における風下濃度であり、いわば、大気中における拡散希釈の程度を表わすものである。

指針では、想定事故時においてめったに遭遇しない気象条件下の濃度を導くため、相対濃度の出現確率は過去の経験に照らして97%を採用して解析することとした。

(2) 相対濃度の計算

a. 相対濃度の計算式

気象指針の考えに従い、基本拡散式から導出される相対濃度は以下の

①式のとおり。

$$\chi/Q = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (\chi/Q)_i \cdot \delta_i \quad \dots \textcircled{1}$$

χ/Q : 実効放出継続時間中の相対濃度 (s/m^3)

T : 実効放出継続時間 (h)

$(\chi/Q)_i$: 時刻 i における相対濃度 (s/m^3)

δ_i : 時刻 i において風向きが当該方向にあるとき $\delta_i = 1$

時刻 i において風向きが他の方位にあるとき $\delta_i = 0$

$(\chi/Q)_i$ の計算に当たっては、短時間放出のため、方位内で風向き軸が一定と仮定して②式で計算する。

$$(X/Q)_i = \frac{1}{\pi \cdot \delta_{yi} \cdot \delta_{zi} \cdot U_i} \cdot \exp\left[-\frac{H^2}{2\delta_{zi}^2}\right] \quad \dots \textcircled{2}$$

δ_{yi} : 時刻 i における濃度分布の y 方向の拡がりのパラメータ (m)

δ_{zi} : 時刻 i における濃度分布の z 方向の拡がりのパラメータ (m)

U_i : 時刻 i における風速 (m/s)

H : 放出源の有効高さ (m)

b. 濃度分布の広がりパラメータ δ_y 及び δ_z

②式に示される濃度分布の拡がりのパラメータ δ_y 及び δ_z は一般的に以下の値が用いられる。

$$\delta_y = 0.67775 \cdot \theta_{0.1} \cdot (5 - \log x) \cdot x$$

$$\delta_z = \min(\delta_1 \cdot x^{a_1 + a_2 \log x + a_3 (\log x)^2}, 1000)$$

ここで、 x は式境界までの距離 (km)、その他のパラメータは第 8 表で与えられる。

第8表 δ_y 及び δ_z の値を求めるに当たり使用する各パラメータの数値

大 気 安 定 度	$\theta_{0.1}$	δ_1		a_1		a_2		a_3	
		$x \geq$ 0.2km	$x <$ 0.2km	$x \geq$ 0.2km	$x <$ 0.2km	$x \geq$ 0.2km	$x <$ 0.2km	$x \geq$ 0.2km	$x <$ 0.2km
A	50	768.1	165	3.9077	1.07	3.898	0	1.7330	0
B	40	122.0	83.7	1.4132	0.894	0.49523	0	0.12772	0
C	30	58.1	58.0	0.8916	0.891	-0.001649	0	0.0	0
D	20	31.7	33.0	0.7626	0.854	-0.095108	0	0.0	0
E	15	22.2	24.4	0.7117	0.854	-0.12697	0	0.0	0
F	10	13.8	15.5	0.6582	0.822	-0.1227	0	0.0	0

(3) 相対濃度の計算

a. 相対濃度の計算対象

相対濃度の計算の対象とする施設は廃棄物埋設地とする。

b. 相対濃度の計算の前提条件

計算式は、「気象指針」に示される基本拡散式から導かれる相対濃度の計算式を使用し、1方向のみへの拡散を考慮した。

c. 相対濃度の計算に使用する気象観測資料

敷地内の気象観測点にて2013年度に観測した1時間ごとの気象観測資料を使用した。

d. 気象観測資料の取扱い

「気象指針」の考えに従い、気象観測資料は相対濃度の計算過程では以下のように取り扱った。

- ・ 中間安定度A-B, B-C, C-Dについては、A-BはBに、B-CはCに、C-DはDに、また夜間の2 m/s未満の欄のGはFとみなして処理する。
- ・ 0.5 m/s未満の風速は一律0.5 m/sとして取り扱う。
- ・ 静穏時の風向は静穏出現前の風向として取り扱う。

この点について「気象指針」では以下のように解説している。

静穏時における拡散は、有風時と同様に取り扱うべきではないが、現在適切な実用拡散式がないため、次の理由から便宜上風速を0.5 m/sとして有風時の拡散式に適用することとした。

感度のよい微風向・微風速計では静穏時でも0.5 m/s以上の風速を示していることが多く、また、静穏時における放射性雲からのガンマ線被曝も極端に高い実測値が得られていないことから、

静穏時においても大気による拡散希釈は行われているものと考えられる。

指針では、このような事実を考慮して、静穏時は風速 0.5m/s として有風時の拡散式を適用することとした。静穏時の風向については、平常時運転時の場合には、静穏時の微風向・微風速計による風向分布が 0.5~2.0m/s の風向分布にはほぼ一致することから 0.5~2.0m/s の風向出現頻度に比例配分することとした。

また、想定事故時の場合には、風向の持続性等を考慮して静穏時の風向は、静穏出現間の風向とすることとした。

e. 放出源から敷地境界までの距離の設定

敷地境界までの 16 方位最短距離は、第 7 表に示した設定値を用いた。

(4) 計算結果

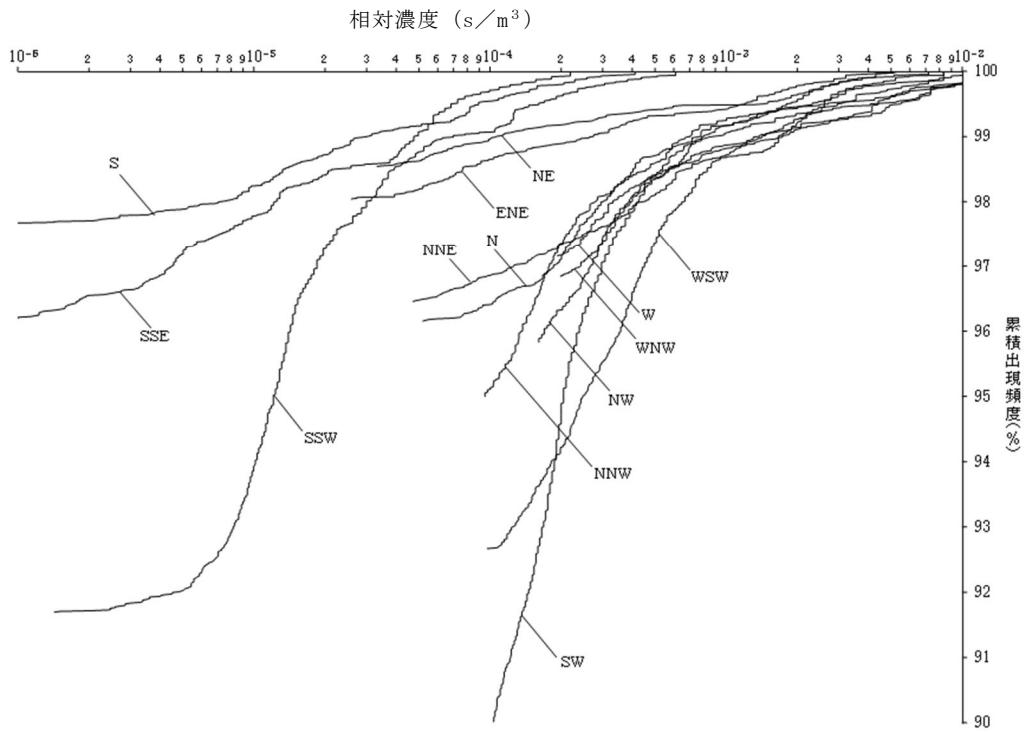
2013 年度の相対濃度の計算結果を第 9 表に示す。表中の方位は風下、相対濃度の値は、切り上げ処理したものを記載している。

各方位の累積出現頻度 97% を 16 方位の相対濃度とし、相対濃度が最大となる方位を採用した。

また、廃棄物埋設地における方位別相対濃度の累積出現頻度を第 11 図に示す。図中の方位は風下を記載している。

第9表 相対濃度の計算結果

方位	距離 (m)	相対濃度 (s/m ³)
西南西	220	4.6×10^{-4}



第11図 方位別相対濃度の累積出現頻度

1. 6 まとめ

敷地で観測した過去 11 年間（2003 年度から 2013 年度）の気象観測資料を用いて異常年検定及び相対濃度の計算を行った結果を以下にまとめる。

- ・ 敷地で観測した過去 11 年間（2003 年度から 2013 年度）の気象観測資料について、異常年検定として危険率 5%での棄却検定を行った。その結果として 2013 年度の気象観測資料は異常ではない気象観測資料であることを確認した。
- ・ 敷地で観測した 2013 年度の気象観測資料より敷地埋設地について相対濃度の計算を行ったところ、 $4.6 \times 10^{-4} \text{ s/m}^3$ （西南西）であった。

1. 7 参考文献

- (1) 原子力安全委員会（平成 13 年）：発電用原子炉施設の安全解析に関する
気象指針

以上