

JAERI-Data/Code
2002-022



JP0250572



事故放出トリチウムに対する
公衆被ばく線量評価コードACUTRI

2002年11月

横山 須美・野口 宏・龍福 進*・佐々木 利久*・黒澤 直弘*

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の間合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken, 319-1195, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 2002

編集兼発行 日本原子力研究所

事故放出トリチウムに対する公衆被ばく線量評価コード ACUTRI

日本原子力研究所東海研究所保健物理部

横山 須美・野口 宏・龍福 進*・佐々木 利久*・黒澤 直弘*

(2002年10月8日受理)

D-T 燃焼核融合炉の燃料として使用されるトリチウムは、国際熱核融合実験炉 (ITER) のような核融合実験炉の安全評価上最も重要な核種である。そこで、わが国における核融合実験炉の許可申請や安全評価法の検討に資するため、施設の事故時に大気中に放出されるトリチウムに対する公衆被ばく線量評価コード ACUTRI を開発した。ACUTRI は、トリチウム特有の環境中移行モデルと国際放射線防護委員会 (ICRP) の線量評価モデルに基づき個人のトリチウム線量を評価するコードである。本コードは、従来の原子力施設に対する安全評価法との整合性を図るため、原子力安全委員会の指針に準じた気象に関する統計計算も可能となっている。トリチウムガス (HT) とトリチウム水 (HTO) の大気拡散モデルにはガウスプルームモデルを使用した。本コードで考慮した内部被ばく経路は、施設から大気中に放出されたトリチウムの1次プルームからの吸入被ばく及び地表面に沈着した後、大気へ再放出したトリチウムの2次プルームによる吸入被ばくである。本報告書は、ACUTRI コードの概要、使用マニュアル、試算結果等についてまとめたものである。

ACUTRI: A Computer Code for Assessing Doses to the General Public due to Acute Tritium Releases

Sumi YOKOYAMA, Hiroshi NOGUCHI,
Susumu RYUFUKU*, Toshihisa SASAKI* and Naohiro KUROSAWA*

Department of Health Physics
Tokai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 8, 2002)

Tritium, which is used as a fuel of a D-T burning fusion reactor, is the most important radionuclide for the safety assessment of a nuclear fusion experimental reactor such as ITER. Thus, a computer code, ACUTRI, which calculates the radiological impact of tritium released accidentally to the atmosphere, has been developed, aiming to be of use in a discussion on licensing of a fusion experimental reactor and an environmental safety evaluation method in Japan. ACUTRI calculates an individual tritium dose based on transfer models specific to tritium in the environment and ICRP dose models. In this calculation it is also possible to analyze statistically on meteorology in the same way as a conventional dose assessment method according to the meteorological guide of the Nuclear Safety Commission of Japan. A Gaussian plume model is used for calculating the atmospheric dispersion of tritium gas (HT) and/or tritiated water (HTO). The environmental pathway model in ACUTRI considers the following internal exposures: inhalation from a primary plume (HT and/or HTO) released from the facilities and inhalation from a secondary plume (HTO) reemitted from the ground following deposition of HT and HTO. This report describes an outline of the ACUTRI code, a user guide and the results of test calculation.

Keywords: Computer Code, Tritium Gas, Tritiated Water, Safety Assessment, Dose Calculation,
The General Public, Atmospheric Dispersion, Inhalation, Reemission, Deposition

* Visible Information Center, Inc.

目 次

1. はじめに	1
2. コードの概要	2
2.1 モデルの概要	2
2.2 気象データ	7
2.3 トリチウム移行及び線量計算モデル	9
3. コードマニュアル	22
3.1 コードの構造	22
3.2 計算手順	22
3.3 相対濃度計算法	25
3.4 入力データの説明	25
3.5 出力データの説明	39
3.6 起動方法	40
4. 試算結果	41
4.1 計算条件の設定	41
4.2 試算結果	46
5. まとめ	50
謝辞	50
参考文献	50
付録A 地表面エレメント設定の詳細	52
付録B 計算方法の詳細	59
付録C 入出力データの例	74

Contents

1 . Introduction	1
2 . Outline of the Code	2
2.1 Outline of the Model	2
2.2 Meteorological Data	7
2.3 Tritium Transfer and Dose Assessment Models	9
3 . Code Manual	22
3.1 Structure of the Code	22
3.2 Procedure of the Calculation	22
3.3 Method of Relative Concentration Calculation	25
3.4 Format of Input Data	25
3.5 Format of Output Data	39
3.6 Operation of the Code	40
4 . Test Calculations	41
4.1 Calculation Conditions	41
4.2 Calculation Results	46
5 . Summary	50
Acknowledgements	50
References	50
Appendix A Detail of Terrain Elements	52
Appendix B Detail of the Code	59
Appendix C Examples of Input and Output Data	74

1. はじめに

国際熱核融合実験炉（ITER）等の核融合実験炉を実現する上では、トリチウムに対する公衆の安全性確保が不可欠である。このためには施設から放出されるトリチウムの環境中挙動を明らかにするとともに、公衆被ばく線量評価手法を確立する必要がある。特に、核融合実験炉の安全評価において、想定事故時及び平常運転時のトリチウムに対する公衆の被ばく線量の評価法を検討するためには、環境中トリチウムの挙動を考慮した公衆被ばく線量評価コードの整備が必要と考えられる。

トリチウムが事故的に大気中に放出された場合の公衆被ばく線量を評価することを目的とし、かつトリチウム特有の環境中挙動を考慮した計算コードは、これまでにいくつか開発されている。代表的なコードとしては、ドイツ・カールスルーエ研究所の UFOTRI^(1, 2)、カナダ・オンタリオハイドロ社の ETMOD⁽³⁾、日本原子力研究所の TRIDOSE⁽⁴⁾、ETDOSE⁽⁵⁾などがある。これらのコードは以下の特徴を有している。核融合施設からは、主としてトリチウムガス（HT）及びトリチウム水（HTO）の化学形のトリチウムが大気中に放出されると考えられる^(6, 7)。このため、いずれのコードも HT と HTO 放出に対応したものとなっている。また、大気中 HTO の土壌への沈着、大気中 HT の土壌中微生物による HTO への酸化反応に基づく土壌沈着、土壌中での HTO 移行、土壌中 HTO の大気及び植物への移行、大気中 HTO の植物への移行等がモデル化されている。

上記のコードはいずれも大気拡散式にはガウスプルームモデルを使用している。また、大気へ放出された HT または HTO の地表面への沈着と HTO の大気への再放出を考慮している。この現象をモデル化するために、いずれのコードも施設からの放出点を基点として地表面をメッシュ状に区切り、各区画に HT または HTO が沈着することにより、それぞれが HTO の 2 次放出源になるとしている。また、TRIDOSE は風下方向へ 2 次プルームが移動する間に再び土壌－大気間で沈着と再放出を繰り返す現象を忠実にシミュレーションできるようになっている。

想定事故時における食物摂取経路の被ばく線量評価は、わが国においては原子力施設の安全評価上の要件とされていないが、ドイツでは必要とされている。このため、UFOTRI は事故時の食物連鎖による公衆被ばく線量を詳細に評価できる。また、TRIDOSE もトリチウムの詳細な挙動解析のため、空気中トリチウムの呼吸摂取経路以外に食物中トリチウムの経口摂取経路が考慮されている。

わが国における核融合実験炉の安全評価法はまだ定められていないが、わが国ではこれまでの原子力施設に関する公衆被ばく線量評価は原子力安全委員会の「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」⁽⁸⁾（以下、気象指針という）等に基づいており、核融合実験炉の場合においてもこれらの指針との整合性が重要と考えられる。しかし、前述のコードはいずれも気象指針に示されている計算要件を満たしていない。このため、環境中でのトリチウム特有の挙動を考慮した上で、気象指針に従った年間の実気象データを使用した事故時の線量計算法等との整合性に配慮した公衆被ばく線量評価コード（ACUTRI）を開発した。本報告書は、ACUTRI コードの概要、使用マニュアル、試算結果等についてまとめたものである。

2. コードの概要

2.1 モデルの概要

2.1.1 基本的考え方

本コードの開発にあたっては、施設の事故時に大気中へ放出が想定されるトリチウムによる個人の内部被ばく線量を、過大評価になりすぎないような現実的なモデルを採用しつつ、できるだけ安全側に評価できることを目指した。また、合理的なモデルにより計算時間の短縮化を図った。さらに、気象指針に準じた統計気象計算（安全評価用）と任意気象計算（ケーススタディ用）が行えるようにした。立地評価において必要となる可能性のある集団線量の評価モデルは、沈着及び再放出の過程を考慮しないモデルとしたため、別に報告する予定の放射化生成物事故時公衆被ばく線量評価コード（ACUTAP）によって評価することとし、本コードには含めなかった。

また、本コードは汎用パソコン（MS-Windows 95, 98, 2000, NT）上で動作できるようにした。

2.1.2 トリチウムの化学形

大気中へ放出されるトリチウムの化学形に関して、ヨーロッパの JET（Joint European Torus）や米国の TFTR（Tokamak Fusion Test Reactor）ではトリチウムガス（HT）、トリチウム水（HTO）、有機トリチウム（代表的なものはトリチウム化メタン）などが検出されている^(6, 7)。しかし、有機トリチウムの放出量は 1%にも満たないほど少ないので、事故時の公衆被ばく線量評価上は HT と HTO を想定すれば十分と考えられる。このため、本コードでは HT または HTO 及びその両方が同時に施設から放出された場合の評価が行えるようにした。

2.1.3 被ばく経路

事故時の評価では大気中トリチウムの吸入摂取及び経皮摂取による内部被ばく経路が重要となる。HT 放出の場合は、後述のようにその一部は土壤中で HTO へ酸化され、その後は HTO として振る舞う。トリチウムの吸入摂取に係る成人の線量係数は最近の国際放射線防護委員会（ICRP）報告⁽⁹⁾では HTO が 1.8×10^{-11} Sv/Bq、HT が 1.8×10^{-15} Sv/Bq であり、HTO が 1 万倍大きい値となっている。このため、HT 放出の場合、環境中で起こる酸化反応は被ばく線量評価上極めて重要である。さらに、従来の軽水炉の想定事故時評価における希ガスによる外部被ばくや放射性ヨウ素による内部被ばくでは施設から放出された 1 次プルームの影響が考慮されている⁽¹⁰⁾が、トリチウムの場合は 1 次プルームに加えて、地表面へ沈着した後大気中へ再放出される 2 次プルームも考慮すべきと考えられる。

HT または HTO が施設から大気中へ放出された後、人へ到達するまでの被ばく経路として本コードでは、以下の経路を考慮している。これらの被ばく経路を図2-1に示す。これらの経路には食物摂取経路は含まれていないが、これは、従来の安全評価と同様に、事故時には食物摂取制限などの防災対策が有効に働くと考えるためである。

[HTO 放出の場合]

- a) 大気放出→大気拡散→吸入+皮膚吸収
- b) 大気放出→大気拡散→乾燥沈着→再放出→吸入+皮膚吸収

- c) 大気放出→大気拡散→降水沈着→再放出→吸入+皮膚吸収
 [HT 放出の場合]
 d) 大気放出→大気拡散→吸入（肺被ばくを含む）
 e) 大気放出→大気拡散→乾燥沈着（HTO へ酸化）→HTO 再放出→吸入+皮膚吸収

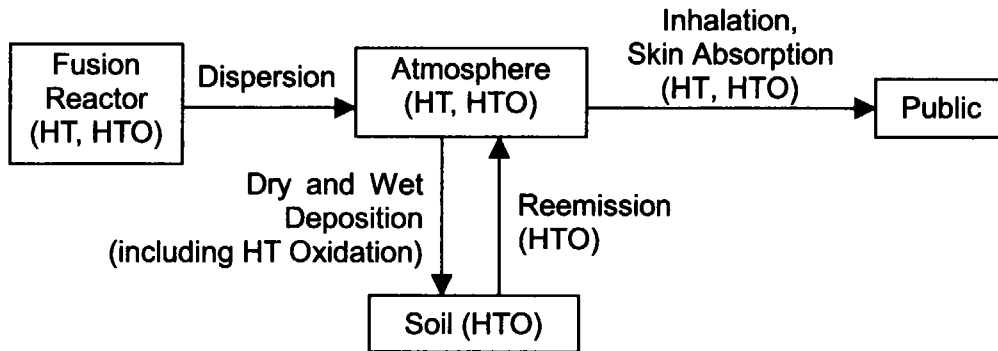


図 2-1 ACUTRI におけるトリチウム被ばく経路

2.1.4 大気拡散

施設から放出されたトリチウムは、大気の流れに従って、大気中を拡散する。HT の場合でも、大気中では浮力の効果はほとんどなく、HTO や他の気体と同様な拡散をする。したがって、大気拡散の評価は従来の放射性物質の評価と同じ手法、すなわちガウスプルームモデルを用いることができる。このため、本コードでは、施設から放出されたトリチウム（HTO、HT）及び地表面から再放出された HTO は、気象指針に示された拡散式（ガウスプルームモデル）に従って大気中を拡散することとした。大気拡散の計算には、以下の仮定を考慮した。

- ・ 放出期間中は、トリチウムは放出源から定常的に放出される。
- ・ 評価地域の地形が平坦であると考え、ただし、方位別有効放出高さを考慮することができる。
- ・ 任意の時刻において、水平方向の全地点で風向・風速等の気象条件が一様であるとする。また、放出源から計算地点までの距離が遠く、トリチウムが放出されてから計算地点に到達するまでに時間差がある場合でも、大気拡散中に風向・風速等の気象条件が変化しないとして、放出時刻（放出開始時刻ではなく、放出継続期間内の任意の時刻）における気象条件を用いて計算する。
- ・ 放出継続時間が短時間（8 時間以下）のときは、トリチウムの空間濃度分布が水平方向・垂直方向ともに正規分布になると仮定し計算する。長時間（8 時間を超える場合）のときは、垂直方向の濃度分布は正規分布になり、水平方向についてはトリチウムの全量が 1 方位内の一様に分布すると仮定し計算する。このため、長時間放出時には、風下方位のみ濃度を評価し、それ以外の方位の濃度は無視する。

本コードでは、1 時間ごとの気象データを用いるため、大気拡散計算も 1 時間単位で行う。長時間放出時は風下方位のみ濃度を評価するが、短時間放出時は風下隣接方位の影響も評価可能である。それ以外（隣隣接方位等）は、濃度が極めて低いとして無視した。

施設からの放出による 1 次プルームの大気拡散を計算する際に、建屋等の影響を考慮する場合には、気象指針に示された式に従って、1 次プルームの濃度分布に対する水平方向の広がりパラメータ σ_y 及び垂直方向の広がりパラメータ σ_z を補正する。1 次放出が地表面からの放出の場合は、最初から水平・垂直方向に広がり σ_1 、 σ_2 を有すると仮定し、1 次プルームの σ_y と σ_z を補正する。

地表面からの再放出が短時間のとき、再放出が起きたエレメントの面積によって最初から水平方向に広がり σ_0 を有すると仮定し、2 次プルームの σ_y を補正する（エレメントについては第 2.1.7 項で述べる）。2 次プルームの初期拡散 σ_0 は、エレメント面積によってプログラム内で計算するが、エレメント面積から σ_0 を求めるための係数は入力パラメータで設定する。大気拡散計算式の詳細については第 2.3.1 項で述べる。

トリチウムは地表面へ沈着するとプルーム中濃度が減少するため、本コードではトリチウムの乾燥及び降水沈着による 1 次プルーム減衰の計算ができるようにした。一方、トリチウムの環境移行中における物理的減衰は無視した。これは、トリチウムの半減期は長く（12.3 年）、本コードの評価期間内（数時間～数日）での物理的減衰は無視できるほど小さいためである。また、HT は大気拡散中に空気中で HTO へ酸化することが考えられるが、その速度は後述の土壤中水素酸化菌による反応に比べてかなり遅い⁽¹¹⁾。本コードでは、大気拡散を評価する範囲は数 km～数 10 km のオーダーであるので、空気中での酸化反応も無視した。

2.1.5 大気から地表への移行

大気中に放出された HTO のうち大気拡散中に土壤に接触したものの一部は土壤表面層に沈着する。このような乾燥沈着の機構には大気中 HTO と土壤水との交換反応及び地表面への凝結の二つが考えられる。凝結は大気中水蒸気量が多く、適当な微風が吹く夜間に起こりやすい⁽¹²⁾が、頻度的には交換反応に比べて少ないと考えられるので、本モデルでは考慮していない。

交換反応は大気と土壤空隙中の HTO 濃度の差が駆動力となる。このため、大気中の HTO 濃度が土壤中濃度よりも高い場合は大気から土壤へ、また逆の場合は土壤から大気への移行が起こる。したがって、大気中濃度と土壤中濃度の差がなくなれば、見かけ上交換反応による移行は起こらなくなる。交換反応による沈着は事故時のように大気中濃度が高い場合は起こりやすいため、重要である。

HTO の地表面への沈着は、後述のように、交換反応速度を用いる方法と実験的に求めた沈着速度を用いる方法が考えられる。沈着速度(m/s)は、地表単位面積あたりに沈着した HTO 放射能(Bq/m²)を空気中 HTO 濃度(Bq/m³)と沈着時間(s)との積で除したものとして表される。沈着速度法を用いた場合、大気中と土壤中 HTO 濃度の差がなくなっても、沈着し続けることになるので、長時間沈着の場合は誤差が生じる。

HT の場合は、土壤に接触し、土壤内を拡散したものの一部は、土壤中微生物の作用により、HTO へ酸化され、HTO として沈着する。この一連の沈着挙動は HTO の場合と同様に沈着速度を用いて簡便にモデル化できる。HT の沈着は大気中濃度と土壤中濃度の差が駆動力となっていないので、沈着速度法でも精度良い評価ができる。

降雨時にトリチウムが放出された場合、大気中を拡散する HTO は降水沈着を受け、地表面

(表面土壌層も含む)に存在するトリチウム量が増える可能性がある。このような地表面近くのトリチウムは後述のように大気へ再放出する可能性があり、条件によっては被ばく線量が高くなることも考えられる。このため、本コードでは HTO の降水沈着量を評価できるようにした。一方、HT の降水沈着は起こらないと仮定した。

本プログラムでの沈着過程の評価には、①沈着速度法と②交換速度法の 2 通りの方法を採用した。HTO 放出時には①か②の方法が選択できる。HT 放出時には①の方法を用いる。HTO 放出に対して②の方法で沈着量を計算する場合でも、乾燥沈着による 1 次プルームの減衰の計算には①の方法を用いる。

①は計算地点(着目地点及び各エレメント)における 1 次相対濃度とその地点での沈着速度によって計算する。沈着速度は計算地点により異なる値を設定することができる。これは評価地域内に広い面積を持つ湖や海が存在する場合の評価のためである。地点により異なる沈着速度は 1 次放出地点からの距離と方位による扇形の沈着エリアで設定し、各沈着エリア内では沈着速度は一樣であるとする。この沈着エリアの方位は 16 方位ではなく、角度を実数で設定する。②は、計算地点における 1 次相対濃度と、沈着時刻での地表面温度等のパラメータによって計算する。沈着量の計算に用いるパラメータのうち 1 次相対濃度以外は、地点による差はなく、評価地域内で一樣であるとする。沈着モデルの詳細については第 2.3.1 項で述べる。

2.1.6 地表から大気への移行

土壌表面層中 HTO は、大気中水分と土壌中 HTO の交換反応及び蒸発により大気中へ移行する。なお、施設から HT で放出された場合でも前述のように酸化されて HTO になるので、沈着後大気へ移行するのは HTO である。このような移行挙動は再放出(reemission)と呼ばれる。大気中水分と土壌中 HTO の交換反応及び蒸発は、それぞれ乾燥沈着で述べた交換反応及び凝結と逆向きの作用である。

地表面からの蒸発散量は、その地点の放射収支量、気温高さ分布、地中熱フラックス等を測定することにより、推定することができる⁽¹³⁾。UFOTRI では放射収支量と空気力学的抵抗等を組み合わせ、気象条件等から推定するモデルを用いている⁽²⁾。一方、交換反応は乾燥沈着の項で述べたとおり、大気と土壌空隙中の HTO 濃度の差が駆動力である。

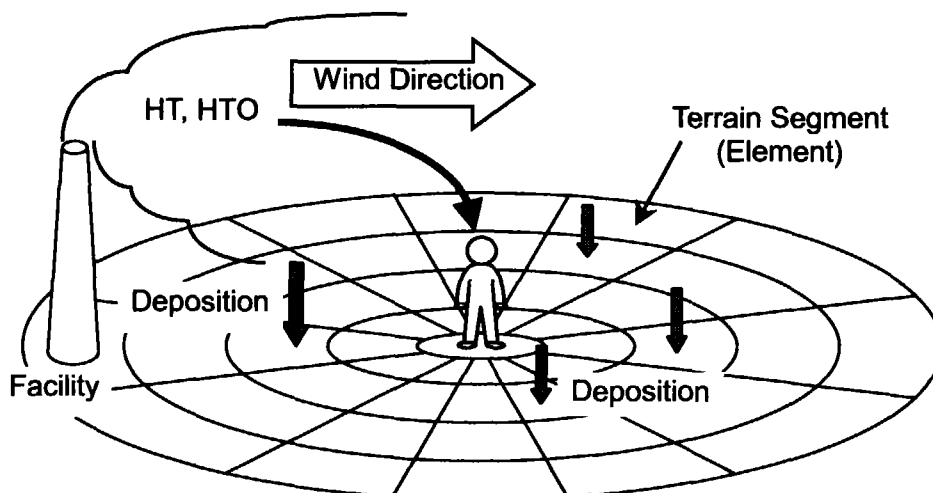
以上のような再放出は被ばく線量評価上重要と考えられ、本コードにおいてもモデル化した。本コードでは、蒸発散と交換反応による再放出を区別せず、地表面に沈着したトリチウムは任意の再放出継続時間中にすべてまたは所定の割合が大気中へ時間に依存する再放出率で移行するとした。すべてが再放出するという仮定は最も安全側の結果を与えるが、日本の平地では降水量に対する蒸発散量の割合は約 40~75%と推定されていること⁽¹⁴⁾、また、HTO の代わりに土壌表面層に沈着させた重水は再放出開始から 1 日間で約 70%が大気中へ再放出すること⁽¹⁵⁾などから見て、安全評価上はかなり妥当な仮定と考えられる。

2.1.7 広域地表沈着及び再放出のモデル化

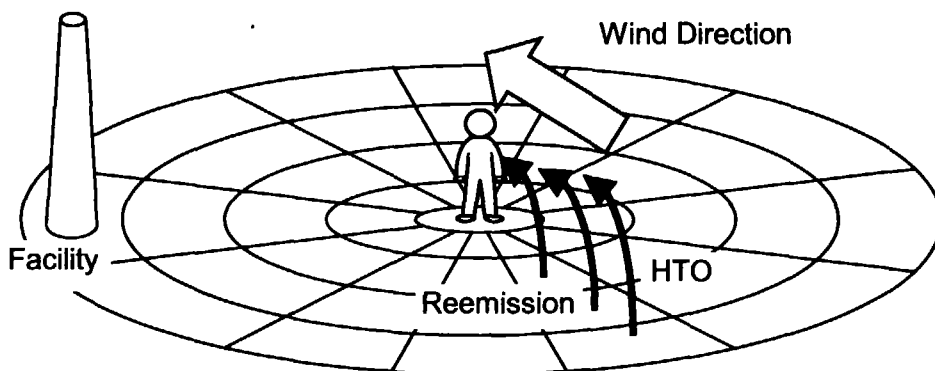
大気中の HT や HTO が沈着した地表面は HTO の 2 次放出源となる。2 次放出源からの再放出量は、沈着地点の大気中トリチウム濃度、土壌条件及び気象条件等に依存するため場所によって

異なる。これをモデル化するためには、1次ブルームが通過した地表面を小区画に区切って小区画ごとに沈着量及び再放出量を計算する手法が一般的に用いられる。TRIDOSE⁽⁴⁾や UFOTRI⁽¹⁾では放出点を基準として小区画を設定する方法が用いられている。本コードでは、図2-2に示すように、再放出期間中の風向変化を考慮するために、評価地点を中心とした同心円と放射状の線によって区切られた扇状の小区画（エレメント）を設定した。再放出に起因する評価地点の HTO 濃度は近傍から放出される HTO の影響がより大きい。このため、本コードで用いたエレメント設定方法は、着目地点近傍のエレメント面積を容易により小さく設定することができ、評価精度の向上を図ることができるという利点がある。

TRIDOSE は小区画から再放出した HTO が評価地点に到達するまでに再沈着と再放出を繰り返す現象をモデル化している⁽⁴⁾。この手法は現実の現象を忠実に再現することができるが、計算時間が極めて長くなるという欠点がある。このため、本コードでは再放出された HTO は再び沈着しないというモデルを採用している。また、本コードでは、植物への沈着、土壌から植物への移行等は考慮していない。



a) Exposure to the primary plume released from facility



b) Exposure to the secondary plume reemitted from segments

図 2-2 ACUTRI におけるトリチウムの沈着及び大気への再放出モデル

沈着と再放出は、図2-2の(a)に示すように、着目地点に影響する再放出が起こる地域を着目地点を基点とする多数のエレメントに分割し、各エレメントごとに計算する。沈着したトリチウムの土壌中あるいは水中（湖や河川に沈着した場合）での水平方向の移行は考慮せず、沈着したその地点から図2-2の(b)に示すように再放出される。再放出中の気象条件は、施設からの放出中の気象条件と異なる設定も可能とした。再放出されたトリチウムは再び地表面へは沈着しないとされたため、2次プルームの沈着による減衰は考慮していない。

本コードでは、着目地点を中心とし十分な広さを持つ円形の地域に沈着したトリチウムの再放出が着目地点での2次呼吸摂取濃度に影響を与えたとし、この円形地域からの再放出を評価することとした。それ以外の地域からの再放出は、着目地点への影響は小さいと考えられるので、無視した。図2-2に示したように、あるエレメントに沈着したトリチウムはそのエレメントから再放出されるとし、エレメントごとに沈着・再放出を評価した。エレメントには、再放出を評価する地域の中で着目地点にごく近い円形地域（以下、自エレメントという）と、残りのドーナツ状の地域を扇形に分割して作られる多数の扇形エレメント（以下、他エレメントという）がある。エレメントの設定方法の詳細は付録Aで述べる。

2.2 気象データ

2.2.1 統計気象計算と任意気象計算

従来の原子力施設における想定事故時の安全評価では、気象指針に基づき年間の気象条件に依存した被ばく線量の解析が行われている。核融合施設でもこの気象指針に従って解析することが要件となる可能性が高い。このため、本コードでは以下のように気象指針との整合性を考慮した。

気象指針では、想定事故時の被ばく線量を評価するためには、サイトにおいて少なくとも1年間実測した1時間ごとの気象データが必要となる。欠測がなければ8760組のデータが得られる。このデータを用いて16方位ごとに各気象条件下での敷地境界外の最大濃度地点における8760個の空気中相対濃度を計算し、そのデータを小さい方から順に並べ、累積出現頻度が97%に相当する濃度を求める。また、線量計算には、16方位ごとの相対濃度から最大となる濃度を使用する。

本コードでは、前述のとおり、放出継続時間中の1次プルームだけでなく、沈着HTOの大気への再放出による2次プルームも考慮している。2次プルームは時間遅れがあるので、1次プルーム放出期間中と気象条件が異なる可能性が高い。このため、本コードでは2次プルーム放出期間中の気象条件の変化を考慮した上で、評価地点における1次プルームと2次プルームの合計の時間積算濃度を評価できるようにした。すなわち、前述のように評価地点を中心としたエレメントからの再放出による2次プルーム濃度を計算することにより、時間積算濃度を求め、これから97%値を算出できるようにした。ただし、HT放出の場合には、1次プルームのHT濃度を2次プルームのHTO濃度との合計の時間積算濃度が求まらないため、線量から97%値を算出するようにした。

本コードでは、上記の安全評価用の統計気象計算とケーススタディ用の任意気象計算による評価が可能である。統計気象計算は、1年間の実気象データを用いて、任意の日付・時刻に1次放出が開始された場合の着目地点での時間積算濃度と個人被ばく線量を、1年間の全時刻について

計算し、気象指針と同様な考え方で統計処理を行い、97%値と最大値、及び累積出現頻度データを求める。任意気象計算は、ある時刻に1次放出が開始された場合の着目地点での時間積算濃度と個人被ばく線量を計算する。

統計気象計算と任意気象計算のどちらで評価するかは入力パラメータで設定する。統計気象計算時には必ず統計気象形式（実気象）の気象データファイルを読み込むが、任意気象計算時には、統計気象形式（実気象）と任意気象形式のどちらのファイルでも使用できる。気象データの選択肢としては、以下の3通りがある。

- ①統計気象形式（実気象）の気象データファイルを読み込んで統計気象計算
- ②統計気象形式（実気象）の気象データファイルを読み込んで任意気象計算
- ③任意気象形式の気象データファイルを読み込んで任意気象計算

②の場合は、実気象データファイルの中から任意の1次放出開始月・日・時刻を入力パラメータで設定する。③の場合は、計算に必要な気象データを全て入力する。気象データの入力方法は第3.4.1項で述べる

2.2.2 気象観測高度による風速の補正

一般に、同一地点では上空ほど風は強くなり、その分布はべき乗則で近似される。べき乗則の成立範囲は、大気安定度にもよるが、ほぼ地上100 m～250 mまでと考えられる⁽¹⁶⁾。地上Z (m)における風速は、一般的には以下の式で求められる。

$$U_z = U_{zs} \left(\frac{Z}{Z_s} \right)^p \quad (2-1)$$

ここで、 U_z : 地上Z (m)における風速の補正值 (m/s)

U_{zs} : 地上 Z_s (m)における風速の観測値 (m/s)

p : 大気安定度に依存する風速べき指数 (-)

本コードでは、再放出の大気拡散を地表面の風向及び風速により評価する。再放出の評価を行う時に式(2-1)をそのまま用いると地表面における風速は0 (m/s)となり、評価できない。この対策として、風速べき乗則適用下限高度を入力パラメータとして設定し、これより低い位置の風速は一定であるとみなす。本コードでは地上Z (m)における風速は以下の式で求める。

$$U_z \begin{cases} = U_{zs} \left(\frac{Z_{\min}}{Z_s} \right)^p \dots (Z < Z_{\min} \text{ のとき}) \\ = U_{zs} \left(\frac{Z}{Z_s} \right)^p \dots (Z \geq Z_{\min} \text{ のとき}) \end{cases} \quad (2-2)$$

ここで、 Z_{\min} : 風速べき乗則適用下限高度 (m)

大気安定度に依存する風速べき指数 p の値の実測例を表 2-1 に示す⁽¹⁶⁾。 p は文献により差があるので、気象観測地点上の異なる高度での風速の実測値をもとに評価地域に適した p の値を求めることが望ましい。

2.3 トリチウム移行及び線量計算モデル

2.3.1 統計気象データに基づく大気中トリチウム濃度の計算方法

表 2-1 べき指数 p の実測例⁽¹⁶⁾

研究者	大気安定度		
	不安定 (A, B, C)	中立 (D)	安定 (E, F)
DeMarrais	0.19~0.21	0.21~0.36	0.39~0.59
Touma	0.14~0.18	0.21	0.28~0.41
EPA (CRSTER)	0.10~0.20	0.25	0.30

(1) 1次プルームによる相対濃度の計算方法

① 基本計算

時刻 1hr-1 から 1hr までの 1 時間に施設から放出された 1 次プルームによる、計算地点（着目地点及び各エレメント）での大気中濃度の計算方法は気象指針⁽⁸⁾に準じて、1 次放出継続時間 T_{1st} に依存した以下の計算方法を用いる。すなわち、 $T_{1st} \leq 8$ hour のときには短時間放出の式で計算し、 $T_{1st} > 8$ hour のときには長時間放出の式で計算する。

短時間放出時 ($T_{1st} \leq 8$ hour) の計算式を以下に示す。

$$(\chi/Q)_{1hr} = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} \times F_{dcy} \quad (2-3)$$

ここで、 $(\chi/Q)_{1hr}$: 時刻 1hr-1 から 1hr までの 1 時間に放出された 1 次プルームによる、計算地点の地上 z (m)における大気中相対濃度 (s/m^3)

χ : 地点(x, y, z)における大気中トリチウム濃度 (Bq/m^3)

Q : 施設からのトリチウム放出率 (Bq/s)

σ_y : 濃度分布の y 方向の広がりパラメータ (風下距離 x から求める) (m)

σ_z : 濃度分布の z 方向の広がりパラメータ (風下距離 x から求める) (m)

x : 1 次放出地点から計算地点までの風下距離 (m)

y : 計算地点の、1 次放出地点を通る風下軸からのずれ (m)

z : 評価点の地上高さ(m)

U : 時刻 1hr での、有効放出高さにおける風速 (m/s)

H : 1 次プルーム有効放出高さ (m)

F_{dcy} : 乾燥及び降水沈着による 1 次プルーム減衰を考慮する場合の 1 次プルーム中残留率。詳細は後述。(沈着による減衰を考慮しない場合は $F_{dcy}=1.0$) (-)

長時間放出時 ($T_{1st} > 8$ hour) の計算式を以下に示す。

$$(\chi/Q)_{\text{thr}} = \frac{2.032}{2 \cdot \sigma_z \cdot U \cdot x} \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} \times F_{\text{dcy}} \quad (2-4)$$

$$2.032 = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{16}{2\pi}$$

ここで、 x : 1次放出地点から計算地点までの距離 (m)

σ_z : 濃度分布の z 方向の広がりのパラメータ (距離 x から求める) (m)

本コードでは、呼吸摂取線量は地上 z (m)での大気中濃度によって計算する。 z は入力で設定する。再放出評価のための沈着量は、式(2-3)と式(2-4)に $z=0$ (m)を代入して導かれる以下の地表面大気中濃度で計算する。

[短時間放出時 ($T_{1st} \leq 8$ hour)]

$$(\chi/Q)_{\text{thr}} = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \exp\left(-\frac{H^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \times F_{\text{dcy}} \quad (2-5)$$

[長時間放出時 ($T_{1st} > 8$ hour)]

$$(\chi/Q)_{\text{thr}} = \frac{2.032}{\sigma_z \cdot U \cdot x} \times \exp\left(-\frac{H^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \times F_{\text{dcy}} \quad (2-6)$$

σ_y 及び σ_z の計算方法は、オプションにより気象指針に準じる方法または S.C.N./C.E.N. Mol に準じる方法⁽¹⁾が選択できる。後者の拡散係数は UFOTRI^(1,2)などの計算コードと比較する場合に使用するのためのものである。この拡散係数は以下の式で表される。

$$\sigma_y = \text{PY1} \times x^{\text{QY1}} \quad (2-7)$$

$$\sigma_z = \text{PZ1} \times x^{\text{QZ1}} \quad (2-8)$$

式中の PY1、QY1、PZ1、QZ1 は定数で、表2-2で与えられる。これらのパラメータは大気安定度、放出高さ及び地表面粗度に依存する。なお、混合層高度 (m) を h_{mix} とし、 $0.8 \cdot h_{\text{mix}}$ を超える σ_z については、 $0.8 \cdot h_{\text{mix}}$ に等しいとした。 h_{mix} は大気安定度に依存し、入力パラメータとして設定する。

建屋等の影響による補正が必要な時は、気象指針⁽⁸⁾に準じ、以下の式で求められる Σ_y 及び Σ_z を σ_y 及び σ_z の代わりに用いる。

$$\Sigma_y = (\sigma_y^2 + cA/\pi)^{0.5} \quad (2-9)$$

$$\Sigma_z = (\sigma_z^2 + cA/\pi)^{0.5} \quad (2-10)$$

ここで、A : 建屋等の風向方向の投影面積。入力パラメータ (m²)

c : 形状係数。入力パラメータ (-)

地上放出の場合は、最初から y と z 方向に広がり有すると仮定し、次式の σ_y' と σ_z' を用いる。

$$\sigma_y' = (\sigma_y^2 + \sigma_1^2)^{0.5} \tag{2-11}$$

$$\sigma_z' = (\sigma_z^2 + \sigma_2^2)^{0.5} \tag{2-12}$$

ここで、 σ_1 : y 方向の広がりパラメータの初期値。入力パラメータ (m)

σ_2 : z 方向の広がりパラメータの初期値。入力パラメータ (m)

本コードでは、計算地点が 1 次放出地点から見て風下方位にある時に、1 次相対濃度を評価する。短時間放出時には、風下隣接方位の 1 次相対濃度も評価可能である。短時間放出時に風下隣接方位を評価するかどうかは入力パラメータで設定する。

表 2-2 S.C.N./C.E.N. Mol の大気拡散式における拡散係数のパラメータ

パラメータ	粗度 ^{a)}	放出高さ ^{b)}	大気安定度					
			A	B	C	D	E	F
PY1	2	1	0.946	0.826	0.586	0.418	0.297	0.235
		2	0.946	0.826	0.586	0.418	0.297	0.235
		3	0.946	0.826	0.586	0.418	0.297	0.235
	3	1	1.503	0.876	0.659	0.640	0.801	1.294
		2	0.170	0.324	0.466	0.504	0.411	0.253
		3	0.671	0.415	0.232	0.208	0.345	0.671
QY1	2	1	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796
		2	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796
		3	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796	0.796
	3	1	0.833	0.823	0.807	0.784	0.754	0.718
		2	1.296	1.025	0.866	0.818	0.882	1.057
		3	0.903	0.903	0.903	0.903	0.903	0.903
PZ1	2	1	1.321	0.950	0.700	0.520	0.382	0.311
		2	1.321	0.950	0.700	0.520	0.382	0.311
		3	1.321	0.950	0.700	0.520	0.382	0.311
	3	1	0.151	0.127	0.165	0.215	0.264	0.241
		2	0.051	0.070	0.137	0.265	0.487	0.717
		3	0.025	0.033	0.104	0.307	0.546	0.485
QZ1	2	1	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
		2	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
		3	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711	0.711
	3	1	1.219	1.108	0.996	0.885	0.774	0.662
		2	1.317	1.151	0.985	0.818	0.652	0.486
		3	1.500	1.320	0.997	0.734	0.557	0.500

^{a)} 2 : mean roughnesslength (10 cm から 1 m 以下)、3 : great roughnesslength (1 m 以上)

^{b)} 1 : 50 m 以下、2 : 100 m 以下、3 : 180 m 以下

② 乾燥及び降水沈着による 1 次ブルーム中残留率 F_{dcy} の計算

乾燥沈着を考慮した場合の1次ブルーム中残留率 F_{dry} (ー)は次式で求められる。

$$F_{dry} = \exp \left[-\sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{V_g}{U} \times \left\{ \int_0^R \frac{1}{\sigma_z \cdot \exp(H^2 / 2\sigma_z^2)} dr \right\} \right] \quad (2-13)$$

ここで、 V_g : HTOまたはHTの地表面への沈着速度 (m/s)

R : 放出地点から計算地点(着目地点及び各エレメント)までの距離 (m)

σ_z : 濃度分布の垂直方向の広がりパラメータ (m)

ただし、沈着速度が場所により変化する場合、放出地点から計算地点までを結んだ直線上のNKVg個の区間の沈着速度を用いて以下の式で計算する。(図2-3参照)

$$F_{dry} = \exp \left[-\sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \sum_{KVg=1}^{NKVg} \left\{ -\frac{V_g(KVg)}{U} \times \int_{RVd(KVg-1)}^{RVd(KVg)} \frac{1}{\sigma_z \cdot \exp(H^2 / 2\sigma_z^2)} dr \right\} \right] \quad (2-14)$$

ここで、 $V_g(KVg)$: 区間KVgでのHTOまたはHTの地表面への沈着速度 (m/s)

$RVd(KVg)$: 放出地点から区間KVgの終了までの距離 (m)

また、降水沈着を考慮した場合の1次ブルーム中残留率 $F_{washout}$ (ー)は次式で求められる。

$$F_{washout} = \exp(-A_{lhr} \times R/U) \quad (2-15)$$

ここで、 A_{lhr} : 次式で定義される降水洗浄係数 (s^{-1})

R : 放出地点から計算地点(着目地点及び各エレメント)までの距離 (m)

U : 時刻lhrでの、有効放出高さにおける風速 (m/s)

$$A_{lhr} = a \times I_{lhr}^b \quad (2-16)$$

ここで、 I_{lhr} : 時刻lhr-1からlhrの間の降水強度 (mm/h)

a, b : 定数(入力パラメータ)

乾燥沈着と降水沈着を同時に考慮した1次ブルームの減衰を計算する時の残留率 F_{dcy} は次式で計算する。また、乾燥沈着による減衰を考慮しない時は $F_{dry}=1$ 、降水沈着による減衰を考慮しない時は $F_{washout}=1$ とする。

$$F_{dcy} = F_{dry} \times F_{washout} \quad (2-17)$$

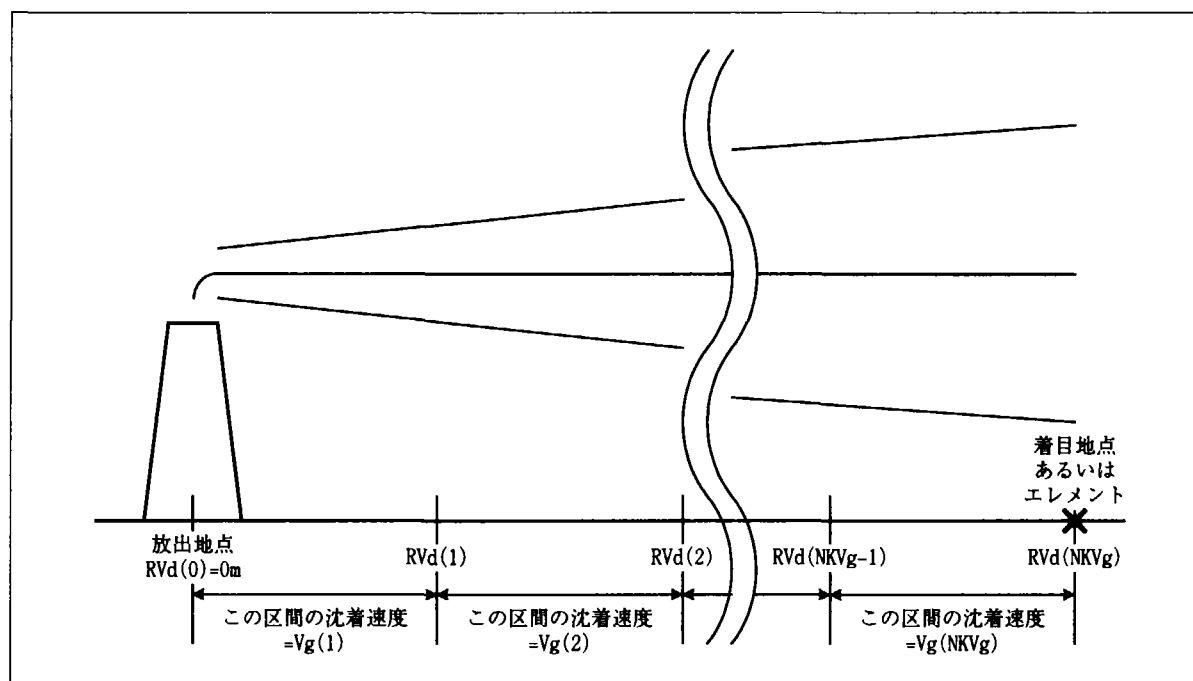


図 2-3 放出地点から計算地点までの沈着区間

(2) エレメント k における単位面積当たりの相対放射能沈着量 DP_k (s/m^2)

① 乾燥沈着のみを考慮する場合の相対放射能沈着量

HT 放出の場合は次の(a)の方法で計算するが、HTO 放出の場合は(a)か(b)の方法が選択できる。

(a) 沈着速度法

$$DP_k = (\chi_k/Q)_i \times V_{g,k} \times t_{dp} \quad (2-18)$$

ここで、 $V_{g,k}$: エレメント k における沈着速度。HT と HTO に対する入力パラメータ。放出点からの座標で定義した区画（最大 10 個程度）ごとに与えられる。(m/s)

t_{dp} : 沈着時間 (=3600) (s)

沈着速度法を用いて計算する場合、沈着速度は、地点によって異なる値をとることができる。入力ファイルで、基本とする沈着速度と、例外的な沈着速度を用いるエリア（以下、例外沈着エリアという）の座標とそのエリア内での沈着速度を設定する。例外沈着エリアの設定方法は、放出地点を中心とした同心円を放射方向に分割した扇形状と直交座標による矩形形状の 2 通りが考えられるが、放出地点から着目地点やエレメントまでの間の沈着による減衰を考慮する場合に扇形状のほうが簡潔に計算できるため、この方法で設定するようにした。入力ファイルでは、沈着速度に関連する以下のパラメータを設定する必要がある。

- ・基本とする沈着速度(m/s)
- ・例外沈着エリアの数(-)
- ・例外沈着エリアの扇形の開始角度と終了角度(°)
- ・例外沈着エリアの扇形の開始距離と終了距離(m)
- ・例外沈着エリア内における沈着速度(m/s)

(b) 交換速度法

次の微分方程式を解き、1時間で積分することにより、沈着量を求める方法である。

$$\frac{dDP_k(t)}{dt} = V_{ex,t} \times \left\{ (\chi_k/Q)_i - (C_S(t)/Q)_i \times h_a \right\} \quad (2-19)$$

$$C_S(t) = DP_k(t)/L_S$$

$$h_a = \frac{0.62 \times 10^a \times RH}{(760 - 10^a \times RH)} \times \frac{1.293 \times 10^{-3}}{(1 + 0.00367 \times TEMP)}$$

$$a = \frac{1}{0.105} \cdot \log \left\{ 4.1 \times (273 + TEMP)^{0.105} - 24.25 \right\}$$

ここで、 $V_{ex,t}$: 1日の時刻 t における交換速度。時刻 t ごとの入力パラメータ (m/s)

$C_S(t)$: 地表面水分中 HTO 濃度。エレメントに HTO が残留していても、放出時刻 $i-1$ のときの初期値は 0 と仮定されている。(Bq/m³-H₂O)

h_a : 地表面気相中絶対湿度 (m³-H₂O/m³)

L_S : HTO が沈着する地表面水相当厚さ。入力パラメータ
(デフォルト値=0.002) (m)

RH : 相対湿度。入力パラメータ (デフォルト値=1) (-)

TEMP : 地表面温度。気相より ΔT °C 高いと仮定。TEMP は 1 時間ごとの気温実測データを使用。 ΔT は入力パラメータ。(°C)

なお、交換速度によって沈着量を計算する時は、交換速度は地点に依存せず全地域で一定と仮定する。

② 降水沈着を考慮する場合の相対放射能沈着量

降水沈着モデルでは、以下の事項を考慮した。

- ・ 降水沈着は HTO 放出に対して起こる。
- ・ 降水沈着による 1 次ブルームの減衰を考慮した計算も可能である。
- ・ 降雨中に乾燥沈着が起こるとする場合と起こらないとする場合が選択できる。ただし、統計気象計算では必ず乾燥沈着が起こると仮定される。
- ・ 降雨中でも、1 次放出期間中の全降水量と再放出時刻に依存した再放出率で再放出が起こると仮定している。

計算地点 (着目地点及びエレメント) k における時刻 $lhr-1$ から lhr までの 1 時間の降水沈着による単位面積当たりの相対放射能沈着量 $DW_{k,lhr}$ (s/m²) は、次式で求める。

$$DW_{k,lhr} = \Lambda_{lhr} \times \int (\chi_k(x,y,z)/Q)_{lhr} dz \times t_{rain} \quad (2-20)$$

ここで、 t_{rain} : 降雨時間 (=3600) (s)

さらに、次式が成り立つことから 1 次放出が短時間または長時間のときのエレメント k の地表

面から上空までの大気中濃度の z 方向の積分結果は以下の式で与えられる。

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z} \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} dz = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z} \times \exp\left(-\frac{z^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) dz = 1 \quad (2-21)$$

ここで、 H ：1次放出有効高さ (m)。

(a) 1次放出が短時間の場合

式(2-3)と式(2-21)より、以下の式が導かれる。

$$\begin{aligned} DW_{k, \text{thr}} &= A_{\text{thr}} \times \int \left\{ \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot U} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \left[\exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right] \times F_{\text{dcy}} \right\} dz \times 3600 \\ &= A_{\text{thr}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_y \cdot U} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times F_{\text{dcy}} \times \int \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z} \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} dz \times 3600 \\ &= A_{\text{thr}} \times \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_y \cdot U} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times F_{\text{dcy}} \times 3600 \end{aligned} \quad (2-22)$$

(b) 1次放出が長時間の場合

式(2-4)と式(2-21)より、以下の式が導かれる。

$$\begin{aligned} DW_{k, \text{thr}} &= A_{\text{thr}} \times \int \left\{ \frac{2.032}{2 \cdot \sigma_z \cdot U \cdot x} \times \left[\exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right] \times F_{\text{dcy}} \right\} dz \times 3600 \\ &= A_{\text{thr}} \times \int \left\{ \frac{\sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{16}{2\pi}}{2 \cdot \sigma_z \cdot U \cdot x} \times \left[\exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right] \times F_{\text{dcy}} \right\} dz \times 3600 \\ &= A_{\text{thr}} \times \frac{1}{U \cdot x} \times \frac{16}{2\pi} \times F_{\text{dcy}} \times \int \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma_z} \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H-z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H+z)^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} dz \times 3600 \\ &= A_{\text{thr}} \times \frac{1}{U \cdot x} \times \frac{16}{2\pi} \times F_{\text{dcy}} \times 3600 \end{aligned} \quad (2-23)$$

ここで、 x ：1次放出地点から計算地点（着目地点及びエレメント）までの距離 (m)

(3) 時刻 J_{hr} に終了した1時間放出に対するエレメント k から再放出時刻 J_{hr-1} から J_{hr} までに再放出された HTO による着目地点の相対濃度 $(\chi_{re,k}/Q)_{J_{hr-1},J_{hr}}$ (s/m^3)

再放出 HTO による着目地点の濃度は、以下の方法で計算する。

- ・放出開始時 (時刻 J_{hr-1}) または終了後 (時刻 J_{hr}) のどちらかを選択して、再放出時刻 J_{hr-1} から J_{hr} までに所定の再放出割合で再放出された HTO の相対濃度を計算する。
- ・再放出継続時間 T_{2nd} (h) は入力パラメータで決める (デフォルト値 = 24hr)。
- ・再放出期間中の風向が、施設からの1次プルーム放出時の風向と同じで一定の場合と変化する場合のどちらかを選択する。
- ・再放出率 $RE_k(-)$ は所定の割合で時間変化または一定とすることができる。
- ・再放出期間中の大気安定度と地上風速の変化が考慮できる。
- ・再放出は地上放出としている。
- ・沈着トリチウムの全量または所定の割合が再放出期間中に大気へ放出されるとしている。
- ・風向が一定とする場合及び変化を考慮する場合ともに、他の時刻に他の方位に放出された1次プルームから沈着した HTO による再放出を考慮できる。

① 再放出率の計算

(a) 乾燥沈着のみを考慮した場合の再放出率 $RE_{k,J_{hr}}(-)$

再放出率 $RE_{k,J_{hr}}$ が再放出継続時間中、時刻に依存して変化する場合は次式により求める。一方、一定とする場合は次式中の $\varphi_{J_{hr}}$ と $\rho_{J_{hr}}$ を 1 とする。また、沈着したトリチウムの全量が再放出継続時間内に再放出されると仮定する場合には、 $F_{re} = 1$ とする。

$$RE_{k,J_{hr}} = DP_k \times A_k \frac{\varphi_{J_{hr}} \times \rho_{J_{hr}}}{\sum_{j=1}^{T_{2nd}} (\varphi_{j} \times \rho_{j})} \times \frac{1}{3600} \times F_{re} \quad (2-24)$$

ここで、 A_k : エレメント k の面積 (m^2)

T_{2nd} : 再放出継続時間 (h)

$\varphi_{J_{hr}}$: 日中または夜間の単位時間当りの再放出率 (h^{-1})

$\rho_{J_{hr}}$: 再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ (-)

F_{re} : 全沈着量に対する全再放出量の割合 (-)

$\varphi_{J_{hr}}$ は表2-3に示す昼夜時刻表の例に従い、昼間と夜間の値を入力パラメータとして与える。対象期間については変更が可能である。

表 2-3 季節別の昼夜時刻表の例

対象期間	昼間	夜間
1月1日 00時 01分～3月31日 24時 00分	7:01～16:00	16:01～翌 7:00
4月1日 00時 01分～5月31日 24時 00分	6:01～17:00	17:01～翌 6:00
6月1日 00時 01分～6月30日 24時 00分	6:01～18:00	18:01～翌 6:00
7月1日 00時 01分～8月31日 24時 00分	6:01～17:00	17:01～翌 6:00
9月1日 00時 01分～12月31日 24時 00分	7:01～16:00	16:01～翌 7:00

(b) 乾燥沈着と降水沈着を考慮した場合の再放出率 $RE_{rain-k,Jhr}$ (ー)

降水沈着を伴った場合の再放出率は次式で計算する。次式中の補正係数 $f_{rain,lhr}$ は降水量が多い場合、土壌中へ水分が浸透することが予想されるため、再放出量が減少することを補正するための係数である。

$$RE_{rain-k,Jhr} = (DP_{k,lhr} + DW_{k,lhr}) \times A_k \frac{\varphi_{lhr+Jhr} \times \rho_{Jhr}}{\sum_{J=1}^{T_{2nd}} (\varphi_{lhr+J} \times \rho_J)} \times \frac{1}{3600} \times f_{rain,lhr} \times F_{re} \quad (2-25)$$

ここで、 $DP_{k,lhr}$: 時刻 $lhr-1$ から lhr までの 1 時間の乾燥沈着による計算地点 k における面積当たりの相対沈着量 (s/m^2)

$f_{rain,lhr}$: 実効放出継続時間中の降水量に依存する再放出率の補正係数 (ー)

補正係数 $f_{rain,lhr}$ は、次式で求める実効放出継続時間中の降水による根域内土壌の含水割合 W (m^3/m^3) との関係に依存して決められる。

$$W = W_0 + \sum_{lhr=1}^{T_{1st}} I_{lhr} / (z_{root} \times 1000) \quad (2-26)$$

ここで、 W_0 : 降水以前の根域内土壌の含水割合 (m^3/m^3)

z_{root} : 根域深さ (m)

I_{lhr} : 時刻 $lhr-1$ から lhr の間の降水強度 (mm/h)

(a) $W > W_S$ (飽和含水割合、入力パラメータ) の場合：沈着した HTO の再放出率は減少すると仮定し、補正係数 $f_{rain,lhr}$ を次のように与えている。

$$f_{rain,lhr} = \eta \quad (\text{入力パラメータ})$$

(b) $W \leq W_S$ の場合は $f_{rain,lhr} = 1$ としている。

② 再放出 2 次プルームによる相対濃度の計算

再放出 2 次プルームによる相対濃度 $(\chi_{re-k}/Q)_{lhr,Jhr}$ (s/m^3) は、次の計算式から求める。

(a) 再放出継続時間 $T_{2nd} > 8$ hr の場合

- ・再放出プルームは 1 方位内に一様分布する。
- ・評価着目地点に影響する再放出プルームは 2 次プルームの風上方向にある 1 セクタ内のエレメントから放出されたもののみとする。

$$(\chi_{re-k}/Q)_{lhr,Jhr} = 2.032 \times RE_{k,Jhr} / (\sigma_{zJhr} \times U_{Jhr} \times x_k) \quad (2-27)$$

ここで、 σ_{zJhr} : 再放出時刻 Jhr における濃度分布の z 方向の広がりパラメータ (m)

U_{Jhr} : 再放出時刻 Jhr における地上風速 (m/s)

x_k : エレメント k から着目地点までの距離 (m)

なお、降水沈着を考慮した場合は式中の $RE_{k,Jhr}$ の代わりに $RE_{rain-k,Jhr}$ を用いる。

(b) 再放出継続時間 $T_{2nd} \leq 8$ hr の場合

・評価着目地点に影響する再放出が起こるエレメントとして風上の 1 セクタ内のものとした場合及びその隣接セクタも含めた (合計 3 セクタ) 場合が選択できる。

$$(\chi_{re-k}/Q)_{lhr-Jhr} = \frac{RE_{k-Jhr}}{\pi \cdot \sigma'_{yJhr} \cdot \sigma_{zJhr} \cdot U_{Jhr}} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \exp\left(-\frac{H_{Inhal}^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \quad (2-28)$$

$$\sigma'_{yJhr} = (\sigma_{yJhr}^2 + \sigma_0^2)^{0.5}$$

$$\sigma_0 = A_k^{0.5} / \alpha$$

- ここで、 σ_{yJhr} : 再放出時刻 Jhr における濃度分布の y 方向の広がりパラメータ (m)
 σ_0 : 濃度分布の y 方向の広がりパラメータの初期値、線線源を近似 (m)
 A_k : エレメント k の面積 (m²)
 H_{Inhal} : 地表面を基準とした呼吸摂取高さ (入力パラメータ) (m)
 y : エレメントから見た着目地点の風下軸ずれ (m)
 α : 入力パラメータ。デフォルト値=4.3

(4) 再放出時刻 Jhr に各エレメントから再放出された 2 次プルームによる着目地点における HTO 相対濃度の合計 $(\chi_{re}/Q)_{lhr-Jhr}$ (s/m³)

$$(\chi_{re}/Q)_{lhr-Jhr} = \sum_{k=1}^m (\chi_{re-k}/Q)_{lhr-Jhr} \quad (2-29)$$

ここで、 m : 着目地点の HTO 濃度に寄与するエレメントの数 (エレメント番号は 1 から m)

(5) 着目地点を含む自エレメント k から再放出時刻 Jhr に再放出された 2 次プルーム (HTO) の相対濃度 $(\chi_{self}/Q)_{lhr-Jhr}$ (s/m³)

自エレメントに沈着した HTO は再放出率 RE_{k-Jhr} (-) で自エレメント上の仮想空間内に再放出され、瞬間的に均一混合するが、風による換気で希釈されると仮定して、次式により相対濃度を求める。

$$(\chi_{self}/Q)_{lhr-Jhr} = RE_{k-Jhr} / (U_{Jhr} \times H_{self} \times A_{self}^{0.5}) \quad (2-30)$$

- ここで、 H_{self} : 仮想空間の高さ (m)
 A_{self} : 自エレメントの面積 (m²)

(6) 合計の相対濃度の計算

- ① 施設からの放出率 Q_{lhr} が実効放出継続時間中一定の場合

気象指針の考え方に沿って平均の χ/Q を求める。

(a) HTO 放出の場合

$$\chi_{\text{HTO}}/Q = \sum_{\text{Ihr}=1}^{\text{T1st}} \left[(\chi/Q)_{\text{Ihr}} + \sum_{\text{Jhr}}^{\text{T2nd}} \{ (\chi_{\text{re}}/Q)_{\text{Ihr}\cdot\text{Jhr}} + (\chi_{\text{self}}/Q)_{\text{Ihr}\cdot\text{Jhr}} \} \right] / \text{T1st} \quad (2-31)$$

(b) HT 放出の場合

$$\chi_{\text{HT}}/Q = \sum_{\text{Ihr}=1}^{\text{T1st}} (\chi/Q)_{\text{Ihr}} / \text{T1st} \quad (2-32)$$

$$\chi_{\text{HTO}}/Q = \sum_{\text{Ihr}=1}^{\text{T1st}} \sum_{\text{Jhr}}^{\text{T2nd}} \{ (\chi_{\text{re}}/Q)_{\text{Ihr}\cdot\text{Jhr}} + (\chi_{\text{self}}/Q)_{\text{Ihr}\cdot\text{Jhr}} \} / \text{T1st} \quad (2-33)$$

② 施設からの放出率 Q_{Ihr} が実効放出継続時間中に変化する場合

気象指針の考え方に沿って実効放出継続時間として事故期間中の放射性物質の全放出量を1時間当たりの最大放出量で除した値を用いる。この1時間当たりの最大放出量を放出率とする。計算式は式(2-31)～式(2-33)と同じ式を用いる。

(7) 統計計算

① HTO 放出の場合

方位別の着目地点の相対濃度は、式(2-31)の χ_{HTO}/Q を年間について小さいほうから累積し、その累積出現頻度が97%に当たる χ_{HTO}/Q とする。この方位別 χ_{HTO}/Q のうち最大の値を線量計算に使用する。実効放出継続時間 $\text{T}_{1\text{st}}$ が2～8時間の場合及び長時間放出の場合は、最初に任意の時刻をとり、その時刻から実効放出継続時間 $\text{T}_{1\text{st}}$ の毎時刻の気象データから $\text{T}_{1\text{st}}$ 時間分の χ_{HTO}/Q を計算する。次に、1時間繰り下げた時刻から同様の計算を行う。これを1年間について繰り返す。これらから97% χ_{HTO}/Q を求める。

② HT 放出の場合

第2.3.3項で述べるように、式(2-32)と式(2-33)から求めた χ_{HT}/Q と χ_{HTO}/Q を用いて、方位別にHT及びHTO被ばく線量を計算し、合計線量 D を求める。これを年間について小さいほうから累積し、その累積出現頻度が97%に当たる線量を求める。実効放出継続時間 $\text{T}_{1\text{st}}$ が2～8時間の場合及び長時間放出の場合も同様とする。

2.3.2 任意気象データに基づく大気中トリチウム濃度の計算

任意気象条件では、実効放出継続時間及び再放出継続時間中の気象条件を入力パラメータとする。計算方法は統計気象計算における式(2-3)～(2-33)の計算と同じであり、 χ_{HT}/Q と χ_{HTO}/Q を求める。

2.3.3 個人被ばく線量の計算方法

以上の相対濃度を用いて、個人被ばく線量 D (Sv) を計算する。線量計算は以前のトリチウム被ばく計算に用いられてきた ICRP Publ. 30⁽¹⁷⁾ に基づく方法と最新の ICRP Publ. 72⁽⁹⁾ に基づく方法が選択できる。

(1) ICRP Publ.30 の方法

(a) HT 放出の場合

$$D = \left\{ (\chi_{HT}/Q) \times \varepsilon_{HT-30} \times \frac{1}{3600} + (\chi_{HTO}/Q) \times B \times K_{HTO-30} \times 1.5 \right\} \times T_{1st} \times Q \times 3600 \quad (2-34)$$

ここで、 ε_{HT-30} : HT の実効線量当量率 ($=1.2 \times 10^{-15}$) (Sv/h per Bq/m³)

T_{1st} : 実効放出継続時間 (h)

B : 呼吸率 (m³/s)

K_{HTO-30} : HTO の吸入摂取線量係数 ($=1.7 \times 10^{-11}$) (Sv/Bq)

1.5 : 経皮摂取を考慮するための係数 (—)

(b) HTO 放出の場合

$$D = (\chi_{HTO}/Q) \times B \times K_{HTO-30} \times 1.5 \times T_{1st} \times Q \times 3600 \quad (2-35)$$

(2) ICRP Publ.72 の方法

本コードでは以下の式で公衆の年齢別被ばく線量計算を行う。

(a) HT 放出の場合

$$D = \left\{ (\chi_{HT}/Q) \times B \times K_{HT-72} \times 1.2 + (\chi_{HTO}/Q) \times B \times K_{HTO-72} \times 1.5 \right\} \times T_{1st} \times Q \times 3600 \quad (2-36)$$

ここで、 B : 呼吸率 (m³/s)

K_{HT-72} : HT の線量係数 ($=1.8 \times 10^{-15}$ 、成人の場合) (Sv/Bq)

1.2 : 肺被ばく線量分を加算するための係数 (—)

K_{HTO-72} : HTO の吸入摂取線量係数 ($=1.8 \times 10^{-11}$ 、成人の場合) (Sv/Bq)

1.5 : 経皮摂取を考慮するための係数 (—)

T_{1st} : 実効放出継続期間 (s)

Q : 放出率 (Bq/s)

(b) HTO 放出の場合

$$D = (\chi_{HTO}/Q) \times B \times K_{HT-72} \times 1.5 \times T_{1st} \times Q \times 3600 \quad (2-37)$$

線量計算に必要なパラメータのうち、 B 、 K_{HTO-72} 、 K_{HT-72} は、年齢に依存した値を入力ファイルで設定する。年齢グループは、ICRP Publ.72 の分類にしたがって、最大 6 グループまで設定可

能である。ICRP Publ. 72 の B 、 $K_{\text{HTO-72}}$ 、 $K_{\text{HT-72}}$ の値を表2-4に示す⁽⁹⁾。

表 2-4 ICRP Publ. 72 による線量評価のための年齢依存パラメータ

No.	代表年齢	範囲	$B(\text{m}^3/\text{d})$	$K_{\text{HTO-72}} (\text{Sv/Bq})$	$K_{\text{HT-72}} (\text{Sv/Bq})$
1	3mo	0~12 ヶ月	2.86	6.4E-11	6.4E-15
2	1y	1~2 歳	5.16	4.8E-11	4.8E-15
3	5y	~7 歳	8.72	3.1E-11	3.1E-15
4	10y	~12 歳	15.3	2.3E-11	2.3E-15
5	15y	~17 歳	20.1	1.8E-11	1.8E-15
6	Adult	17 歳<	22.2	1.8E-11	1.8E-15

- * B の値は ICRP Publ. 71 Table 5 による⁽¹⁸⁾。
- * $K_{\text{HTO-72}}$ の値は ICRP Publ. 72 Table A.3 の Tritiated water による⁽⁹⁾。
- * $K_{\text{HT-72}}$ の値は ICRP Publ. 72 Table A.3 の Elemental hydrogen による⁽⁹⁾。

3. コードマニュアル

3.1 コードの構造

ACUTRI コードのシステム構造を図3-1に示す。

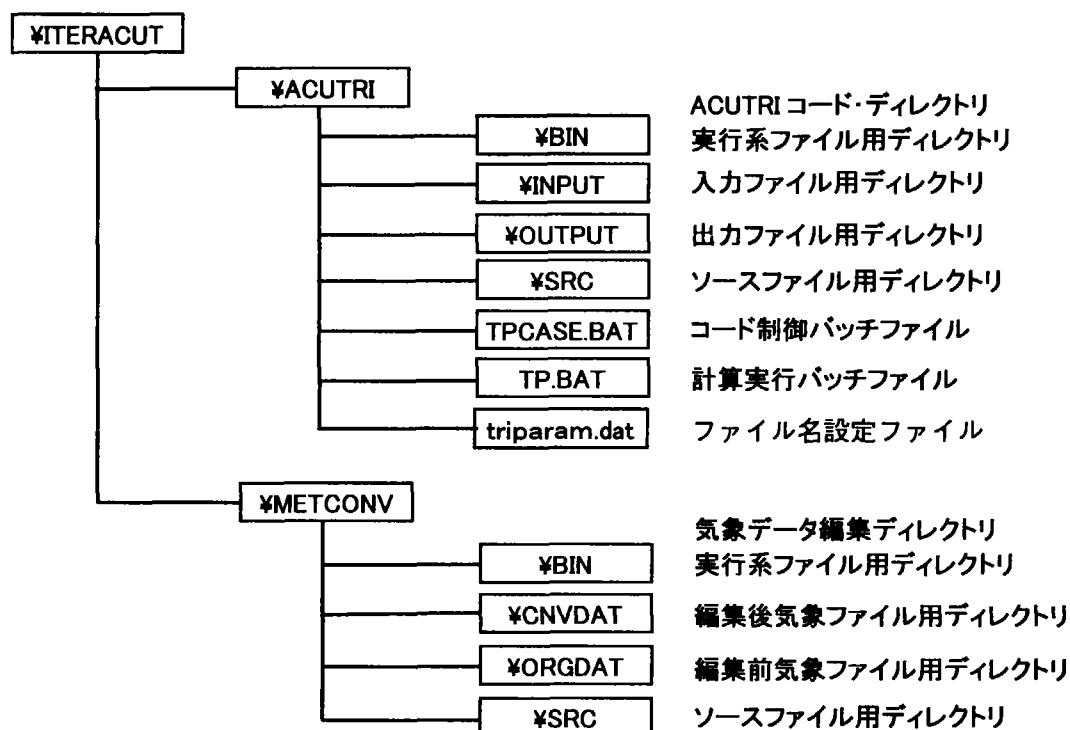


図 3-1 ACUTRI コードシステム図

3.2 計算手順

本コードでの統計気象計算及び任意気象計算は、図3-2及び以下に示す手順に従って行う。

① 入力ファイルの読み込み

入力ファイルから計算に必要な入力パラメータを読み込む。

② 各時刻における単位時間積算相対濃度計算

1次放出期間内の任意の時刻 t_{hr-1} から t_{hr} までの1時間の1次放出による時間積算相対濃度（以下「各時刻における単位時間積算相対濃度」という）を計算する。ここで、1次放出評価期間は、統計気象計算時には1年間であり、任意気象計算時には1次放出継続期間 T_{1st} である。

なお、StDr法及びDpYr法については第3.3節に述べる。

③ T_{1st} 時間の1次放出による時間積算相対濃度計算

統計気象計算時には1次放出評価期間内の各時刻に開始された T_{1st} 時間の1次放出による時間積算相対濃度を、1年間の全時刻について計算する。任意気象計算時には、評価開始時刻から T_{1st} 時間の1次放出による時間積算相対濃度を計算する。

統計気象計算時には③を計算終了後、以下の④～⑥の手順を処理する。

④ 各時刻の時間積算相対濃度ソート

③で計算した、1年間分の時間積算1次相対濃度、時間積算2次相対濃度を用いて、第3.5節の表3-7に示した11種類の放出化学形別のデータを1年間分計算し、それぞれについて1年間の各時刻の値をソートし大きい順に順位をつける。

⑤ 97%及び最大の濃度・線量の計算と出力

④で求めた順位から97%濃度・線量及び最大濃度・線量を求め、標準出力ファイルに出力する。

⑥ 累積出現頻度グラフ用データ出力

④で求めた順位によって累積出現頻度グラフ用データを出力する。

任意気象計算時には、③を計算終了後、以下の⑦の手順を処理する。

⑦ T_{1st} 時間の1次放出による濃度・線量の計算と出力

③で計算した時間積算1次相対濃度、時間積算2次相対濃度を用いて、第3.5節の表3-7に示した11種類の放出化学形別のデータを計算し、標準出力ファイルに出力する。

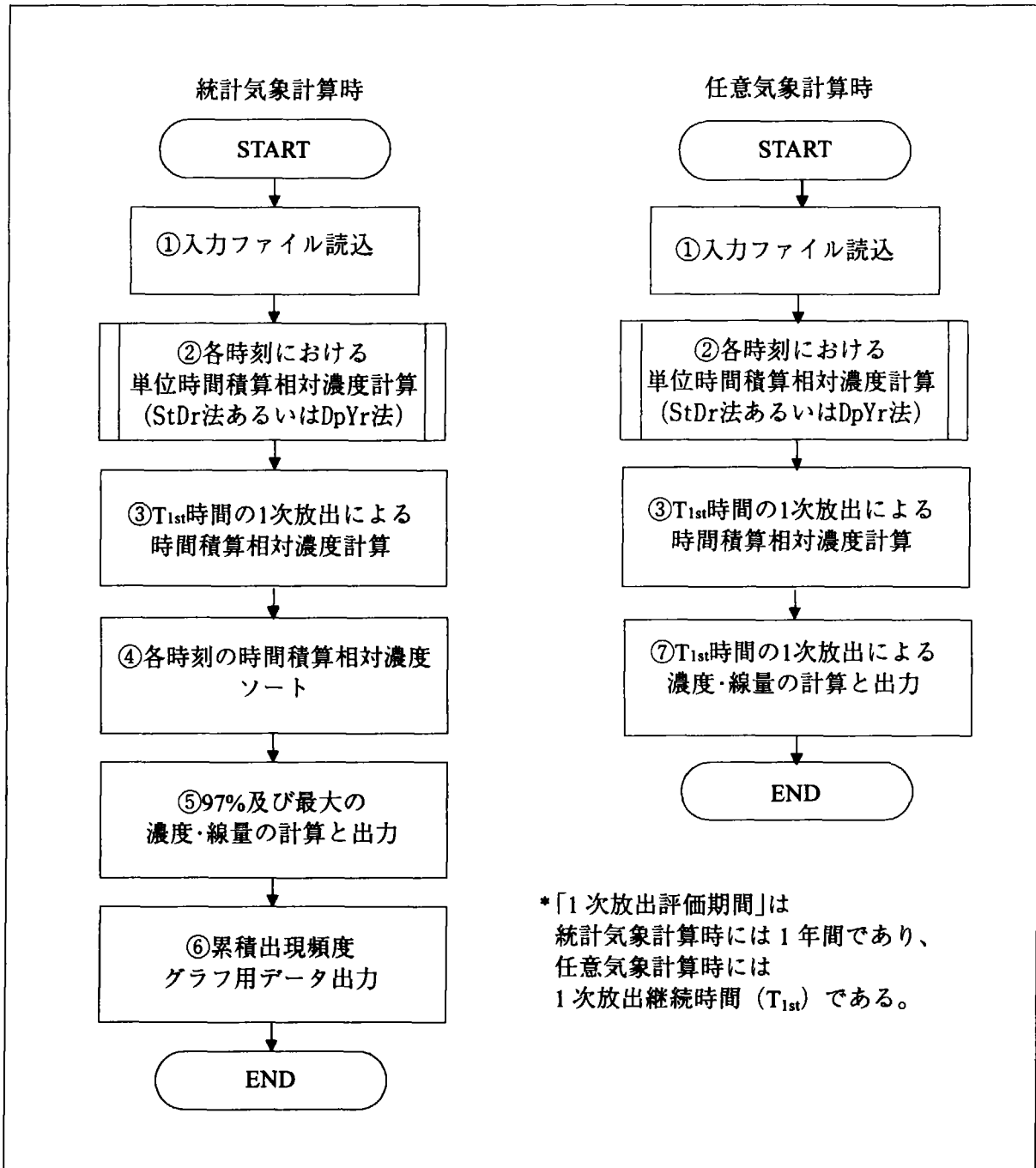


図 3-2 統計気象計算時及び任意気象計算時の計算手順

3.3 相対濃度計算法

各時刻における単位時間積算相対濃度計算は入力パラメータによって StDr 法あるいは DpYr 法のどちらかの方法をコード内で選択して計算する。StDr 法及び DpYr 法の特徴を以下に示す。

StDr 法：個々のエレメントからの再放出による、1 次・再放出時に風速=1(m/s)の場合の大気安定度・風向別の、着目地点における単位時間積算 2 次相対濃度（各エレメントの 2 次 StDr データ）を求め、全エレメントからの再放出による 2 次 StDr データに加算し、全エレメントからの再放出による 2 次 StDr データを求める。その後、全エレメントからの再放出による 2 次 StDr データを用いて、各時刻における単位時間積算 2 次相対濃度を評価する方法。沈着による 1 次プルーム減衰を考慮できないが、DpYr 法よりも計算速度が速い。計算方法の詳細については付録 B で説明する。

DpYr 法：各エレメントの 2 次 StDr データを用いて、1 次プルーム減衰を考慮した、個々のエレメントからの再放出による各時刻における単位時間積算 2 次相対濃度を計算する。これを全エレメントからの再放出による各時刻における単位時間積算 2 次相対濃度に加算し、単位時間積算 2 次相対濃度を求める。沈着による 1 次プルーム減衰を考慮できるが、計算速度が遅い。計算方法の詳細については付録 B で説明する。

沈着による 1 次プルーム減衰を考慮する場合は必ず DpYr 法で計算する。沈着による 1 次プルーム減衰を考慮しない場合は、DpYr 法または高速に計算できる StDr 法による評価のどちらも可能である。

3.4 入力データの説明

3.4.1 気象データの入力

気象データには第 2 章で述べたように統計気象形式と任意気象形式の気象データファイルの 2 種類がある。それぞれの書式を表3-1と3-2に示す。実際の気象データファイルの例を表3-3と3-4に示す。これらのファイルは¥METCONV¥CONVDAT 下に設定する。なお、気象データファイルの書式は放射化生成物事故時公衆被ばく線量評価コード（ACUTAP）と共通である。

表 3-1 統計気象形式の気象データファイルの書式

Card	変数名	型	内容	単位	入力例	備考
1	JY	Integer	気象観測年	年	1990	FORMAT(3I4)
	JM	Integer	気象観測月	月	1	
	JD	Integer	気象観測日	日	1	
2	INTDRLOW(IH)	Integer	風向(地上風)	16 方位	16	FORMAT(24I4) 時計回りで NNE=1 から N=16
3	INTULOW(IH)	Integer	風速(地上風)	×0.1m/s	10	FORMAT(24I4)
4	INTDRHIGH(IH)	Integer	風向(上空風)	16 方位	16	FORMAT(24I4) 時計回りで NNE=1 から N=16
5	INTUHIGH(IH)	Integer	風速(上空風)	×0.1m/s	35	FORMAT(24I4)
6	INTSTB(IH)	Integer	大気安定度	—	4	FORMAT(24I4) アルファベットに対応する 整数で入力 (A=1,B=2, ...,F=6)
7	INTTEMP(IH)	Integer	気温	×0.1—50℃	700	FORMAT(24I4) 例えば,20℃のときの入力 は”700”,-5℃のときは”450”
8	INTRAIN(IH)	Integer	降水量	×0.1mm/h	5	FORMAT(24I4)

* 配列の引数 IH は 1 日の中での時刻を表わす。(=1~24)

* “*”で始まる行はコメント行として読み飛ばす。

* 欠測の場合は”9999”で記録。

* Card-1~8 を 1 セットとし、1 年の日数分を繰り返す。

* 日付順に 1 年間分のデータが入力されていない場合は、メッセージを表示しプログラムの実行を中止する。

* Card-3 の INTULOW(IH)及び Card-5 の INTUHIGH(IH)が 5 未満 (静穏風) の時は、5 として読み込む。

表 3-2 任意気象形式の気象データファイルの書式

内容	単位	書式	備考
(1) 風向<Low>	—	2X,A3	' N',' SW',' ENE'等右寄せ
(2) 風速<Low>	m/s	F5.1	
(3) 風向<High>	—	2X,A3	' N',' SW',' ENE'等右寄せ
(4) 風速<High>	m/s	F5.1	
(5) 大気安定度	—	4X,A1	'A'~'F'の6段階
(6) 降水強度	mm/h	F5.1	
(7) 時刻	h	2X,I2	$1 \leq IH \leq 24$
(8) 昼/夜	—	A1	'D':昼、'N':夜
(9) 気温	℃	F5.1	

- * この書式は、ACUTRI と ACUTAP で共通となっている。ACUTRI では(1)~(9)の全データを使用し、ACUTAP では(3)~(6)のデータを用いる。
- * (1)~(9)を1行に入力し、1時間分の気象データとする。
- * “*”で始まる行はコメント行として読み飛ばす。
- * 不正な入力があった場合には、欠測扱いではなく実行中止とする。

表 3-3 統計気象形式の気象データファイルの例

```

* METEOROLOGICAL DATA OF 1990 ON TOKAI-40 SITE
* YEAR MONTH DAY (314)
* DIRECT WIND(16 DIRECTION) 24 HOUR DATA (2414) : HEIGHT = 10M
* WIND SPEED (X0.1 M/S) 24 HOUR DATA (2414) : HEIGHT = 10M
* DIRECT WIND(16 DIRECTION) 24 HOUR DATA (2414) : HEIGHT = 40M
* WIND SPEED (X0.1 M/S) 24 HOUR DATA (2414) : HEIGHT = 40M
* STABILITY (6 GRADE) 24 HOUR DATA (2414)
* TEMPERATUR (X0.1-50 DEG) 24 HOUR DATA (2414)
* RAIN FALL (MM/H) 24 HOUR DATA (2414)
1990 1 1
13 11 12 13 13 12 13 13 14 14 13 13 13 14 16 15 11 16 14 14 12 13 14 15
8 11 5 14 10 12 13 15 18 23 24 24 19 17 14 9 7 9 6 7 12 9 9 18
15 12 11 13 13 12 13 13 14 13 13 13 13 14 15 15 12 15 15 14 14 13 14 15
19 28 45 39 36 43 36 47 36 43 45 57 47 35 21 23 19 28 25 27 33 32 42 53
6 6 6 6 6 6 6 4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 6 6 6 6 6 6 6
487 481 482 481 477 475 474 497 521 547 566 575 583 569 579 569 534 518 508 495 486 487 485 487
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1990 1 2
14 14 14 13 12 13 13 14 15 14 2 4 4 8 8 8 7 7 11 14 14 14 15 14
11 13 11 9 14 11 11 13 15 9 21 15 23 19 29 14 15 20 4 9 7 11 9 14
14 14 14 14 13 14 14 14 15 14 3 4 4 7 7 8 7 7 10 14 16 1 16 14
44 39 46 32 33 37 35 45 38 13 23 18 29 31 38 29 47 47 22 26 16 13 23 36
6 6 6 6 6 6 6 4 2 2 2 2 2 2 3 4 6 6 6 6 6 6 6 4
482 477 473 471 465 465 465 481 511 546 567 577 584 583 580 565 565 574 552 529 517 519 516 515
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1990 1 3
14 14 14 14 14 14 14 15 14 14 2 2 2 15 15 15 15 15 16 16 14 14 13 14
10 13 14 11 10 14 12 10 18 15 41 44 32 24 27 17 16 15 13 4 13 24 27 27
15 15 14 15 14 14 14 15 14 14 2 2 2 15 15 15 15 15 15 15 14 14 14 14
46 33 41 31 34 39 44 35 31 25 65 62 45 55 66 48 46 38 33 22 45 71 57 69
6 6 6 6 6 6 6 4 2 2 4 4 3 3 2 4 6 6 6 6 6 6 6 6
511 508 506 505 502 500 501 519 551 556 572 582 583 593 578 568 550 540 533 504 514 511 507 511
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1990 1 4
14 14 15 13 13 14 15 13 14 14 14 15 15 14 14 14 15 15 16 14 13 14 14 14
20 21 13 11 12 17 10 17 22 14 11 18 27 25 28 12 16 8 11 16 13 10 8 9
14 14 15 14 15 14 15 13 15 14 14 15 15 14 14 14 15 15 16 14 14 13 14 13
61 58 50 22 23 58 34 50 52 28 17 33 69 56 56 29 44 31 37 46 35 35 32 29
6 6 6 6 6 6 6 4 3 2 2 2 2 2 2 4 6 6 6 6 6 6 6 6
505 512 501 475 477 487 476 495 535 556 562 569 570 581 575 567 549 543 530 515 499 494 488 480
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1990 1 5
15 15 13 13 14 13 13 15 14 14 14 15 6 7 9 9 7 9 10 14 13 13 13 13
10 9 10 13 10 16 15 11 11 17 11 10 23 22 19 11 2 12 12 12 14 19 22 19
13 15 15 14 14 13 14 15 13 13 13 14 6 6 9 10 8 8 9 14 12 14 14 14
25 22 17 24 39 47 40 38 21 31 19 13 25 30 29 25 17 41 45 20 26 37 44 28
6 6 6 6 6 6 6 4 2 2 2 2 2 2 2 4 6 6 6 6 6 6 6 6
479 476 471 465 464 459 464 479 512 543 561 576 581 583 582 571 533 522 521 510 499 493 491 490
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
:
:
:
以下略

```

表 3-4 任意気象形式の気象データファイルの例

```

* STABLE METEOROLOGICAL DATA
* (1) DIRECT WIND DIRECTION <LOW >           : 2X ,A3
* (2) WIND SPEED <LOW > (M/S)                : F5.1
* (3) DIRECT WIND DIRECTION <HIGH>           : 2X ,A3
* (4) WIND SPEED <HIGH> (M/S)               : F5.1
* (5) STABILITY (6 GRADE) : 4X ,A1
* /A/B/C/D/E/F/
* (6) RAINFALL (MM/H) : F5.1
* (7) TIME IN A DAY (H) : 2X ,12
* (8) DAY OR NIGHT : A1
* /D/N/ /DAY/NIGHT/
* (9) TEMPURTURE (DEG C) : F5.1
* (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7,8) (9)
WNW 0.8 NNW 1.9 F 0.0 1N -1.3
WSW 1.1 W 2.8 F 0.0 2N -1.9
W 0.5 WSW 4.5 F 0.0 3N -1.8
WNW 1.4 WNW 3.9 F 0.0 4N -1.9
WNW 1.0 SSW 3.6 F 0.0 5N -2.3
W 1.2 W 4.3 F 0.0 6N -2.5
*
WNW 1.3 WNW 3.6 F 0.0 7N -2.6
WNW 1.5 WNW 4.7 D 0.0 8D -0.3
NW 1.8 NW 3.6 B 0.0 9D 2.1
NW 2.3 WNW 4.3 B 0.0 10D 4.7
WNW 2.4 WNW 4.5 B 0.0 11D 6.6
WNW 2.4 WNW 5.7 B 0.0 12D 7.5
*
WNW 1.9 WNW 4.7 B 0.0 13D 8.3
NW 1.7 NW 3.5 B 0.0 14D 6.9
N 1.4 NNW 2.1 B 0.0 15D 7.9
NNW 0.9 NNW 2.3 B 0.0 16D 6.9
WSW 0.7 W 1.9 F 0.0 17N 3.4
N 0.9 NNW 2.8 F 0.0 18N 1.8
*
NW 0.6 NNW 2.5 F 0.0 19N 0.8
NW 0.7 NW 2.7 F 0.0 20N -0.5
W 1.2 NW 3.3 F 0.0 21N -1.4
WNW 0.9 WNW 3.2 F 0.0 22N -1.3
NW 0.9 NW 4.2 F 0.0 23N -1.5
NNW 1.8 NNW 5.3 F 0.0 24N -1.3
*
NW 1.1 NW 4.4 F 0.0 1N -1.7
NW 1.3 NW 3.9 F 0.0 2N -2.3
NW 1.1 NW 4.6 F 0.0 3N -2.7
WNW 0.9 NW 3.2 F 0.0 4N -2.9
W 1.4 WNW 3.3 F 0.0 5N -3.5
WNW 1.1 NW 3.7 F 0.0 6N -3.5

```

3.4.2 移行モデルパラメータの入力

移行モデルパラメータの入力データの内容を表3-5に示す。入力データは ACUTRI ディレクトリ内の¥INPUT 下に設定する。入力データは拡張子「.INP」がつけられる。第一カラムに「*」のある行は、コメント行扱いとなり、データ読み込みの際にはその行は読み飛ばされる。従って、データの説明等に使用できる。また、入力データは、標準出力の冒頭にそのままの状態では出力されるので、デバッグに利用することができる。

なお、コード作成当初、計算方法び気象データファイル等のファイル名については移行モデルパラメータの入力データとして与えていたが、合理化を図るためファイルから除くこととした。これらの入力方法は第 3.4.3 項に示す。

表 3-5 入力方法 (1/7)

Card	内容	変数名	型*	備考
1. 計算方法 (コード改良に伴い、現在はダミー)				
2. 1次・再放出関連パラメータ				
	1次放出継続期間(h)	NHRLS1	I	
	再放出継続期間(h)	NHRLS2	I	
	1次放出が短時間の場合の隣接方位評価フラグ、 長時間放出時はダミー	NBR1	I	
	/0/1/ /風下方位のみ/風下方位と隣接1方位の合計3 方位を評価/			
	再放出が短時間の場合の隣接方位評価フラグ、長 時間放出時はダミー	NBR2	I	
	/0/1/ /風下方位のみ/風下方位と隣接1方位の合計3 方位を評価/			
	HTO 評価フラグ**	IFRLS(1)	I	
	-1/0/1/ /評価する(QUANT:割合入力)/評価しな い/評価する放出量 (QUANT(L)を Bq で入力) /			
	HT 評価フラグ**	IFRLS(2)	I	
	-1/0/1/ /評価する(QUANT:割合入力)/評価しな い/評価する放出量 (QUANT(L)を Bq で入力) /			
	HTO の放出量 (Bq)	QUANT(1)**	R	
	HT の放出量 (Bq)	QUANT(2)**	R	
	トリチウム放出量 (g)	H3GRAM	R	
	比放射能 (Bq/g)	H3BQG	R	
	再放出開始時刻の設定	ISECON	I	
	/0/1 /1次放出の1時間後に放出開始/1次放出と同じ 時刻に放出開始			
	1次放出源の有効放出高さの設定オプション	IOPTH***	I	
	/1/2/ /全方位一律/方位により異なる/			
	1次放出源の有効放出高さ	RELHT1(I)	R	

* 型は I: 整数、R: 実数、A: 文字列

** トリチウム放出量は Bq 単位または g 単位の設定が可能。IFRLS(L) = -1 の時、QUANT(L)には HT:HTO の比を入力する。このとき、QUANT(1)+QUANT(2)=1.0 であること。H3GRAM にはトリチウム放出量を g 単位で入力する。合わせて H3BQG には比放射能 (Bq/g) を入力すること。IFRLS(L)=1 の時、QUANT(L)には HT 及び HTO のトリチウム放出量を Bq 単位で入力する。このとき H3GRAM、H3BQG はダミー。

*** IOPTH=1 の時、RELHT1(I)は RELHT1(1)として、1通りの放出高さを設定する。IOPTH=2 の時、RELHT1(I), I=1,16 NNE から時計周りに N までの着目方位有効放出高さを設定する。

表 3-5 入力方法 (2/7)

3. 着目地点関連パラメータ (1) Card 40~41 にも着目地点関連パラメータあり				
	1 方位当たりの着目地点数	IXMAX	I	最大 30 点
	呼吸摂取点の高さ(m)	H_INHAL	R	
	自エレメント仮想空間の高さ(m)	H_SELF	R	
	自エレメント半径(m)	DST_SELF	R	
	主同心円数	NDST_M	I	
	再放出が短時間の場合の線源近似パラメータ(再放出が長時間の場合はダミー)	ALPH	R	
4. エレメント分割パラメータ(1)				
	主同心円半径(m)	DST_M(IDST)	R	IDST は 1~NDST_M
5. エレメント分割パラメータ(2)				
	主同心円ごとの副同心円数 (全副同心円数は 500 以内になるように設定する)	NDST_S(IDST)	I	IDST は 1~NDST_M
6. デバック用パラメータ(1)				
	自エレメントと主同心円ごとの再放出評価フラグ 0/1//再放出しない/再放出する/	IFDST(IDST)	I	IDST は self と 1~NDST_M
7. デバック用パラメータ(2) (コード改良に伴い、現在はダミー)				
	StDr データデバッグ出力フラグ 0/1//出力しない/出力する/	IFCVQDBG(1~5)	I	
8. デバック用パラメータ(3)				
	詳細デバッグフラグ* 0/1//出力しない/出力する/	IFDBG(1~20)	I	通常は 0

- * Dbg1: 1次放出時の風向による放出地点から見た着目地点の風下距離と軸ずれ
 Dbg2: 1次放出時の着目地点の σ_y, σ_z
 Dbg3: 1次放出時による着目地点の相対濃度(風速=1m/s の場合)
 Dbg4: 各エレメントの座標, 放出地点から見た方位
 Dbg5: 1次放出時の風向による放出地点から見た各エレメントの風下距離と軸ずれ
 Dbg6: 1次放出時の各エレメントの σ_y, σ_z
 Dbg7: 1次放出による各エレメントの相対濃度(風速=1m/s の場合)
 Dbg8: 各エレメントから着目地点への再放出データ
 Dbg9: 1時間の1次放出による各エレメントの相対沈着量(風速=1m/s の場合)(Bq/m²)
 Dbg10: 自エレメントのエレメント情報出力フラグ
 Dbg11: (ダミー)
 Dbg12: (ダミー)
 Dbg13: (ダミー)
 Dbg14: 2次放出継続時間が長時間の場合の各エレメント情報出力
 Dbg15~20: (ダミー)

表 3-5 入力方法 (3/7)

Card	内容	変数名	型	備考	
9. 沈着速度データ					
	沈着速度計算方法 /1/2/ /沈着速度法/交換速度法/	IFLGVG	I	HT の場合必ず1で計算	
10. エリア別沈着速度パラメータ(1)					
	沈着速度エリア方位数	NVGDIR	I	放出地点を中心として21方位まで分割しない場合は1	
	放出地点の沈着率 HTO (m/s)	VGCENTR(1)	R	ダミー	
	放出地点の沈着率 HT (m/s)	VGCENTR(2)	R	ダミー	
11. エリア別沈着速度パラメータ(2)					
	沈着エリア境界の角度 (deg) N=0° で時計回りに設定	VGDIR(IVGDIR)	R	IVGDIR は1からNVGDIR-1まで	
12. エリア別沈着速度パラメータ(3)					
	沈着エリア距離数	NVGDST(IVGDIR)	I	IVGDIR は1からNVGDIR-1まで	
13. エリア別沈着速度パラメータ(4)					
	沈着エリア境界の距離(m)	VGDST(IVGDIR, IVGDST)	R	Card 10~12を1セットにしてNVGDST-1回繰り返す	
14. エリア別沈着速度パラメータ(5)					
	沈着エリアでの HTO 沈着速度(m/s)	VGAR(IVGDIR, IVGDST,1)	R		
15. エリア別沈着速度パラメータ(6)					
	沈着エリアでの HT 沈着速度(m/s)	VGAR(IVGDIR, IVGDST,2)	R	分割しない場合はVGDST=0.0	
16. 再放出関連パラメータ(1)					
	昼夜別区分の対象期間数	NSEASON	I	最大5まで 表2-3参照	
17. 再放出関連パラメータ(2)					
	日中の単位時間当たりの再放出率 (1/h)	PHIDN(1)	R		
	夜間の単位時間当たりの再放出率 (1/h)	PHIDN(2)	R		

表 3-5 入力方法 (4/7)

Card	内容	変数名	型	備考
18. 再放出関連パラメータ(3)				
	再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ(-) ここでの入力値の合計が 1 に等しくない場合はコード内で 1 となるように補正する	RHOJHR(IH)	R	IH は 1 から NHRLS2 必ず正の値を入力すること
19. 再放出関連パラメータ(4)				
	昼夜別区分の対象期間の開始月	KSMOBGN(IS)	I	Card 19 は NSEASON 回繰り返す IS は 1 から NSEASON まで 表2-3参照
	昼夜別区分の対象期間の開始日	KSDYBGN(IS)	I	
	昼夜別区分の対象期間の日中開始時刻	KSDAYTN(IS)	I	
	昼夜別区分の対象期間の夜間開始時刻	KSNGHTM(IS)	I	
20. 再放出関連パラメータ(5)				
	再放出割合	RERATE	R	0<RERATE ≤1.0
21. 交換速度法関連パラメータ(1)				
	地表面水相当厚さ(m)	FLS	R	
	土壌気相中相対湿度(-)	RH	R	
	気温と土壌地表面温度との温度差(℃)	DLTTEMP	R	
22. 交換速度法関連パラメータ(2)				
	1 日の各時刻における交換速度	VEX(IH)	R	IH は 1 から 24 まで
23. 風向・風速関連パラメータ(1)				
	1 次放出高さ風速のべき乗則補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFEXPH	I	
	地上風速のべき乗則補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFEXPL	I	
	上空風観測高さ(m)	Z_HIGH	R	
	地上風観測高さ(m)	Z_LOW	R	
	地上風補正時の限界高さ(m)	ZEXPMIN	R	
	再放出時の風向が 1 次放出時の風向に対する変化のフラグ /0/1/ /変化しない/変化する/	IFWINDCHNG	I	
24. 風向・風速関連パラメータ(2)				
	風速べき乗則による補正のべき指数(-)	PZEXP(IST)	R	大気安定度 A から F と IST の 1 から 6 それぞれが対応

表 3-5 入力方法 (5/7)

Card	内容	変数名	型	備考
25. 任意気象計算関連パラメータ(1)				
	放出開始月	IMOBGN		統計気象データ中の日時の指定
	放出開始日	IDYBGN		
	放出開始時刻	IHRBGN		
	ダミー	NDYSRD		任意の正の値を入力 計算では使用しない
	ダミー	IFDCYWET		
	ダミー	IFDPDRY		
	ダミー	IFDPWT		
26. 任意気象計算関連パラメータ(2)				
	HTO 洗浄係数 A	AWASH(1)	R	
	HTO 洗浄係数 B	BWASH(1)	R	
	ダミー	AWASH(2)	R	
	ダミー	BWASH(2)	R	
27. 任意気象計算関連パラメータ(3)				
	降水以前の根域内土壌の含水割合	RAINW0	R	
	飽和含水割合	RAINWS	R	
	根域深さ(m)	ZROOT	R	
	根域内の含水割合が飽和した場合の補正係数 η	FRNFULL	R	
28. 任意気象計算関連パラメータ(4)				
	ダミー	KS5DYSEAS(ID)	I	ID は 1 ~ NDYSRD
29. 拡散関連パラメータ 1				
	建屋等の影響による補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFINST	I	
	建屋等の風向方向の断面積(m ²)	AINST	R	
	建屋等の風向方向の形状係数(-)	CINST	R	
	1次放出が地表面の場合の水平方向の広がり の初期値(m)	SGYGRND	R	
	1次放出が地表面の場合の垂直方向の広がり の初期値(m)	SGZGRND	R	
	拡散パラメータ(σ_y , σ_z) /1/2/ /気象指針/MOL/	ISIGFG	I	
	地表面の粗さ(ISIGFG=2の時有効) =2:mean roughnesslength (low plants, rural areas, length of roughness z < 10 cm to 1 m) =3:great roughnesslength (forests, urban areas, length of roughness z > 1 m)	IRU	I	
30. 拡散関連パラメータ 2				
	大気安定度別混合層高度(m)	HMIXLR(IST)	R	IST は 1 から 6 まで

表 3-5 入力方法 (6/7)

Card	内容	変数名	型	備考
31.	StDr データ中間ファイル名 (コード改良に伴い現在はダミー)			
32.	時間積算相対濃度データ中間ファイル名 (コード改良に伴い現在はダミー)			
33.	気象データファイル名 (コード改良に伴い現在はダミー)			
34.	累積出現頻度グラフ出力ファイル名 (コード改良に伴い現在はダミー)			
35.	個人被ばく線量関連パラメータ(1)			
	線量評価方法 /0/1/ /ICRP Publ.30/ICRP Publ.72/	METHDOSE	I	
36.	個人被ばく線量関連パラメータ(2)			
	呼吸率(m ³ /h)	B30	R	METHDOSE =0 のとき有 効、=1 のと きダミー
	経皮摂取を考慮する係数(-)	SKIN30	R	
	HTO の吸入摂取線量係数(Sv/Bq)	FK30	R	
	HT の実効線量当量率((Sv/h)/(Bq/m ³))	EPS30	R	
37.	個人被ばく線量関連パラメータ(3)			
	年齢グループ数	N72AGE	I	N72AGE は 6 まで METHDOSE =0 のときダ ミー、=1 の とき有効
	肺被ばく線量分を加算する係数	FL72	R	
	経皮摂取を考慮する係数	FS72	R	
	HT 線量率/HTO 線量率 (-)	FLIQGAS	R	
38.	個人被ばく線量関連パラメータ(4)			
	年齢名	NAMAGE(IAGE)	A	Card 38 は N72AGE 行 繰り返す NAMAGE(IA GE)は 10 カラム 目までに入 力 B72DAY(IA GE)は 11 カラム 以降に入力
	各年齢の呼吸率(m ³ /h)	B72DAY(IAGE)	R	
	各年齢の HTO 吸入摂取線量係数* (Sv/Bq)	FK72L1(IAGE)	R	

* HT の線量係数はプログラム内部で計算している

表 3-5 入力方法 (7/7)

Card	内容	変数名	型	備考
39. その他のパラメータ				
	気象データ /0/1/2/ /統計気象計算/統計気象形式の ファイルで任意気象計算/任意気象形式 のファイルで任意気象計算/	IWHTYP	I	
	統計気象ファイルの観測年 IWHTYP=2 のときはダミー	IY	I	4桁で入力
	乾燥沈着の扱い /0/1/2/ /乾燥沈着を評価しない/乾燥沈 着を評価し、乾燥沈着による1次プル ーム減衰を考慮しない/乾燥沈着を評価 し、乾燥沈着による1次プルーム減衰 を考慮する/ IWHTYP=0 のときは1 or 2	IDPDRY	I	統計気象計 算では、乾 燥沈着を必 ず考慮して いる
	降水沈着の扱い /0/1/2/ /降水沈着を評価しない/降水沈 着を評価し、降水沈着による1次プル ーム減衰を考慮しない/降水沈着を評価 し、降水沈着による1次プルーム減衰 を考慮する/	IDPWET	I	
40. 出力関連パラメータ				
	累積出現頻度グラフ用データ出力フラグ /0/1/ /出力しない/出力する/	IFGRPH	I	出力ファイ ル名は Card 34 で指定
	累積出現頻度を出力する順位の最終値 (1≤NGRAPH≤1000)	NGRAPH	I	
	ICRP PubL.72 線量評価時のグラフ出力代 表年齢(1≤KGRAGE≤N72AGE)	KGRAGE	I	
	累積出現頻度グラフ用データのデータ種類別 の出力フラグ I=1: 相対濃度、2: 濃度、 3: 相対線量、4: 線量 /0/1/ /出力しない/出力する/	IFGRDAT(I)	I	
41. 着目地点関連パラメータ (2)				
	放出地点から着目地点までの距離(m)	DIST(IXMAX)	R	IXMAX の数 だけ入力す る
42. 着目地点関連パラメータ (3)				
	着目地点毎の詳細出力フラグ /0/1/ /出力しない/出力する/	IODIST(IXMAX)	I	IXMAX の数 だけ入力す る
43. 着目方位計算フラグ (4)				
	着目方位毎の計算フラグ /0/1/ /計算しない/計算する/	IFDIR(16)	I	IFDIR(1) ~ IFDIR(16) が 北北東~北 に対応する

3.4.3 相対濃度の計算方法及びファイル名の入力

相対濃度の計算方法及び累積出現頻度グラフ用出力ファイル名の入力データ内容を表 3-6 に示す。ACUTRI ディレクトリ下に triparam.dat として設定する。

表 3-6 ファイル名入力方法

Card	内容	変数名	型	備考
1. 計算方法				
	計算方法の選択(StDr 法/DpYr 法)の選択 (StDr 法/DpYr 法については第3.3節参照) /1/3/ /StDr 法で各時刻の相対濃度を計算/DpYr 法で各時刻の相対濃度を計算/	IENTR	I	/1/3 以外の入力は不可
	StDr データ(大気安定度・風向別時間積算相対濃度データ)中間ファイル出力の制御 /0/ /StDr データを中間ファイルへ出力せず継続/	IEXIT1	I	0 以外の入力は不可
	YrHr データ(各時刻の時間積算相対濃度)中間ファイル出力の制御 /0/ /YrHr データを中間ファイルへ出力せず継続/	IEXIT2	I	0 以外の入力は不可
2. ファイル名(1)				
	各時刻の風向風速別大気安定度別時間積算相対濃度データ中間ファイル名 TRIPLUME.INP/ TRIPLUME.OUT の使用不可	FNSTDR	A	ダミー
3. ファイル名(2)				
	各時刻の時間積算相対濃度データ中間ファイル名 TRIPLUME.INP/ TRIPLUME.OUT の使用不可	FNYRHR	A	ダミー
4. ファイル名(3)				
	累積出現頻度グラフ用出力ファイル名 TRIPLUME.INP/ TRIPLUME.OUT の使用不可 デフォルト：GRAPH.OUT	FNFXED	A	修飾子を含め、64 文字

3.5 出力データの説明

計算条件の出力は、①計算に使用した入力データファイルのリスト、②主同心円の半径や間隔、セクタ面積等、副同心円間隔やエレメント面積等、主副同心円に関する情報、③入力で設定した1次放出地点からの距離と方位毎の沈着速度の計算条件が可能である。統計気象計算では、計算結果として①統計気象計算で使用した気象条件、②HT及びHTOの1次放出、2次放出、1次+2次の時間積算相対濃度と吸入による内部被ばく線量を97%値および最大値についてそれぞれ出力する。任意気象計算では、計算結果として①任意気象計算で使用した気象条件、②HT及びHTOの1次放出、2次放出、1次+2次の時間積算相対濃度と吸入による内部被ばく線量をそれぞれ出力する。放出されたトリチウムの化学形と出力可能な計算結果の関係を表3-7に示す。また、相対濃度及び相対線量の累積出現頻度の表が出力可能である。出力データは¥ACUTRI ¥OUTPUT下に出力される。また、累積出現頻度グラフ用データはtriparam.datで指定したファイル名で出力される。

表 3-7 出力可能な計算結果

放出化学形	計算対象トリチウム	出力可能な計算結果			
		時間積算相対濃度 (s^2/m^3)*	時間積算濃度 ($s \cdot Bq/m^3$)*	相対線量 ($s \cdot Sv/Bq$)	線量 (Sv)
HTO	1次プルーム中 HTO	○	○	○	○
	2次プルーム中 HTO	○	○	○	○
	1次プルーム中 HTO と 2次プルーム中 HTO の合計	○	○	○	○
HT	1次プルーム中 HT	○	○	○	○
	2次プルーム中 HTO	○	○	○	○
	1次プルーム中 HT と 2次プルーム中 HTO の合計			○	○
HTO+HT**	1次プルーム中 HTO と 2次プルーム中 HTO の合計		○		○
	1次プルーム中 HT と 1次プルーム中 HTO の合計				○
	1次プルーム中 HT・HTO				○
	2次プルーム中 HTO		○		○
	1次プルーム中 HT・HTO と 2次プルーム中 HTO の合計				○

* 1次および2次プルームに関する時間積算値は、それぞれ、施設からの実効放出継続時間積算値及び再放出継続時間積算値。

** HTO+HT 放出の場合には、1次プルーム中 HT、1次プルーム中 HTO、1次プルーム中 HT による2次プルーム中 HTO、1次プルーム中 HTO による2次プルーム中 HTO についても出力可能。

3.6 起動方法

3.6.1 計算条件の設定

計算の実行前に¥ACUTRI ディレクトリ内のバッチファイル TP.BAT の内容を以下のように設定する。

TP.BAT

```
CALL TPCASE Inp_File Met_File Out_File
```

ここで、

Inp_File : ¥INPUT 下に設定された入力ファイル名。

Met_File : ¥METCONV¥CNVDAT 下に設定された統計または任意気象データファイル名。

Out_File : 計算後、¥OUTPUT 下に出力される出力ファイル名。

3.6.2 計算の実行

エクスプローラ画面等においてバッチファイル TP.BAT を実行（左クリック）する。また、MS-DOS プロンプト画面（C:・・・¥ACUTRI>）に上記の CALL 文の TPCASE 以下を全て入力して、実行させることも可能である。この場合はエラー時のメッセージが現れる。

3.6.3 計算の中止

計算を途中で終了するときは、Cntrl+C キーを押す。

4. 試算結果

4.1 計算条件の設定

ACUTRI コードの計算機能の妥当性を検討するため、1g のトリチウムが高さ 40m から放出されたという条件の下、表 4-1 に示す 6 ケースを設定し、試算を行った。

表 4-1 試算ケース

ケース	放出トリチウムの化学形	計算法	気象データ*	降水沈着	1次プルームの減衰
1	HTO	StDr 法	a	なし	なし
2	HTO	DpYr 法	a	なし	あり
3	HT	StDr 法	a	なし	なし
4	HTO	StDr 法	b	なし	なし
5	HTO	StDr 法	c	なし	なし
6	HTO	StDr 法	c	あり	なし

* a: 東海研の 1990 年気象データを用いた統計気象計算

b: 風向 (地上 40 m 及び 10 m) =NE、風速 (地上 40 m 及び 10 m) =1.0 m/s、大気安定度=D、放出開始時刻=7 時、気温=20℃、降雨=0.0 mm を入力した任意気象計算

c: 1 次放出の開始日時を 1990 年 3 月 7 日 19 時に設定した任意気象計算

表 4-2 に詳細な計算条件を示す。また、表 4-3 にエレメントの設定用入力データを示す。ケース 1 の入力データおよび出力結果のリストを付録 C に示す。

表 4-3 エレメント設定用入力データ*

主同心円番号	主同心円半径(外径) DST_M(IDST)	主同心円間隔	主同心円内の副同心円数 NDST_S(IDST)	副同心円間隔
1	50 m	45 m	9	5 m
2	100 m	50 m	10	5 m
3	200 m	100 m	20	5 m
4	500 m	300 m	60	5 m
5	1 km	500 m	100	5 m
6	2 km	1 km	100	10 m
7	5 km	3 km	100	30 m
8	10 km	5 km	100	50 m

* 入力ファイルで設定するのは、主同心円半径(外径)と主同心円内の副同心円数のみ。他の値はプログラム内で自動的に設定される。

表 4-2 入力データ (1/4)

Card	内容	変数名	入力データ
1.	計算方法 (ダミー)		
2.	1次・再放出関連パラメータ		
	1次放出継続期間(h)	NHRLS1	1
	再放出継続期間(h)	NHRLS2	24
	1次放出が短時間の場合の隣接方位評価フラグ*、 長時間放出時はダミー	NBR1	
	/0/1/ /風下方位のみ/風下方位と隣接1方位の合計3 方位を評価/		1
	HTO評価フラグ -1/0/1/ /評価する(QUANT:割合入力)/評価しな い/評価する放出量	IFRLS(1)	ケース 1,2,4-6:-1 ケース 3:0
	HT評価フラグ -1/0/1/ /評価する(QUANT:割合入力)/評価しな い/評価する放出量	IFRLS(2)	ケース 1,2,4-6:0 ケース 3:-1
	HTO:HTの比	QUANT(1): QUANT(2)	ケース 1,2,4-6:1:0 ケース 3:0:1
	トリチウム放出量 (g)	H3GRAM	1.0
	比放射能 (Bq/g)	H3BQG	3.580E+14
	再放出開始時刻	ISECON	
	/0/1 /1次放出の1時間後に放出開始/1次放出と同じ 時刻に放出開始		0
	1次放出源の有効放出高さの設定オプション /1/2/ /全方位一律/方位により異なる/	IOPTH	2
	1次放出源の有効放出高さ (m)	RELHT1(I)	脚注*
3.	着目地点関連パラメータ (1)		
	1方位当たりの着目地点数	IXMAX	1
	呼吸摂取点の高さ(m)	H_INHAL	1.0
	自エレメント仮想空間の高さ(m)	H_SELF	1.0
	自エレメント半径(m)	DST_SELF	5.0
	主同心円数	NDST_M	8
	短時間再放出線源近似パラメータ	ALPH	4.3
4.	エレメント分割パラメータ(1)		
	主同心円半径(m)	DST_M(IDST)	表 4-3
5.	エレメント分割パラメータ(2)		
	主同心円ごとの副同心円数	NDST_S(IDST)	表 4-3
6.	デバック用パラメータ(1)		
	自エレメントと主同心円ごとの再放出評価フラグ 0/1/ /再放出しない/再放出する/	IFDST(IDST)	全て 1
7.	デバック用パラメータ(2)		
	StDr データデバック出力フラグ 0/1/ /出力しない/出力する/	IFCVQDBG(1~ 5)	全て 0
8.	デバック用パラメータ(3)		
	詳細デバックフラグ 0/1/ /出力しない/出力する/	IFDBG(1~20)	全て 0

* NNE~SSE=56, S=54, SSW=47, SW=42, WSW=42, W=37, WNW=36, NW=36, NNW=36, N=44

表 4-2 入力データ (2/4)

Card	内容	変数名	入力データ			
9.	沈着速度データ					
	沈着速度計算方法 /1/2/ /沈着速度法/交換速度法/	IFLGVG	1			
10.	エリア別沈着速度パラメータ(1)					
	沈着速度エリア方位数	NVGDIR	1			
	放出地点の沈着率 HTO	VGCENTR(1)	0.005			
	放出地点の沈着率 HT	VGCENTR(2)	0.0002			
11.	エリア別沈着速度パラメータ(2)					
	沈着エリア境界の角度 (deg)	VGDIR(IVGDIR)	360.0			
12.	エリア別沈着速度パラメータ(3)					
	沈着エリア距離数	NVG DST(IVGDIR)	1			
13.	エリア別沈着速度パラメータ(4)					
	沈着エリア境界の距離(m)	VG DST	0.0			
14.	エリア別沈着速度パラメータ(5)					
	沈着エリアでの HTO 沈着速度(m/s)	VGAR	0.005			
15.	エリア別沈着速度パラメータ(6)					
	沈着エリアでの HT 沈着速度(m/s)	VGAR	0.0002			
16.	再放出関連パラメータ(1)					
	昼夜別区分の対象期間数	NSEASON	4			
17.	再放出関連パラメータ(2)					
	日中の単位時間当たりの再放出率 (1/h)	PHIDN(1)	0.1			
	夜間の単位時間当たりの再放出率 (1/h)	PHIDN(2)	0.05			
18.	再放出関連パラメータ(3)					
	再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ(-)	RHOJHR(IH)	脚注*			
19.	再放出関連パラメータ(4)					
	昼夜別区分の対象期間の開始月	KSMOBGN(IS)	4	6	7	9
	昼夜別区分の対象期間の開始日	KSDYBGN(IS)	1	1	1	1
	昼夜別区分の対象期間の日中開始時刻	KSDAYTN(IS)	7	7	7	8
	昼夜別区分の対象期間の夜間開始時刻	KSNGHTM(IS)	18	19	18	17
20.	再放出関連パラメータ(5)					
	再放出割合	RERATE	1.0			
21.	交換速度法関連パラメータ(1)					
	地表面水相当厚さ(m)	FLS	0.002			
	土壌気相中相対湿度(-)	RH	1.0			
	気温と土壌地表面温度との温度差(℃)	DLTTEMP	5.0			
22.	交換速度法関連パラメータ(2)					
	1日の各時刻における交換速度	VEX(IH)	全て 0.001			

* RHOJHR(1)=0.34, RHOJHR(2)~(8)=0.074, RHOJHR(9)~(24)=0.008875

表 4-2 入力データ (3/4)

Card	内容	変数名	入力データ
23. 風向・風速関連パラメータ(1)			
	1次放出高さ風速のべき乗則補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFEXPH	0
	地上風速のべき乗則補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFEXPL	1
	上空風観測高さ(m)	Z_HIGH	40.0
	地上風観測高さ(m)	Z_LOW	10.0
	地上風補正時の限界高さ(m)	ZEXPMIN	1.0
	再放出時の風向が ^s 1次放出時の風向に 対する変化のフラグ /0/1/ /変化しない/変化する/	IFWINDCHNG	1
24. 風向・風速関連パラメータ(2)			
	風速べき乗則による補正のべき指数(-)	PZEXP(IST)	PZEXP(A)~(C)= 0.15, (D)=0.25, (E)~(F)=0.30
25. 任意気象計算関連パラメータ(1)			
	放出開始月	IMOBGN	3
	放出開始日	IDYBGN	7
	放出開始時刻	IHRBGN	19
26. 任意気象計算関連パラメータ(2)			
	HTO 洗浄係数 A	AWASH(1)	1.2E-04
	HTO 洗浄係数 B	BWASH(1)	0.5
27. 任意気象計算関連パラメータ(3)			
	降水以前の根域内土壌の含水割合	RAINW0	0.5
	飽和含水割合	RAINWS	0.8
	根域深さ(m)	ZROOT	0.3
	根域内の含水割合が飽和した場合の補 正係数 η	FRNFULL	0.8
29. 拡散関連パラメータ 1			
	建屋等の影響による補正フラグ /0/1/ /補正しない/補正する/	IFINST	0
	建屋等の風向方向の断面積(m ²)	AINST	0.0
	建屋等の風向方向の形状係数(-)	CINST	0.0
	1次放出が地表面の場合の水平方向の広 がりの初期値(m)	SGYGRND	0.0
	1次放出が地表面の場合の垂直方向の広 がりの初期値(m)	SGZGRND	0.0
	拡散パラメータ(σ_y , σ_z) /1/2/ /気象指針/MOL/	ISIGFG	1
	地表面の粗さ(ISIGFG=2の時有効)	IRU	2
30. 拡散関連パラメータ 2 (ISIGFG=2の時有効)			
	大気安定度別混合層高度(m)	HMIXLR(IST)	脚注*

* HMIXLR(1)=A=1600, (2)=B=1200, (3)=C=800, (4)=D=560, (5)=E=320, (6)=F=200

表 4-2 入力データ (4/4)

Card	内容	変数名	入力データ
34.	個人被ばく線量関連パラメータ(1)		
	線量評価方法 /0/1/ /ICRP Publ.30/ICRP Publ.72/	METHDOSE	1
35.	個人被ばく線量関連パラメータ(2)		
	呼吸率(m ³ /h)	B30	1.2
	経皮摂取を考慮する係数(-)	SKIN30	1.5
	HTO の吸入摂取線量係数(Sv/Bq)	FK30	1.7E-11
	HT の実効線量当量率((Sv/h)/(Bq/m ³))	EPS30	1.2E-15
36.	個人被ばく線量関連パラメータ(3)		
	年齢グループ数	N72AGE	6
	肺被ばく線量分を加算する係数	FL72	1.2
	経皮摂取を考慮する係数	FS72	1.5
	HT 線量率/HTO 線量率 (-)	FLIQGAS	1.0E-04
37.	個人被ばく線量関連パラメータ(4)		
	年齢名	NAMAGE(IAGE)	表 2-4
	各年齢の呼吸率(m ³ /h)	B72DAY(IAGE)	表 2-4
	各年齢の HTO 吸入摂取線量係数(Sv/Bq)	FK72L1(IAGE)	表 2-4
38.	その他のパラメータ		
	気象データ /0/1/2/ /統計気象計算/統計気象形式の ファイルで任意気象計算/任意気象形式 のファイルで任意気象計算/	IWHTYP	ケース 1~3 : 0 ケース 4 : 2 ケース 5, 6 : 1
	統計気象ファイルの観測年	IY	1990
	乾燥沈着の扱い /0/1/2/ /乾燥沈着を評価しない/乾燥沈着を評価 し、1 次ブルーム減衰を考慮しない/乾 燥沈着を評価し、乾燥沈着による 1 次 ブルーム減衰を考慮する/	IDPDRY	ケース 1, 3~6 : 1 ケース 2 : 2
	降水沈着の扱い /0/1/2/ /降水沈着を評価しない/降水沈着を評価 し、1 次ブルーム減衰を考慮しない/降 水沈着を評価し、降水沈着による 1 次 ブルーム減衰を考慮する/	IDPWET	ケース 1~5 : 0 ケース 6 : 1 なお、ケース 6 の 放出期間中の降雨 量は 2.0 mm
39.	出力関連パラメータ		
	出現頻度グラフ出力 /0/1/ /しない/する/	IFGRPH	0
40.	着目地点関連パラメータ (2)		
	放出地点から着目地点までの距離(m)	DIST(IXMAX)	1000
41.	着目地点関連パラメータ (3)		
	着目地点毎の詳細出力フラグ /0/1/ /出力しない/出力する/	IODIST(IXMAX)	0
42.	着目方位計算フラグ (4)		
	着目方位毎の計算フラグ /0/1/ /計算しない/計算する/	IFDIR(16)	脚注*

* ケース 1-3 : IFDIR=全て 1。ケース 4 : IFDIR(10)=SW=1, その他の IFDIR=0。
ケース 5 及び 6 : IFDIR(6)=SE=1, その他の IFDIR=0。

4.2 試算結果

4.2.1 ケース 1

ケース 1 の条件で計算した 1 km 地点での時間積算相対濃度と実効線量（成人）の結果を表 4-4 に示す。

表 4-4 ケース 1 の時間積算相対濃度と実効線量

計算項目	時間積算 相対濃度 (s ² /m ³)	実効線量 (Sv)	1 次プルーム放出時の気象条件				計算 値の 出現 方位
			放出開始 日時 (月/日-時)	大気 安定 度	上空 風向	上空 風速 (m/s)	
(1) 1 次プルームの 97% 値	4.527E-02	4.052E-05	02/23-09	D	NE	4.9	SW
(2) 2 次プルームの 97% 値	1.080E-02	9.666E-06	10/19-18	F	ESE	1.5	SW
(3) 1+2 次プルームの 97% 値	5.594E-02	5.007E-05	7/10-06	D	NE	4.6	SW
(4) 1 次プルームの最大値	5.598E-01	5.011E-04	01/10-11	D	ESE	0.5	WNW
(5) 2 次プルームの最大値	3.530E-01	3.160E-04	10/14-19	D	SSE	1.1	NNW
(6) 1+2 次プルームの最大値	9.071E-01	8.119E-04	01/10-11	D	ESE	0.5	WNW

表 4-4 における 97% 値は (1) が 1 次プルームの 1 時間積算濃度の年間計算結果に基づいて 97% 値を算出した結果である。(2) と (3) はそれぞれ 2 次プルームの時間積算濃度の年間計算結果及び 1 次と 2 次の合計プルームの時間積算濃度の年間計算結果に基づいて計算したものである。したがって、各 97% 値が出現したときの 1 次プルームの放出開始日時は、それぞれ異なっており、また、(1) と (2) を合計しても、(3) の値とはならない。また、最大値に関しては、上空風向の風下方位と計算値の出現方位は一致しているが、97% 値の場合は (2) のように、上空風向の風下方位と計算値の出現方位は一致していない。これは着目地点における 2 次プルームに起因する 97% 値の出現は、沈着分布と再放出期間中の風向変化に依存しているためである。

表 4-4 の (1) ~ (6) の各放出開始日時に対応した 1 次プルーム、2 次プルーム及び 1 次+2 次プルームの結果を表 4-5 に示す。表 4-5 からわかるように、(4) と (6) の値は、同じ日時であるため、1 次と 2 次の合計値は同じであるが、その他の場合、必ずしも一致しない。特に、(2) の場合は、1 次プルームの寄与は 0 となっている。これは 2 次プルームの 97% 値が出現した方位が、1 次プルーム放出時の風下の方位と異なっているためである。この結果から、97% 値を用いた安全評価の場合、どのプルームに基づいて評価すべきかを十分検討する必要がある。本試算に用いた条件下では、1 次と 2 次プルームの合計値に基づいて計算された 97% 値が、他の場合よりも大きいので、この値を用いるのが安全評価上妥当と考えられる。また、累積出現頻度グラフ用データ出力機能を用いて、出力したデータに基づいて作成した (3) の 1 次+2 次合計プルームの時間積算濃度と累積出現頻度との関係の図を図 4-1 に示す。なお、ケース 1 の計算時間は Pentium 4 processor 1.60 GHz の CPU を搭載したパソコンで約 6 分間であった。

表 4-5 各放出開始日時に対応した任意気象計算結果

	時間積算相対濃度 (s ² /m ³)			線量 (Sv)		
	1次プルーム	2次プルーム	1次+2次	1次プルーム	2次プルーム	1次+2次
(1)	<u>4.527E-02*</u>	7.240E-03	5.251E-02	<u>4.052E-05</u>	6.480E-06	4.700E-05
(2)	0	<u>1.080E-02</u>	1.080E-02	0	<u>9.666E-06</u>	9.666E-06
(3)	4.822E-02	7.717E-03	<u>5.594E-02</u>	4.316E-05	6.907E-06	<u>5.007E-05</u>
(4)	<u>5.598E-01</u>	3.473E-01	9.071E-01	<u>5.011E-04</u>	3.108E-04	8.119E-04
(5)	2.545E-01	<u>3.530E-01</u>	6.075E-01	2.278E-04	<u>3.160E-04</u>	5.438E-04
(6)	5.598E-01	3.473E-01	<u>9.071E-01</u>	5.011E-04	3.108E-04	<u>8.119E-04</u>

* 下線の値は表 4-4 に示した 97%値と最大値を表す

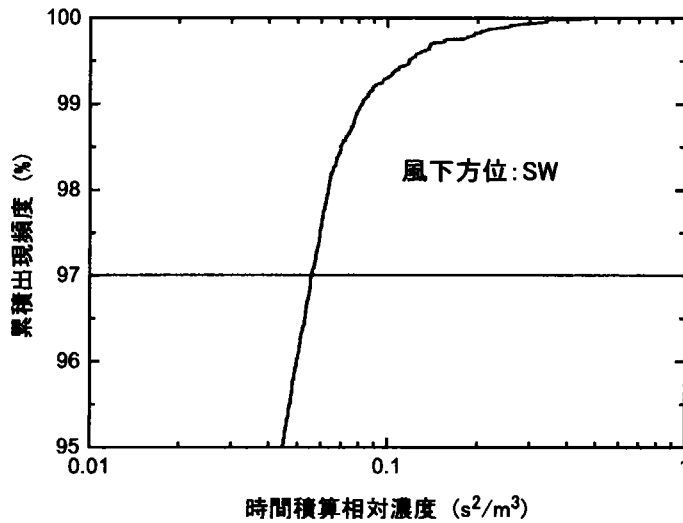


図 4-1 風下方位 SW の場合の時間積算濃度の累積出現頻度

表 4-6 ケース 2 の時間積算相対濃度と実効線量当量

計算項目	時間積算相対濃度 (s ² /m ³)	実効線量当量 (Sv)	1次プルーム放出時の気象条件				計算値の出現方位
			放出開始日時 (月/日-時)	大気安定度	上空風向	上空風速 (m/s)	
(1) 1次プルームの 97%値	4.526E-02	4.051E-05	02/23-09	D	NE	4.9	SW
(2) 2次プルームの 97%値	1.078E-02	9.646E-06	10/19-18	F	ESE	1.5	SW
(3) 1+2次プルームの 97%値	5.592E-02	5.005E-05	07-10-06	D	NE	4.6	SW
(4) 1次プルームの最大値	5.581E-01	4.995E-04	01/10-11	D	ESE	0.5	WNW
(5) 2次プルームの最大値	3.524E-01	3.154E-04	10/14-19	D	SSE	1.1	NNW
(6) 1+2次プルームの最大値	9.042E-01	8.093E-04	01/10-11	D	ESE	0.5	WNW

4.2.2 ケース 2

ケース 2 の条件で計算した時間積算相対濃度と実効線量当量の結果を表 4-6 に示す。ケース 1 と比較すると、1 次プルームの乾燥沈着による減衰により、各値とも減少しており、1 次プルームの減衰計算機能は有効に動作していることが確認できた。各値の減少割合は 0.5 %以下とかなり小さいが、沈着によるプルームの減衰は沈着速度や距離に依存しているため、1 次プルームの減衰の影響については、より詳細な解析が必要である。ケース 2 の計算時間は、約 7 時間であり、減衰を考慮しない計算の場合は、StDr 法が強く推奨される。なお、乾燥沈着を考慮しない条件で StDr 法と DpYr 法を用いて計算した結果、同じ結果が得られることを確認した。

4.2.3 ケース 3

ケース 3 の条件で計算した時間積算相対濃度と実効線量の結果を表 4-7 に示す。HT 放出の場合は表 3-7 に示したように、1 次と 2 次プルームの合計に対する時間積算濃度は得られないので、合計に対する 97%値と最大値は実効線量のみを示した。HT 放出の場合、実効線量はほとんど 2 次プルームの HTO に支配されていることがわかる。ケース 1 と比べると、1 次プルームの時間積算相対濃度は 97%値と最大値ともにケース 1 と同じ値となった。一方、実効線量は HTO の方が HT より約 12,500 倍大きい値となった。2 次プルームについては、時間積算濃度は 97%値と最大値ともに HTO の方が HT に比べて 25 倍大きくなった。これは沈着速度の差を反映したものと考えられる。HTO 放出の場合の 1 次と 2 次の合計線量は HT 放出の場合と比べて、97%値で約 130 倍、最大値で約 60 倍となった。

表 4-7 ケース 3 の時間積算相対濃度と実効線量

計算項目	時間積算 相対濃度 (s^2/m^3)	実効線量 (Sv)	1 次プルーム放出時の気象条件				計算 値の 出現 方位
			放出開始 日時 (月/日-時)	大気 安定 度	上空 風向	上空 風速 (m/s)	
(1) 1 次プルームの 97%値	4.527E-02	3.241E-09	02/23-09	D	NE	4.9	SW
(2) 2 次プルームの 97%値	4.320E-04	3.866E-07	10/19-18	F	ESE	1.5	SW
(3) 1+2 次プルームの 97%値	-	3.891E-07	10/05-18	D	NE	5.1	SW
(4) 1 次プルームの最大値	5.598E-01	4.008E-08	01/10-11	D	ESE	0.5	WNW
(5) 2 次プルームの最大値	1.412E-02	1.264E-05	10/14-19	D	SSE	1.1	NNW
(6) 1+2 次プルームの最大値	-	1.266E-05	10/14-19	D	SSE	1.1	NNW

4.2.4 ケース 4

ケース 4 の条件で計算した時間積算相対濃度と実効線量の結果を表 4-8 に示す。この結果、任意気象条件を入力した場合も、妥当な結果が得られることが確認できた。

表 4-8 ケース 4 の時間積算相対濃度と実効線量

計算項目	時間積算相対濃度 (s^2/m^3)	実効線量 (Sv)
(1) 1 次プルーム	2.218E-01	1.985E-04
(2) 2 次プルーム	1.233E-01	1.104E-04
(3) 1+2 次プルーム	3.451E-01	3.089E-04

4.2.5 ケース 5 及び 6

ケース 5 及び 6 の条件で計算した時間積算相対濃度と実効線量の結果を表 4-9 に示す。1 次プルームの時間積算濃度はケース 5 と 6 とでは同じである。これは、降水沈着による 1 次プルームの減衰を考慮していないためである。2 次プルームの時間積算濃度及び実効線量は、ケース 5 (降水量 2 mm) の方が約 10 倍大きく、このため合計値も大きくなることがわかった。このことから、本モデルは降水沈着の影響を妥当に評価しているものと考えられる。しかし、降水沈着の影響については、統計気象計算等を含め、今後さらに解析を進める必要がある。

表 4-9 ケース 5 及び 6 の時間積算相対濃度と実効線量

計算項目	時間積算相対濃度 (s^2/m^3)		実効線量 (Sv)	
	ケース 5	ケース 6	ケース 5	ケース 6
(1) 1 次プルーム	2.116E-02	2.116E-02	1.894E-05	1.894E-05
(2) 2 次プルーム	5.489E-03	5.278E-02	4.913E-06	4.724E-05
(3) 1+2 次プルーム	2.665E-02	7.394E-02	2.385E-05	6.618E-05

5. まとめ

核融合施設の事故時に放出されるトリチウムによる公衆被ばく線量を評価するための計算コード ACUTRI を開発した。本コードでは、これまでの原子力施設の想定事故時安全評価において考慮されてきた大気拡散のほかに、線量評価上重要と考えられる地表面への沈着及び地表面から大気への再放出等のトリチウム特有の環境中挙動をモデル化した。また、気象指針との整合性を図るため、1次プルームのみならず、地表面からの再放出による2次プルームに対しても気象条件の変化に対応できるようにし、年間の実気象データに依存した計算ができるようにした。

本コードを用いていくつかのケースについて試算を行った結果、妥当な計算結果が得られることを確認した。今後はさらに詳細なパラメータ解析を行うとともに、実験データとの比較によるモデル検証を行う予定である。

謝 辞

本コードの開発にあたり、ご協力を頂きました ITER 開発室 ITER 安全設計室の丸尾毅氏に感謝いたします。

参考文献

- (1) Raskob, W.: UFOTRI: Program for Assessing the Off-Site Consequences from Accidental Tritium Releases, *KfK 4605* (1990).
- (2) Raskob, W.: Description of the New Version 4.0 of the Tritium Model UFOTRI Including User Guide, *KfK 5194* (1993).
- (3) Russel, S.B. and Ogram, G.L.: ETMOD: A New Environmental Tritium Model, *Fusion Technol.*, **21**, 645-650 (1992).
- (4) 村田幹生、野口宏：JAERI-Code/Data 2000-034 (2000).
- (5) Andoh, M., Takahashi, T. and Amano, H.: Development of an Environmental Tritium Model; ETDOSE, JAERI-Conf 99-001, pp. 161-169 (1999).
- (6) Bell, A.C., Caldwell-Nichols, C., Patel, B., and Serio, L.: Environmental Monitoring for Tritium at JET, *Fusion Technol.*, **28**, 821-826 (1995).
- (7) Rule, K., Gilbert, J., Ascione, G., Birckbichler, D., Elwood, S., Flournoy, R., Stencil J. and Tilson, C.: TFTR D-T Experience with Tritium Radioactivity during Maintenance, *Fusion Technol.*, **28**, 946-950 (1995).
- (8) 原子力安全委員会：「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和 57 年 1 月 28 日決定）。
- (9) ICRP: ICRP Publication 72, Pergamon Press, Oxford, (1995).
- (10) 原子力安全委員会：「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（平成 2 年 8

月 30 日決定)

- (11) 野口宏、加藤正平：環境中におけるトリチウムガスのトリチウム水への転換（文献調査），保健物理, **20**, 49-59 (1985).
- (12) 竹内清秀、近藤純正：大気科学講座, 1 地表に近い大気, p.120, 東京大学出版会 (1981).
- (13) Nakagawa, S.: Study of Evapotranspiration from Pature, Environmental Research Center Papers No. 4, The University of Tsukuba (1984).
- (14) 榎根勇：水の循環, p.109, 共立出版 (1973).
- (15) Yokoyama, S., Noguchi, H., Ichimasa, M., Ichimasa, Y. and Fukutani, S.: Deposition of Heavy Water on Soil and Reemission to the Atmosphere, *Fusion Engineering and Design*, **42**, 141-148 (1998).
- (16) 森口實、千秋鋭夫、小川弘：現代の気象テクノロジー2 環境汚染と気象 ー大気環境アセスメントの技術, pp.37-39, 朝倉書店 (1992).
- (17) ICRP: ICRP Publication 30, Pergamon Press, Oxford, (1978).
- (18) ICRP: ICRP Publication 71, Pergamon Press, Oxford, (1995).

付録 A 地表面エレメント設定の詳細

A.1 エレメントの設定方法

エレメントの設定方法の詳細を図A-1に示す。まず、評価着目地点を中心とする複数の同心円を考える。この同心円を主同心円という。主同心円には内側から順に 0, 1, 2, …, NDst_Main-1, NDst_Main と番号をつけて呼ぶ (NDst_Main は入力パラメータ)。最も外側にある主同心円 NDst_Main に囲まれた円形の地域が再放出を評価する地域である。主同心円 0 の半径 Dst_Self 及び主同心円 1~NDst_Main の半径 Dst_Main(1~NDst_Main)は入力パラメータである (プログラム内では、任意の主同心円 Idst の半径をあらわす配列 Dst_Main(Idst)の Idst は 0 から開始され、Dst_Self が Dst_Main(0)にコピーされる)。主同心円 0 に囲まれた地域を自エレメントとする。再放出を評価する地域から自エレメントを除いたドーナツ状の地域を主同心円 1~NDst_Main で区切り、さらに 16 方位に分割した、角度 22.5° の扇形を作る。これをセクタと呼ぶ (図A-1の①)。

次に、任意の主同心円 Idst とその 1 つ内側にある主同心円 Idst-1 との間を、着目地点を中心とする同心円によって NDst_Sub(Idst)個に等幅に分割する (NDst_Sub(Idst)は入力パラメータ、 $1 \leq \text{Idst} \leq \text{NDst_Main}$)。この同心円を副同心円と呼ぶ (図A-1の②)。副同心円には内側から順に通し番号を付ける。最も内側の副同心円番号は 0 であり、この副同心円の半径 Dst(0)には自エレメント半径 Dst_Self がコピーされる。最も外側の副同心円番号は、以下の式であらわされる全副同心円数 NKdst である。

$$\text{NKdst} = \sum_{\text{Idst}=1}^{\text{NDst_Main}} \text{NDst_Sub}(\text{Idst}) \quad (\text{A-1})$$

副同心円 NKdst の半径 Dst(NKdst)は最も外側の主同心円 NDst_Main の半径 Dst_Main (NDst_Main)と一致する。任意の副同心円 Kdst の半径 Dst(Kdst)は以下の式で求める。

$$\text{Dst}(\text{Kdst}) = \frac{\text{Jdst} \times \text{Dst_Main}(\text{Idst}) + (\text{Ndst} - \text{Jdst}) \times \text{Dst_Main}(\text{Idst} - 1)}{\text{Ndst}} \quad (\text{A-2})$$

ここで、Kdst : 副同心円通し番号 (-)

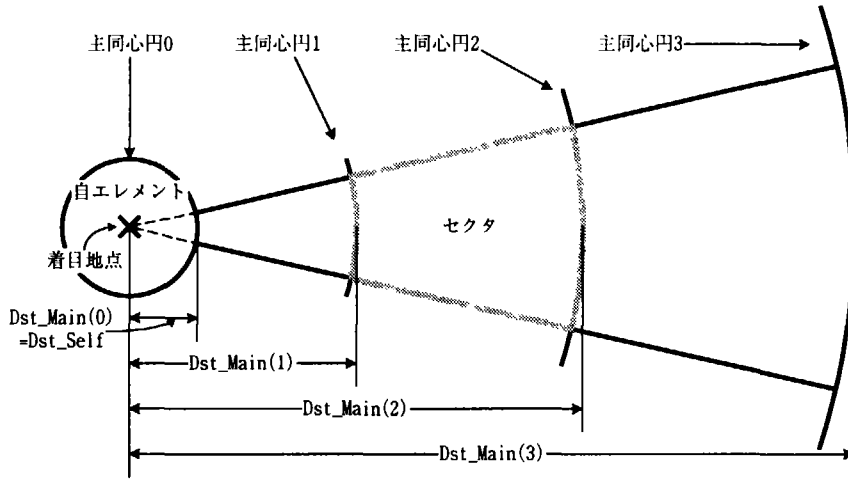
Idst : 副同心円番号 Kdst に対して $\sum_{I=1}^{\text{Idst}-1} \text{NDst_Sub}(I) < \text{Kdst} \leq \sum_{I=1}^{\text{Idst}} \text{NDst_Sub}(I)$ であるような主同心円番号 (-)

$$\text{Jdst} = \text{Kdst} - \sum_{I=1}^{\text{Idst}-1} \text{NDst_Sub}(I) \quad (\text{したがって、} 1 \leq \text{Jdst} \leq \text{NDst_Sub}(\text{Idst}))$$

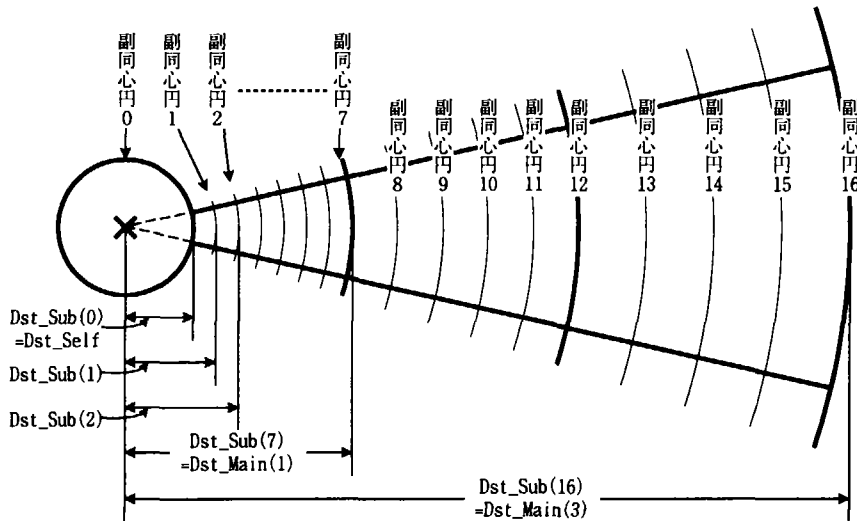
$$\text{Ndst} = \text{NDst_Sub}(\text{Idst})$$

次に、任意の副同心円 Kdst ($1 \leq \text{Kdst} \leq \text{NKdst}$) と、その内側の副同心円 Kdst-1 に挟まれた細いドーナツ状の地域を放射方向に分割して、エレメントを作成する (図A-1の③)。この細いドーナツ状の地域を環状エレメント群と呼ぶこととする。個々の環状エレメント群は、副同心円番号 Kdst によって区別する。環状エレメント群の 1 方位内のエレメント数は、エレメントがなるべく正方形に近い形になり、かつ環状エレメント群の 1 方位内のエレメント数が奇数になるように、以下の式によってプログラム内で計算される。

①自エレメントとセクタに分割する (主同心円と 16 方位による分割)
 (NDst_Main=3の場合の例)



②副同心円によりセクタを分割する
 (NDst_Sub(1)=7, NDst_Sub(2)=5, NDst_Sub(3)=4の場合の例)



③副同心円に挟まれた扇形を、エレメントになるべく正方形に近くなり、かつ環状エレメント群の1方位内のエレメント数が奇数になるように分割し、エレメントを作る。

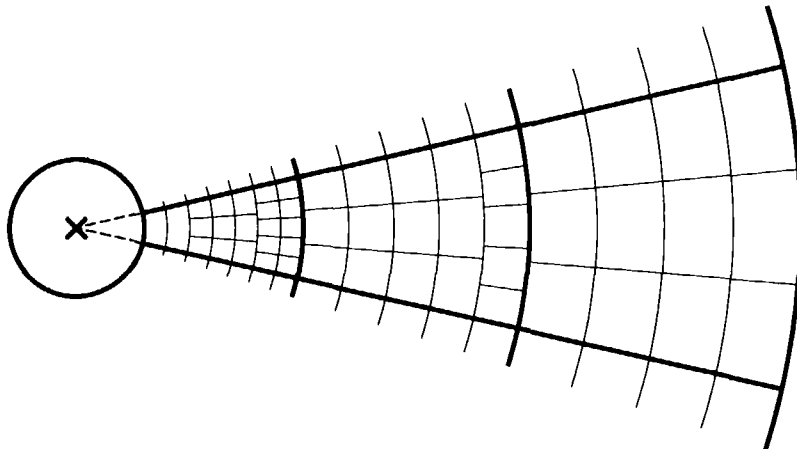


図 A-1 エレメントの設定方法

$$NJdir(Kdst) = 2 \times N \quad (\text{小数点以下を四捨五入して整数化される}) \quad (\text{A-3})$$

$$N = \frac{2\pi \times R}{16 \times (2 \times W)}$$

$$R = \frac{Dst(Kdst - 1) + Dst(Kdst)}{2}$$

$$W = Dst(Kdst) - Dst(Kdst - 1)$$

エレメントの設定に用いる入力パラメータは以下の通りである。

- Dst_Self : 自エレメントの半径 (=Dst_Main(0)=Dst(0)) (m)
- NDst_Main : 主同心円数 (最大 30 まで設定可能) (-)
- Dst_Main(Idst) : 主同心円 Idst の半径 ($1 \leq Idst \leq NDst_Main$) (m)
- NDst_Sub(Idst) : 主同心円 Idst と主同心円 Idst-1 の間にある環状エレメント群の数 ($1 \leq Idst \leq NDst_Main$) (-)

配列 NDst_Sub(Idst)は式(A-1)であたえられる全副同心円数 NKdst が 500 以内になるように設定しなければならない。

上記の入力パラメータをもとにプログラム内部で副同心円・環状エレメント群およびエレメントに関する値を計算する。この計算結果で副同心円別あるいは環状エレメント群別の配列に保存されるパラメータを以下に示す。

- Dst(Kdst) : 任意の副同心円 Kdst の半径 ($0 \leq Kdst \leq NKdst$, $Dst(0) = Dst_Self$) (m)
- NJdir(Kdst) : 任意の環状エレメント群 Kdst の 1 方位内のエレメント数 (-) ($1 \leq Kdst \leq NKdst$)
- S_Elem(Kdst) : 環状エレメント群 Kdst に属するエレメントの面積 (m^2) ($1 \leq Kdst \leq NKdst$)

ただし、環状エレメント群 Kdst に属するエレメントの面積 S_Elem(Kdst)は以下の式で計算される。

$$S_Elem(Kdst) = \frac{2\pi \times R \times W}{16 \times NJdir(Kdst)} \quad (\text{A-4})$$

$$R = \frac{Dst(Kdst - 1) + Dst(Kdst)}{2}$$

$$W = Dst(Kdst) - Dst(Kdst - 1)$$

A.2 個々のエレメントの表し方

自エレメントは 1 つであるが、他エレメントは複数あるため、以下の番号付けにより個々の他エレメントを区別する。

- Kdst : 任意の他エレメント k が属する環状エレメント群の番号。
 $1 \leq Kdst \leq NKdst$ (NKdst : 全副同心円数)
- Idir : 着目地点から見た 16 方位のうちで任意の他エレメント k が属する方位の番号。
NNE=1 として時計回り。 $1 \leq Idir \leq 16$
(以下、「着目地点から見たエレメントの方位番号」とする)
- Jdir : 任意の他エレメント k が属する環状エレメント群 Kdst の 1 方位内での番号。
 $1 \leq Jdir \leq NJdir(Kdst)$ (NJdir(Kdst) : 環状エレメント群 Kdst での方位細分割数)、1 方位内のエレメントのうち、着目地点から見た角度 (北を 0° として時計回り) が最も小さいエレメントを 1 とし、時計回りに数える。

A.3 エレメントが属する方位

着目地点から見た任意の他エレメント k の方位 I_{dir} と再放出時の風向によって、エレメント k からの再放出が着目地点での再放出相対濃度に影響するかを判定する。1 次放出地点から見た任意の他エレメント k の方位 L_{dir} と 1 次放出時の風向によって、エレメント k での 1 次相対濃度を評価するかを判定する。方位 L_{dir} は、1 次放出地点から見たエレメント代表地点の角度（北を 0° として時計回り）によって、表A-1の「方位に属する角度の範囲」に従って判定する。

表 A-1 エレメントが属する方位

方位番号	方位	方位軸の角度	方位に属する角度の範囲 (方位軸の角度 $\pm 11.25^\circ$)
1	NNE	22.5°	$11.25^\circ \leq \theta < 33.75^\circ$
2	NE	45.0°	$33.75^\circ \leq \theta < 56.25^\circ$
3	ENE	67.5°	$56.25^\circ \leq \theta < 78.75^\circ$
4	E	90.0°	$78.75^\circ \leq \theta < 101.25^\circ$
5	ESE	112.5°	$101.25^\circ \leq \theta < 123.75^\circ$
6	SE	135.0°	$123.75^\circ \leq \theta < 146.25^\circ$
7	SSE	157.5°	$146.25^\circ \leq \theta < 168.75^\circ$
8	S	180.0°	$168.75^\circ \leq \theta < 191.25^\circ$
9	SSW	202.5°	$191.25^\circ \leq \theta < 213.75^\circ$
10	SW	225.0°	$213.75^\circ \leq \theta < 236.25^\circ$
11	WSW	247.5°	$236.25^\circ \leq \theta < 258.75^\circ$
12	W	270.0°	$258.75^\circ \leq \theta < 281.25^\circ$
13	WNW	292.5°	$281.25^\circ \leq \theta < 303.75^\circ$
14	NW	315.0°	$303.25^\circ \leq \theta < 326.75^\circ$
15	NNW	337.5°	$326.75^\circ \leq \theta < 348.75^\circ$
16	N	0.0°	$0.0 \leq \theta < 11.25^\circ$ or $348.75^\circ \leq \theta < 360.0$

1 次放出地点から見た計算地点（着目地点及びエレメント）の方位 L_{dir} が 1 次放出時の風下方位 K_{dr1dw} と一致するとき、計算地点が「風下方位にある」といい、 $L_{dir} = K_{dr1dw} + 1$, $L_{dir} = K_{dr1dw} - 1$ のとき、それぞれ計算地点が「右側の風下隣接方位にある」「左側の風下隣接方位にある」という。

着目地点から見た任意の他エレメント k の方位 I_{dir} と再放出時の風上方位 K_{dr2up} の関係が $I_{dir} = K_{dr2up}$, $I_{dir} = K_{dr2up} + 1$, $I_{dir} = K_{dr2up} - 1$ のとき、それぞれエレメントが「風上方位にある」「右側の風上隣接方位にある」「左側の風上隣接方位にある」といい、着目地点が「風下方位にある」「右側の風下隣接方位にある」「左側の風下隣接方位にある」という。

A.4 エレメント代表地点とその座標

個々のエレメントは、その内部にそれぞれエレメント代表地点を持つ。自エレメントの代表地点は着目地点である。着目地点は、1 次放出地点から見た方位 L_{dir0} と距離 $R0$ を入力パラメータで設定する。1 次放出地点を基準とし、北を x 軸、東を y 軸とした直交座標系による着目地点の座標は、以下の式であらわされる。

$$X0 = R0 \times \cos\left(L_{dir0} \times \frac{360}{16}\right) \quad (A-5)$$

$$Y0 = R0 \times \sin(Ldir0 \times \frac{360}{16}) \quad (A-6)$$

ここで、X0 : 1次放出地点を基準とした着目地点の x 座標 (m)
 Y0 : 1次放出地点を基準とした着目地点の y 座標 (m)
 R0 : 1次放出地点から着目地点までの距離 (入力パラメータ) (m)
 Ldir0 : 1次放出地点から見た着目地点の方位 (入力パラメータ) (16 方位)

他エレメントからの再放出は、エレメント代表地点から放出されるとして計算し、再放出が短時間 ($T2nd > 8\text{hour}$) の時はエレメント面積による水平方向の初期拡散を持つものとする。以下、任意の他エレメント k の代表地点の座標を、単に「エレメント k の座標」と称す。

エレメント代表地点の座標は、1次放出地点を基準とした座標系と、着目地点を基準とした座標系がある。放出地点を基準とした座標は 1次ブルーム相対濃度の計算に用い、着目地点を基準とした座標は着目地点における 2次ブルーム相対濃度の計算に用いるため、以下では、それぞれを区別する場合に、放出地点を基準とした座標系の変数名には 1 あるいは 1st を付け、着目地点を基準とした座標系の変数名には 2 あるいは 2nd を付けて記述する。

着目地点を基準とし北を $\theta = 0$ とした $r-\theta$ 座標系において、任意の他エレメント k の座標は以下のようにあらわされる。

R2nd : 着目地点からエレメント k の代表地点までの距離 (m)

$$= \frac{\text{Dst}(\text{Kdst} - 1) + \text{Dst}(\text{Kdst})}{2} \quad (A-7)$$

$\theta2nd$: 着目地点から見たエレメント k 代表地点の角度 (度)

$$= \theta16_{\text{dir}} + \theta\text{Hex}2nd \quad (A-8)$$

$\theta16_{\text{dir}}$: 16 方位軸をあらわす角度 (度) $= \text{Idir} \times \frac{360}{16}$

Idir : 着目地点から見たエレメント k の方位 (16 方位)

$\theta\text{Hex}2nd$: エレメント k が属する方位 Idir の方位軸を基準とした、着目地点から見たエレメント k の角度 (度)

$$= \left(\frac{2 \times \text{Jdir} - 1}{2 \times \text{NJdir}(\text{Kdst})} - 0.5 \right) \times \frac{360}{16}$$

着目地点を基準とし、北を x 軸、東を y 軸とした直交座標系によるエレメント k の座標は以下の式で求められる。

$$X2nd = R2nd \times \cos(\theta2nd) \quad (A-9)$$

$$Y2nd = R2nd \times \sin(\theta2nd) \quad (A-10)$$

ここで、X2nd : 着目地点を基準としたエレメント k の x 座標 (m)

Y2nd : 着目地点を基準としたエレメント k の y 座標 (m)

1次放出地点を基準とし、北を x 軸、東を y 軸とした直交座標系によるエレメント k の座標は以下の式で求められる。

$$X1st = X0 + X2nd \quad (A-11)$$

$$Y1st = Y0 + Y2nd \quad (A-12)$$

ここで、X1st : 1次放出地点を基準としたエレメント k の x 座標 (m)

- Y1st : 1次放出地点を基準としたエレメント k の y 座標 (m)
- X0 : 1次放出地点を基準とした着目地点の x 座標 (m)
- Y0 : 1次放出地点を基準とした着目地点の y 座標 (m)

A.5 計算地点の風下距離と風下軸ずれ

本コードでは、短時間放出時の相対濃度は、放出地点から計算地点（着目地点及びエレメント）までの風下距離と風下軸ずれを用いて計算する。風下方位の角度が θ のとき、任意の地点 (p, q) の、放出地点から見た風下距離は、x, y 軸を角度 θ だけ回転させた座標系での x' 座標 (= p') であり、風下軸ずれは同じく y' 座標 (= q') である (図A-2参照)。p' 及び q' は以下の式で求める。

$$p' = p \cdot \cos \theta + q \cdot \sin \theta \tag{A-13}$$

$$q' = -p \cdot \sin \theta + q \cdot \cos \theta \tag{A-14}$$

ただし、本プログラムでは、風向等の角度は北から時計回りに測るため、上図の座標系の x 軸と y 軸を逆転させた座標系 (x=北、y=東) を用いる。1次放出時の風下方位が Kdrldw のとき、計算地点の風下距離と風下軸ずれは以下の式で計算する。

$$X = X1st \times \cos(\theta16_{Kdrldw}) + Y1st \times \sin(\theta16_{Kdrldw}) \tag{A-15}$$

$$Y = -X1st \times \sin(\theta16_{Kdrldw}) + Y1st \times \cos(\theta16_{Kdrldw}) \tag{A-16}$$

- ここで、X : 計算地点の風下距離 (m)
 - Y : 計算地点の風下軸ずれ (m)
 - X1st : 1次放出地点を基準とした計算地点の x 座標 (m)
 - Y1st : 1次放出地点を基準とした計算地点の y 座標 (m)
 - $\theta16_{Kdrldw}$: 1次放出時の風下方位軸をあらわす角度 (度) = $Kdrldw \times \frac{360}{16}$
- 再放出時についても同様に計算する。

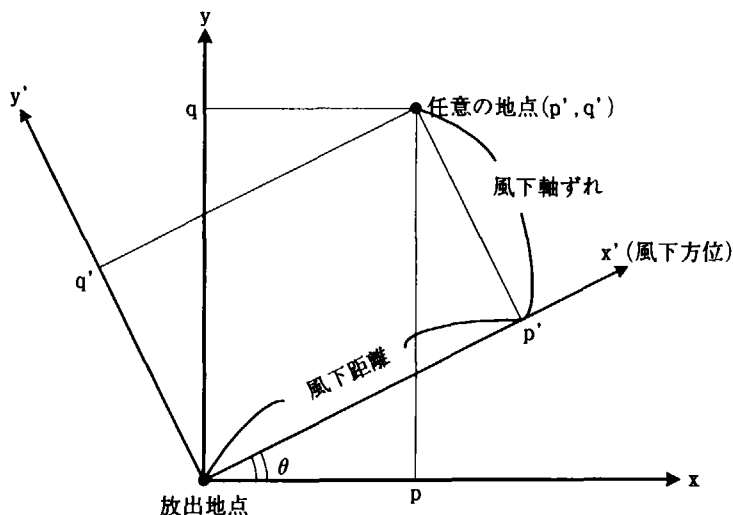


図 A-2 座標軸の回転

A.6 エレメント設定における留意点

エレメントを設定する場合は、以下の点に留意する必要がある。

- ・ 副同心円数の合計を 500 以下とすること。
- ・ 着目地点を十分カバーする距離まで設定すること。例えば、1 km 地点の計算を行う場合、その倍の 2 km 先までのエレメント設定では不十分であった。このため、10 km 程度までエレメントを設定することが望ましい。
- ・ 降水沈着を考慮する場合、副同心円間隔を 5 m 間隔程度にすること。これはこの間隔が広いと 2 次ブルーム濃度等が振動を起こすことがあるためである。

付録 B 計算方法の詳細

付録 B では StDr 法及び DpYr 法による計算方法の詳細を述べる。まず、図3-2の②に相当する部分の、StDr 法及び DpYr 法による計算の流れを図B-1に示す。

B.1 StDr 法による計算方法の詳細

B.1.1 1次 StDr データの計算方法

沈着による1次ブルーム減衰を考慮せず1次放出時に風速1 m/sとした場合の、大気安定度・風向別の、単位時間積算1次相対濃度(1次 StDr データ)は、以下の①(1次放出継続期間 ≤ 8 h)あるいは②(1次放出継続期間 > 8 h)に示す方法で全大気安定度($1 \leq Ist1 \leq 6$)、全風向($1 \leq Kdr1 \leq 16$)について計算し、配列 StDr1(Ist1, Kdr1)に保存する。

①1次放出継続期間が短時間 ($T_{1st} \leq 8$ h) の場合

式(B-2)で定義される関数 Fc1SInhal によって以下の式で計算する。

$$\text{StDr1}(Ist1, Kdr1) \begin{cases} = \text{Fc1SInhal}(Y1st_0, \text{SgmY}_0(Ist1), \text{SgmZ}_0(Ist1)) \times 3600 \\ \quad \text{(着目地点が風下方位にある (Ldir0=Kdr1+8 or Ldir0=Kdr1-8) のとき)} \\ = \text{Fc1SInhal}(Y1st_Right, \text{SgmY}_Right(Ist1), \text{SgmZ}_Right(Ist1)) \times 3600 \\ \quad \text{(着目地点が右側の風下隣接方位にあり (Ldir0=Kdr1+9 or Ldir0=Kdr1-7)、} \\ \quad \text{かつ1次放出時に隣接方位を評価するとき)} \\ = \text{Fc1SInhal}(Y1st_Left, \text{SgmY}_Left(Ist1), \text{SgmZ}_Left(Ist1)) \times 3600 \\ \quad \text{(着目地点が左側の風下隣接方位にあり (Ldir0=Kdr1+7 or Ldir0=Kdr1-9)、} \\ \quad \text{かつ1次放出時に隣接方位を評価するとき)} \\ = 0 \text{ (それ以外の場合)} \end{cases} \quad (B-1)$$

ここで、

- StDr1(Ist1, Kdr1) : 1次放出時に風速=1m/s の場合の大気安定度・風向別の単位時間積算1次相対呼吸摂取相対濃度(1次 StDr データ) ((m/s)・s・(s/m³))
- Ldir0 : 1次放出地点から見た着目地点の方位(16方位)
- X1st_0 : 1次放出時に着目地点が風下方位にあるときの風下距離(m)
- X1st_Right : 1次放出時に着目地点が右側の風下隣接方位にあるときの風下距離(m)
- X1st_Left : 1次放出時に着目地点が左側の風下隣接方位にあるときの風下距離(m)
- Y1st_0 : 1次放出時に着目地点が風下方位にあるときの風下軸ずれ(m)
- Y1st_Right : 1次放出時に着目地点が右側の風下隣接方位にあるときの風下軸ずれ(m)
- Y1st_Left : 1次放出時に着目地点が左側の風下隣接方位にあるときの風下軸ずれ(m)
- SgmY_0(Ist1) : X1st_0 から求めたブルームの水平方向の広がりパラメータ(m)
- SgmY_Right(Ist1) : X1st_Right から求めたブルームの水平方向の広がりパラメータ(m)
- SgmY_Left(Ist1) : X1st_Left から求めたブルームの水平方向の広がりパラメータ(m)
- SgmZ_0(Ist1) : X1st_0 から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ(m)
- SgmZ_Right(Ist1) : X1st_Right から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ(m)
- SgmZ_Left(Ist1) : X1st_Left から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ(m)
- 3600 : 単位放出時間 (=1時間) (s)

SgmY_0, SgmY_Right, SgmY_Left, SgmZ_0, SgmZ_Right, SgmZ_Left は、StDr1 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。

また、Fc1SInhal(y, σ_y, σ_z) は以下に示す式で与えられる関数である。

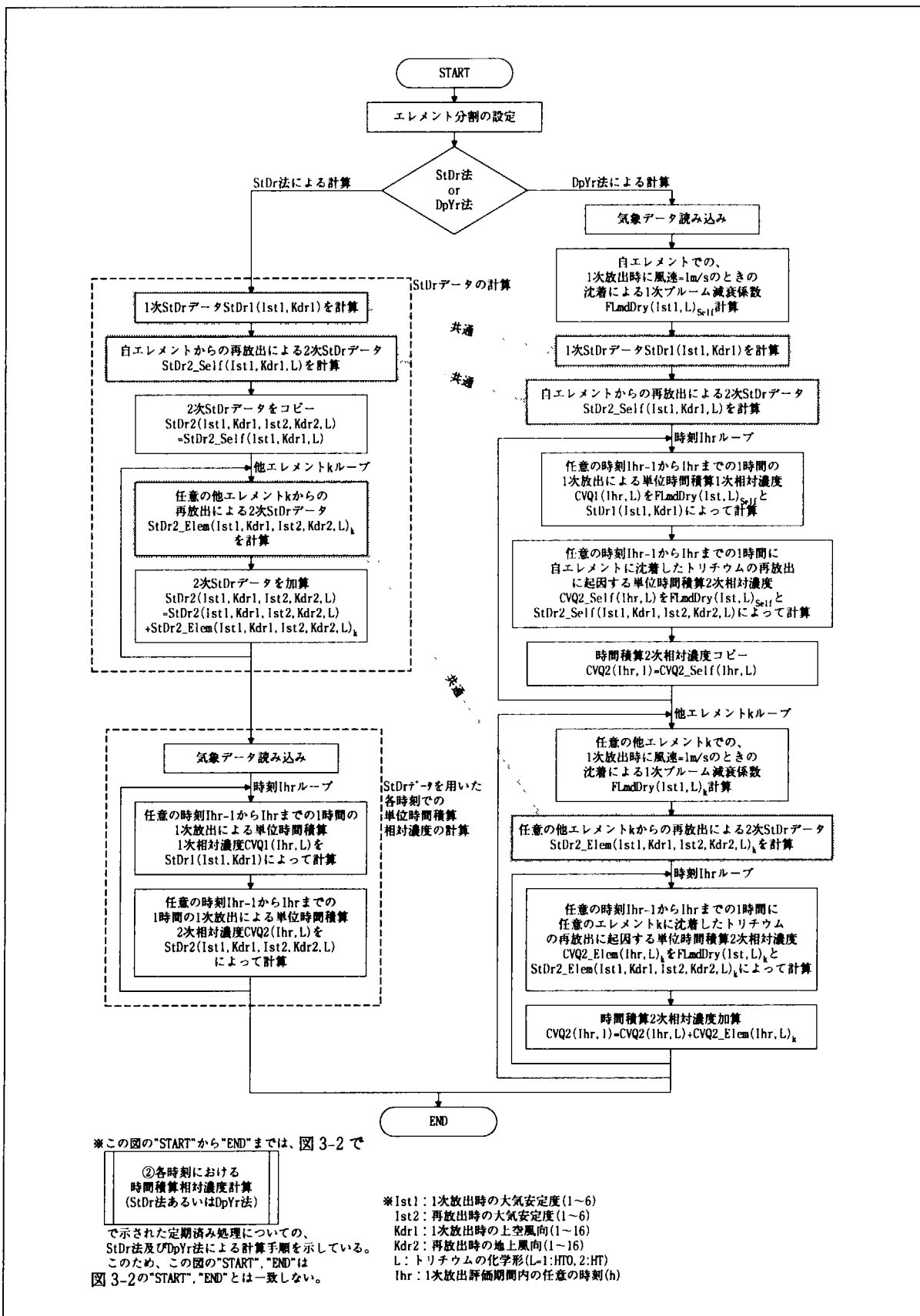


図 B-1 StDr 法及び DpYr 法による各時刻における単位時間積算相対濃度計算の流れ

$$FclSInhal(y, \sigma_y, \sigma_z) = \frac{1}{2\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H - H_{Inhal})^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H + H_{Inhal})^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} \quad (B-2)$$

ここで、H : 1次放出の有効放出高さ (入力パラメータ) (m)
 H_{Inhal} : 呼吸摂取高さ (入力パラメータ) (m)

②1次放出継続期間が長時間 ($T_{1st} > 8h$) の場合

式(B-4)で定義される関数 $FclLinhal$ によって以下の式で計算する。

$$StDr1(Ist1, Kdr1) \begin{cases} = FclLinhal(R0, SgmZ_Long(Ist1)) \times 3600 \\ \quad \text{(着目地点が風下方位にある (Ldir0=Kdr1+8 or Ldir0=Kdr1-8) とき)} \\ = 0 \text{ (それ以外するとき)} \end{cases} \quad (B-3)$$

ここで、R0 : 1次放出地点から着目地点までの距離 (m)
 $SgmZ_Long(Ist1)$: R0 から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)
 $SgmZ_Long$ は、 $StDr1$ 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これは、建屋面積等による補正後の値である。
 $FclLinhal(r, \sigma_z)$ は以下に示す式で与えられる関数である。

$$FclLinhal(r, \sigma_z) = \frac{2.032}{2 \cdot \sigma_z \cdot r} \times \left\{ \exp\left(-\frac{(H - H_{Inhal})^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(H + H_{Inhal})^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \right\} \quad (B-4)$$

B.1.2 自エレメントからの再放出による2次 $StDr$ データの計算方法

任意の時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの1時間に自エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度は、式(2-24)と式(2-30)によって導かれる以下の式であらわされる。

$$\begin{aligned} (Ihr \cdot \lambda_{2nd}/Q)_{Self, Ihr} &= \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \frac{RE_{Self, Ihr, Jhr}}{UL_{Ihr+Jhr} \times H_{Self} \times A_{Self}^{0.5}} \times 3600 \\ &= \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \frac{DP_{Self, Ihr} \times A_{Self} \times \left\{ \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{ij=1}^{T2nd} (\varphi_{ij} \times \rho_{ij}) \right\} \times \frac{1}{3600}}{UL_{Ihr+Jhr} \times H_{Self} \times A_{Self}^{0.5}} \times 3600 \\ &= \frac{DP_{Self, Ihr} \times \sqrt{A_{Self}}}{H_{Self}} \times \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left[\left\{ \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{ij=1}^{T2nd} (\varphi_{ij} \times \rho_{ij}) \right\} \times \frac{1}{UL_{Ihr+Jhr}} \right] \end{aligned} \quad (B-5)$$

ここで、

$(Ihr \cdot \lambda_{2nd}/Q)_{Self, Ihr}$: 時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの1時間に自エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度 ($s \cdot s/m^3$)

$T2nd$: 再放出継続期間 (h)

Jhr : 再放出開始後の経過時間 (h)

- $RE_{Self,1hr,Jhr}$: 時刻 1hr-1 から 1hr までの 1 時間に自エレメントに沈着したトリチウムの、再放出開始後 Jhr 時間後の相対再放出率 ((Bq/s)/(Bq/s))
 $UL_{1hr+Jhr}$: 時刻 1hr+Jhr における地上風速 (m/s)
 H_{self} : 自エレメント仮想空間高さ (入力パラメータ) (m)
 A_{self} : 自エレメント面積 (m²)
 3600 : 単位時間 (=1 時間) (s)
 $DP_{Self,1hr}$: 自エレメントにおける、時刻 1hr-1 から 1hr までの 1 時間の、面積当たりの相対沈着量 ((Bq/m²)/(Bq/s))
 ϕ_{Jhr} : 日中または夜間の単位時間当たりの再放出割合 (入力パラメータ) (1/h)
 ρ_{Jhr} : 再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ (入力パラメータ) (-)

ここで、 $\sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left\{ \phi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\phi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} = 1$ であるため、再放出継続期間中に地上風速が常に一定 (U_{2nd}) のとき、式(B-5)は以下ようになる。

$$(1hr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{Self,1hr} = \frac{DP_{Self,1hr} \times \sqrt{A_{Self}}}{H_{Self} \cdot U_{2nd}} \quad (B-6)$$

また、 $A_{Self} = \pi \times Dst_{Self}^2$ である (Dst_{Self} : 自エレメント半径) ため、式(B-6)は以下のようにあらわされる。

$$(1hr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{Self,1hr} = \frac{DP_{Self,1hr} \times \sqrt{\pi} \times A_{Self}}{H_{Self} \cdot U_{2nd}} \quad (B-7)$$

ここで、1 次放出時に風速 1m/s とし、1 次放出時の全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$)、全風向 ($1 \leq Kdr1 \leq 16$) についての自エレメントの面積当たりの相対沈着量を求めた結果を配列 $DPElem(Ist1, Kdr1, L)_{Self}$ とすると、1 次放出時の実際の風速 U_{1st} を反映した面積当たりの相対沈着量 $DP_{Self,1hr}$ は以下の式であらわされる。

$$DP_{Self,1hr} = \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_{Self}}{U_{1st}} \quad (B-8)$$

- ここで、 $Ist1$: 1 次放出時の大気安定度 (-)
 $Kdr1$: 1 次放出時の上空風向 (16 方位)
 U_{1st} : 1 次放出時の上空風速 (m/s)
 L : トリチウムの化学形 ($L=1$: HTO、 2 : HT) (-)
 式(B-7)は、 $DPElem(Ist1, Kdr1, L)$ によって以下のようにあらわされる。

$$(1hr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{Self,1hr} = \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_{Self} \times \sqrt{\pi} \times A_{Self}}{H_{Self} \cdot U_{1st} \cdot U_{2nd}} \quad (B-9)$$

上式で、 $U_{1st} = 1$ 、 $U_{2nd} = 1$ を代入した値が、自エレメントからの再放出による 1 次・再放出時に風速=1 m/s とした単位時間積算 2 次相対濃度 (自エレメントからの再放出による 2 次 StDr データ) であり、全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$)、全風向 ($1 \leq Kdr1 \leq 16$) について、以下の式で計算する。

$$\text{StDr2_Self}(\text{Ist1}, \text{Kdr1}, \text{L}) = \text{DPElem}(\text{Ist1}, \text{Kdr1}, \text{L})_{\text{Self}} \times \frac{\sqrt{\pi} \times A_{\text{Self}}}{H_{\text{Self}}} \quad (\text{B-10})$$

ここで、 $\text{StDr2_Self}(\text{Ist1}, \text{Kdr1}, \text{L})$ ：自エレメントからの再放出による2次 StDr データ

$((\text{m/s})^2 \cdot \text{s} \cdot (\text{s/m}^3))$

1次放出時に風速=1m/s とした、任意の計算地点（着目地点及びエレメント） k におけるエレメント面積当たりの相対沈着量 $\text{DPElem}(\text{Ist1}, \text{Kdr1}, \text{L})_k$ は、以下の①（1次放出継続期間 ≤ 8 h）あるいは②（1次放出継続期間 > 8 h）に示す方法で、全大気安定度（ $1 \leq \text{Ist1} \leq 6$ ）、全風向（ $1 \leq \text{Kdr1} \leq 16$ ）について計算する。

①1次放出が短時間（ $T_{\text{Ist}} \leq 8$ h）の場合

$$\text{DPElem}(\text{Ist1}, \text{Kdr1}, \text{L})_k \begin{cases} = \text{FclShort}(\text{Y1st_0}, \text{SgmY_0}(\text{Ist1}), \text{SgmZ_0}(\text{Ist1})) \times \text{Vg}(\text{L}) \times 3600 \\ \quad (\text{計算地点が風下方位にある (Ldir=Kdr1+8 or Ldir=Kdr1-8) のとき}) \\ = \text{FclShort}(\text{Y1st_Right}, \text{SgmY_Right}(\text{Ist1}), \text{SgmZ_Right}(\text{Ist1})) \times \text{Vg}(\text{L}) \times 3600 \\ \quad (\text{計算地点が右側の風下隣接方位にあり (Ldir=Kdr1+9 or Ldir=Kdr1-7)、} \\ \quad \text{かつ1次放出時に隣接方位を評価するとき}) \\ = \text{FclShort}(\text{Y1st_Left}, \text{SgmY_Left}(\text{Ist1}), \text{SgmZ_Left}(\text{Ist1})) \times \text{Vg}(\text{L}) \times 3600 \\ \quad (\text{計算地点が左側の風下隣接方位にあり (Ldir=Kdr1+7 or Ldir=Kdr1-9)、} \\ \quad \text{かつ1次放出時に隣接方位を評価するとき}) \\ = 0 \text{ (それ以外のとき)} \end{cases} \quad (\text{B-11})$$

ここで、

Ist1	: 1次放出時の大気安定度 (-)
Kdr1	: 1次放出時の風向 (16方位)
L	: トリチウムの化学形 (L=1:HTO, 2:HT) (-)
Ldir	: 1次放出地点から見た計算地点の方位 (16方位)
X1st_0	: 1次放出時に計算地点が風下方位にあるときの風下距離 (m)
X1st_Right	: 1次放出時に計算地点が右側の風下隣接方位にあるときの風下距離 (m)
X1st_Left	: 1次放出時に計算地点が左側の風下隣接方位にあるときの風下距離 (m)
Y1st_0	: 1次放出時に計算地点が風下方位にあるときの風下軸ずれ (m)
Y1st_Right	: 1次放出時に計算地点が右側の風下隣接方位にあるときの風下軸ずれ (m)
Y1st_Left	: 1次放出時に計算地点が左側の風下隣接方位にあるときの風下軸ずれ (m)
SgmY_0(Ist1)	: X1st_0 から求めたプルームの水平方向の広がりパラメータ (m)
SgmY_Right(Ist1)	: X1st_Right から求めたプルームの水平方向の広がりパラメータ (m)
SgmY_Left(Ist1)	: X1st_Left から求めたプルームの水平方向の広がりパラメータ (m)
SgmZ_0(Ist1)	: X1st_0 から求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)
SgmZ_Right(Ist1)	: X1st_Right から求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)
SgmZ_Left(Ist1)	: X1st_Left から求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)
Vg(L)	: 沈着速度法のとき、トリチウムの化学形 L の沈着速度。 交換速度法のとき、単位沈着速度 (=1.0) (m/s)
3600	: 沈着期間 (=1時間) (s)

SgmY_0 , SgmY_Right , SgmY_Left , SgmZ_0 , SgmZ_Right , SgmZ_Left は、 DPElem 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度（ $1 \leq \text{Ist1} \leq 6$ ）について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。ここで、 $\text{FclShort}(y, \sigma_y, \sigma_z)$ は以下に示す式で与えられる関数である。

$$FclShort(y, \sigma_y, \sigma_z) = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \exp\left(-\frac{H^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \quad (B-12)$$

ここで、H：1次放出の有効放出高さ（入力パラメータ）（m）

②1次放出が長時間（ $T_{1st} > 8$ hr）の場合

$$DPElem(Ist1, Kdr1, L) \begin{cases} = FclLong(R1st, SgmZ_Long(Ist1)) \times Vg(L) \times 3600 \\ \quad \text{(計算地点が風下方位にある (Ldir=Kdr1+8 or Ldir=Kdr1-8) とき)} \\ = 0 \quad \text{(それ以外するとき)} \end{cases} \quad (B-13)$$

ここで、

R1st : 1次放出地点から計算地点までの距離 (m)

SgmZ_Long(Ist1) : R1stから求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)

SgmZ_Long は、DPElem 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。ここで、 $FclLong(r, \sigma_z)$ は以下に示す式で与えられる関数である。

$$FclLong(r, \sigma_z) = \frac{2.032}{\sigma_z \cdot r} \times \exp\left(-\frac{H^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \quad (B-14)$$

B.1.3 任意の他エレメントからの再放出による2次 StDr データの計算方法

任意の時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの1時間に任意の他エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する、再放出開始後 Jhr 時間後の再放出率当たりの2次濃度を $(\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr}$ (Khr : 評価開始時刻から計った再放出時刻、 $=Ihr+Jhr$) とすると、任意の他エレメント k からの再放出による単位時間積算2次相対濃度は以下の式であらわされる。

$$\begin{aligned} (Ihr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{k, Ihr} &= \sum_{Jhr=1}^{T2nd} [(\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr} \times RE_{k, Ihr, Jhr} \times 3600] \\ &= \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left[(\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr} \times DP_{k, Ihr} \times A_k \times \left\{ \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} \times \frac{1}{3600} \times 3600 \right] \\ &= DP_{k, Ihr} \times A_k \times \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left\{ (\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr} \times \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} \end{aligned} \quad (B-15)$$

ここで、

$(Ihr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{k, Ihr}$: 時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの1時間に任意の他エレメント k に沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度 ($s \cdot s/m^3$)

$(\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr}$: 時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの1時間に任意の他エレメント k に沈着したトリチウムの再放出に起因する再放出開始後 Jhr 時間後の再放出率当たりの2次濃度 (s/m^3)

- T2nd : 再放出継続期間 (h)
 Jhr : 再放出開始後の経過時間 (h)
 RE_{k,Ihr,Jhr} : 時刻 Ihr-1 から Ihr までの 1 時間に他エレメント k に沈着したトリチウムの、再放出開始後 Jhr 時間後の相対再放出率 ((Bq/s)/(Bq/s))
 A_k : 任意の他エレメント k の面積 (m²)
 3600 : 単位時間 (=1 時間) (s)
 DP_{k,Ihr} : 任意の他エレメント k における、時刻 Ihr-1 から Ihr までの 1 時間の、面積当たりの相対沈着量 ((Bq/m²)/(Bq/s))
 φ_{Jhr} : 日中または夜間の単位時間当たりの再放出割合 (入力パラメータ) (1/h)
 ρ_{Jhr} : 再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ (入力パラメータ) (-)

再放出時に風速=1 m/s とし、再放出時の全大気安定度 (1 ≤ Ist2 ≤ 6)、全風向 (1 ≤ Kdr2 ≤ 16) についての任意の他エレメント k からの再放出率当たりの 2 次濃度を求めた結果を配列 C2 (Ist2, Kdr2, L)_k であらわすと、再放出時の実際の風速 U_{2nd} を反映した (χ_{2nd}/Qre)_{k, Khr} は以下の式であらわされる。

$$(\chi_{2nd}/Qre)_{k, Khr} = \frac{C2(Ist2, Kdr2)_k}{U_{2nd}}, \quad (B-16)$$

ここで、Ist2 : 再放出時 (時刻 Khr) における大気安定度 (-)

Kdr2 : 再放出時 (時刻 Khr) における地上風向 (16 方位)

同様に、1 次放出時の風速を U_{Ist}、風向を Kdr1、大気安定度を Ist1 とすると、DP_{k,Ihr} は式(B-11)及び式(B-13)で示された DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k によって以下の様にあらわされる。

$$DP_{k, Ihr} = \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k}{U_{Ist}} \quad (B-17)$$

ここで、 $\sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left\{ \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} = 1$ であるため、再放出継続期間中に風向・風速・大気安定度が常に一定のとき、式(B-15)は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} (Ihr \cdot \chi_{2nd}/Q)_{k, Ihr} &= \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k}{U_{Ist}} \times A_k \times \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left\{ \frac{C2(Ist2, Kdr2)_k}{U_{2nd}} \times \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} \\ &= \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k}{U_{Ist}} \times A_k \times \frac{C2(Ist2, Kdr2)_k}{U_{2nd}} \times \sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left\{ \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} / \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj}) \right\} \\ &= \frac{DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k \times A_k \times C2(Ist2, Kdr2)_k}{U_{Ist} \times U_{2nd}} \quad (B-18) \end{aligned}$$

上式に U_{Ist}=1、U_{2nd}=1 を代入した値が、任意の他エレメント k からの再放出による 2 次 StDr データであり、全大気安定度 (1 ≤ Ist1 ≤ 6、1 ≤ Ist2 ≤ 6)、全風向 (1 ≤ Kdr1 ≤ 16、1 ≤ Kdr2 ≤ 16) について、以下の式で計算する。

$$StDr2_Elem(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L)_k = DPElem(Ist1, Kdr1, L)_k \times A_k \times C2(Ist2, Kdr2) \quad (B-19)$$

ここで、 $StDr2_Elem(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L)_k$:

任意の他エレメント k からの再放出による 2 次 $StDr$ データ $((m/s)^2 \cdot s \cdot (s/m^3))$

再放出時に風速=1m/s としたときの任意の他エレメント k からの再放出による再放出率当たりの 2 次濃度 $C2(Ist2, Kdr2)_k$ は、以下の① (1 次放出継続期間 ≤ 8 h) あるいは② (1 次放出継続期間 > 8 h) に示す方法で、全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$)、全風向 ($1 \leq Kdr2 \leq 16$) について計算する。

① 1 次放出が短時間 ($T_{Ist} \leq 8$ h) の場合

a) 任意のエレメント k が着目地点の風上方位にある場合の再放出率当たりの 2 次濃度

環状エレメント群 $Kdst$ に属し、1 方位内での番号が $Jdir$ であるエレメント $k(Kdst, Idir, Jdir)$ が再放出時に着目地点から見て風上方位にあり、再放出時の風速=1m/s のときの、エレメント k からの再放出率あたりの呼吸摂取濃度を大気安定度別に以下の式で計算し、配列 $C2Short_0(Ist2)$ に保存する。

$$C2Short_0(Ist2) = Fc2Short(Y2nd_0, SgmY2nd_0(Ist2), SgmZ2nd_0(Ist2)) \quad (B-20)$$

ここで、 $X2nd_0$: エレメント k が着目地点から見て風上方位にある時の、エレメント k から着目地点までの風下距離 (m)

$$X2nd_0 = R2nd_{Kdst} \times \cos(\theta_{Hex2nd})$$

$Y2nd_0$: エレメント k が着目地点から見て風上方位にある時の、風下軸ずれ (m)

$$Y2nd_0 = R2nd_{Kdst} \times \sin(\theta_{Hex2nd})$$

$R2nd_{Kdst}$: 着目地点からエレメント k までの距離 (m)

$$= \frac{Dst(Kdst-1) + Dst(Kdst)}{2}$$

θ_{Hex2nd} : エレメント k が属する方位 $Idir$ の方位軸を基準とした、着目地点から見たエレメント k の角度 (度)

$$= \left(\frac{2 \times Jdir - 1}{2 \times NJdir(Kdst)} - 0.5 \right) \times \frac{360^\circ}{16}$$

$NJdir(Kdst)$: 環状エレメント $Kdst$ の 1 方位内のエレメント数 (-)

$Ist2$: 再放出時の大気安定度 (-)

$SgmY2nd_0(Ist2)$: $X2nd_0$ から求めたブルームの水平方向の広がりパラメータ (m)

$SgmZ2nd_0(Ist2)$: $X2nd_0$ から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)

$SgmY2nd_0$, $SgmZ2nd_0$ は、 $C2Short_0$ 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。ここで、 $Fc2Short(y, \sigma_y, \sigma_z)$ は以下に示す式で与えられる関数である。

$$Fc2Short(y, \sigma_y, \sigma_z) = \frac{1}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} \times \exp\left(-\frac{y^2}{2 \cdot \sigma_y^2}\right) \times \exp\left(-\frac{H_{Inhal}^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right) \quad (B-21)$$

ここで、 H_{Inhal} : 呼吸摂取高さ (入力パラメータ) (m)

b) 任意のエレメント k が着目地点の風上隣接方位にある場合の再放出率当たりの 2 次濃度

再放出時に隣接方位の濃度を評価するとき、エレメント k が着目地点から見て右側及び左側の風上隣接方位にあり再放出時に風速=1m/s とした場合のエレメント k からの再放出率あたりの 2 次濃度を、エレメント k が風上方位にある場合と同様に全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$) について以下の式で計算し、配列 $C2Short_Right(Ist2)$ 及び $C2Short_Left(Ist2)$ に保存する。

$$C2Short_Right(Ist2) = Fc2Short(Y2nd_Right, SgmY2nd_Right(Ist2), SgmZ2nd_Left(Ist2)) \quad (B-22)$$

$$C2Short_Left(Ist2) = Fc2Short(Y2nd_Left, SgmY2nd_Left(Ist2), SgmZ2nd_Left(Ist2)) \quad (B-23)$$

ここで、

- X2nd_Right : エlement k が着目地点から見て右側の風上隣接方位にある時の、Element k から着目地点までの風下距離 (m)
 $= X2nd_0 \times \cos(-22.5^\circ) + Y2nd_0 \times \sin(-22.5^\circ)$
- X2nd_Left : エlement k が着目地点から見て左側の風上隣接方位にある時の、Element k から着目地点までの風下距離 (m)
 $= X2nd_0 \times \cos(22.5^\circ) + Y2nd_0 \times \sin(22.5^\circ)$
- Y2nd_Right : エlement k が着目地点から見て右側の風上隣接方位にある時の、着目地点から見たElement k の風下軸ずれ (m)
 $= -X2nd_0 \times \sin(-22.5^\circ) + Y2nd_0 \times \cos(-22.5^\circ)$
- Y2nd_Left : エlement k が着目地点から見て左側の風上隣接方位にある時の、着目地点から見たElement k の風下軸ずれ (m)
 $= -X2nd_0 \times \sin(22.5^\circ) + Y2nd_0 \times \cos(22.5^\circ)$
- SgmY2nd_Right(Ist2) : X2nd_Right から求めたプルームの水平方向の広がりパラメータ (m)
- SgmY2nd_Left(Ist2) : X2nd_Left から求めたプルームの水平方向の広がりパラメータ (m)
- SgmZ2nd_Right(Ist2) : X2nd_Right から求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)
- SgmZ2nd_Left(Ist2) : X2nd_Left から求めたプルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)

SgmY2nd_Right, SgmY2nd_Left, SgmZ2nd_Right, SgmZ2nd_Left は、C2Short_Right, C2Short_Left 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。

- c) エlement k が着目地点から見て任意の方位にある場合の再放出率当たりの2次濃度
 Element k が着目地点から見て任意の方位にある場合の再放出率当たりの2次濃度 $C2(Ist2, Kdr2)_k$ は、a)及び b)で求めた $C2Short_0(Ist2)$ 、 $C2Short_Right(Ist2)$ 、 $C2Short_Left(Ist2)$ によって、以下に示す式であらわされる。

$$C2(Ist2, Kdr2)_k \begin{cases} = C2Short_0(Ist2) & \text{(着目地点から見てElement k が風上位にある (Idir=Kdr1) のとき)} \\ = C2Short_Right(Ist2) & \text{(Element k が右側の風上隣接方位にあり (Idir=Kdr1+1 or Idir=Kdr1-15)、かつ再放出時に隣接方位を評価するとき)} \\ = C2Short_0(Ist2) & \text{(Element k が左側の風下隣接方位にあり (Idir=Kdr1+1 or Idir=Kdr1-15)、かつ再放出時に隣接方位を評価するとき)} \\ = 0 & \text{(それ以外の場合)} \end{cases} \quad (B-24)$$

- ここで、 Ist2 : 再放出時の大気安定度 (-)
 Kdr2 : 再放出時の風向 (16方位)
 Idir : 着目地点から見た任意の他Element k の方位 (16方位)

- ② 1次放出が長時間 ($T_{1st} > 8 \text{ hr}$) の場合

a) 任意のエレメント k が着目地点の風上方位にある場合の再放出率当たりの 2 次濃度

環状エレメント群 Kdst に属するエレメント k (Kdst, Idir, Jdir) が再放出時に着目地点から見て風下方位にあり、再放出時の風速=1m/s のときの、エレメント k からの再放出率当たりの呼吸摂取濃度を全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$) について以下の式で計算し、配列 C2Long(Ist2) に保存する。

$$C2Long(Ist2) = Fc2Long(R2nd, SgmZ2nd_Long(Ist2)) \quad (B-25)$$

ここで、

R2nd : 環状エレメント群 Kdst に属するエレメント k から着目地点までの距離 (m)

SgmZ2nd_Long(Ist2) : R2nd から求めたブルームの垂直方向の広がりパラメータ (m)

SgmZ2nd_Long は、C2Long 計算前にコード内であらかじめ全大気安定度 ($1 \leq Ist2 \leq 6$) について計算し、配列に保存される。これらは、建屋面積等による補正後の値である。ここで、Fc2Long(r, σ_z) は以下に示す式で与えられる関数である。

$$Fc2Long(r, \sigma_z) = \frac{2.032}{\sigma_z \cdot r} \times \exp\left(-\frac{H_{Inhal}^2}{2 \cdot \sigma_z^2}\right)$$

$$2.032 = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \frac{16}{2\pi} \quad (B-26)$$

b) エレメント k が着目地点から見て任意の方位にある場合の再放出率当たりの 2 次濃度

エレメント k が着目地点から見て任意の方位にある場合の再放出率当たりの 2 次濃度 C2 (Ist2, Kdr2)_k は、a) で求めた C2Long(Ist2) によって、以下に示す式であらわされる。

$$C2(Ist2, Kdr2)_k \begin{cases} = C2Long(Ist2) & (\text{エレメント } k \text{ が着目地点の風上方位にある (Idir=Kdr1) と} \\ & \text{き}) \\ = 0 & (\text{それ以外のとき}) \end{cases} \quad (B-27)$$

B.1.4 全エレメントからの再放出による 2 次 StDr データの計算方法

1 次・再放出時に風速=1 m/s としたときの、再放出を評価する地域内の全エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算 2 次相対濃度 (2 次 StDr データ) は以下の式であらわされる。

$$StDr2(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L) = StDr2_Self(Ist1, Kdr2, L) + \sum_{Kdst=1}^{NKdst} \sum_{Idir=1}^{16} \sum_{JDir=1}^{Njdir(Kdst)} StDr2_Elem(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L)_{(Kdst, Idir, Jdir)} \quad (B-28)$$

ここで、

StDr2(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L) : 全エレメントからの再放出による 2 次 StDr データ
((m/s)² · s · (s/m³))

StDr2_Self(Ist1, Kdr1, L) : 自エレメントからの再放出による 2 次 StDr データ
((m/s)² · s · (s/m³))

StDr2_Elem(Ist1, Kdr1, Ist2, Kdr2, L)_(Kdst, Idir, Jdir) : 環状エレメント Kdst に属し、着目地点から見た方位が Idir、環状エレメント内の 1 方位内での番号が Jdir である任意の他のエレメント k からの再放出による 2 次 StDr データ ((m/s)² · s · (s/m³))

B.1.5 StDr データを用いた各時刻での単位時間積算相対濃度の計算方法

前節までで計算した StDr データを用いた、任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの 1 時間の 1 次放出による単位時間積算相対濃度の計算式を以下に示す。

$$CVQ1(Ihr, L) = \frac{StDr1(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr))}{U_High(Ihr)} \quad (B-29)$$

$$CVQ2(Ihr,L) = \frac{\sum_{Jhr=1}^{T2nd} \left[\frac{TMP2}{U_Low(Ihr+Jhr)} \times \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr} \right]}{U_High(Ihr) \times \sum_{jj=1}^{T2nd} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj})} \times FVgTemp(Ihr) \quad (B-30)$$

$TMP2 = StDr2(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr), Istb(Ihr+Jhr), Kdr_Low(Ihr+Jhr), L)$

ここで、

- CVQ1(Ihr,L) : 任意の時刻における単位時間積算 1 次相対濃度 (s・s/m³)
- CVQ2(Ihr,L) : 任意の時刻における単位時間積算 2 次相対濃度 (s・s/m³)
- Ihr : 1 次放出評価期間内の任意の時刻 (h)
- Jhr : 再放出開始後の経過時刻 (h)
- L : トリチウムの化学形 (L=1:HTO、2:HT) (—)
- Istb(Ihr) : 時刻 Ihr での大気安定度 (—)
- Kdr_High(Ihr) : 時刻 Ihr での上空風向 (—)
- U_High(Ihr) : 時刻 Ihr での上空風速 (m/s)
- Kdr_Low(Ihr) : 時刻 Ihr+Jhr での地上風向 (—)
- U_Low(Ihr) : 時刻 Ihr+Jhr での地上風速 (m/s)
- FvgTemp(Ihr) : 沈着速度法するとき=1.0
交換速度法するとき、時刻 Ihr での地表面温度から求めた見かけの沈着速度の、単位沈着速度との比 (式(B-11)および式(B-13)での V_g との対応のため) ((m/s)/(m/s))
- StDr1(Istb(Ihr),Kdr_High(Ihr)) : 風速=1m/s とした大気安定度・風向別単位時間積算 1 次相対呼吸摂取濃度 ((m/s)・s・(s/m³))
- StDr2(Istb(Ihr),Kdr_High(Ihr),Istb(Ihr,Jhr),Kdr_Low(Ihr+Jhr),L) : 風速=1m/s とした大気安定度・風向別単位時間積算 2 次相対呼吸摂取濃度 ((m/s)²・s・(s/m³))

B.2 DpYr 法による計算方法の詳細

B.2.1 1 次放出地点から着目地点までの沈着による 1 次プルーム減衰係数の計算方法

1 次放出時に大気安定度=Ist1 で、風速=1m/s とした場合の、1 次放出地点から着目地点までの区間での乾燥沈着による 1 次プルーム減衰係数を FLmdDry(Ist1,L)_{Self} とすると、乾燥沈着による 1 次プルーム中残留率は以下の式であらわされる。

$$f_{dry} = \exp\left(-\frac{FLmdDry(Ist1,L)_{Self}}{U_{Ist1}}\right) \quad (B-31)$$

ここで、

- f_{dry} : 乾燥沈着による 1 次プルーム中残留率 (—)
- FLmdDry(Ist1,L)_{Self} : 1 次放出時に大気安定度=Ist1 で風速=1m/s とした場合の乾燥沈着による 1 次プルーム減衰係数 (s/m)
- U_{Ist1} : 1 次放出時の風速 (m/s)
- L : トリチウムの化学形 (L=1:HTO、2:HT) (—)

本コードでは、FLmdDry(Ist1,L)_{Self} を関数 FcLmdDry によって全大気安定度 (1 ≤ Ist1 ≤ 6) について計算する。

$$FLmdDry(Ist1,L)_{Self} = FcLmdDry(R0, \theta0, Ist1, L) \quad (B-32)$$

ここで、R0 : 1 次放出地点から着目地点までの距離 (m)

- $\theta 0$: 1次放出地点から見た着目地点の角度 (北 = 0° として時計回り) (度)
 $Ist1$: 1次放出時の大気安定度 (-)

ここで、FcLmdDry は式(2-13)と式(B-31)によって導かれる以下の式であらわされる関数である。

$$FcLmdDry(R, \theta, Ist1, L) = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \times \sum_{KVg=1}^{NKVg} \left\{ Vg(KVg, L) \times \int_{RVg(KVg-1)}^{RVg(KVg)} \frac{1}{\sigma_z \cdot \exp(H^2/2 \cdot \sigma_z^2)} dr \right\} \quad (B-33)$$

ここで、

- R : 1次放出地点から計算地点 (着目地点及びエレメント) までの距離 (m)
 θ : 1次放出地点から見た計算地点の角度 (北 = 0° として時計回り) (度)
 $Ist1$: 1次放出時の大気安定度 (-)
 L : トリチウムの化学形 ($L=1$: HTO、 2 : HT) (-)
 $NKVg$: 1次放出地点と地点(R, θ)を結んだ線上にある沈着区間の数 (-)
 $Vg(KVg, L)$: 1次放出地点と地点(R, θ)を結んだ線上の KVg 番目の沈着区間でのトリチウム化学形 L の沈着速度 (m/s)
 $RVg(KVg)$: 1次放出地点から KVg 番目の沈着区間の終点までの距離 (m)
 (ただし $RVg(0)=0$ 、 $RVg(NKVg)=R$)
 σ_z : 大気安定度 = $Ist1$ のときのブルームの垂直方向の広がり (m)
 H : 1次放出有効高さ (-)

B.2.2 DpYr 法による各時刻における単位時間積算 1次相対濃度の計算方法

DpYr 法による評価期間内の時刻 $Ihr-1$ から Ihr までの 1時間放出による時間積算 1次相対濃度の計算式を以下に示す。

$$CVQ1(Ihr, L) = \frac{StDr1(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr))}{U_High(Ihr)} \times FLmd_{Self, Ihr, L} \quad (B-34)$$

ここで、

- $CVQ1(Ihr, L)$: 任意の時刻 Ihr における単位時間積算 1次相対濃度 ($s \cdot (s/m^3)$)
 L : トリチウムの化学形 ($L=1$: HTO、 2 : HT) (-)
 $StDr1(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr))$: 1次放出時に風速 = $1m/s$ とした大気安定度・風向別の単位時間積算 1次相対濃度 (式(B-1)により求める) ($(m/s) \cdot s \cdot (s/m^3)$)
 $FLmd_{Self, Ihr, L}$: 沈着による 1次ブルーム残留率 (-)
 $Kdr_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での 1次放出有効高さでの風向 (-)
 $U_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での 1次放出有効高さでの風速 (m/s)
 $Istb(Ihr)$: 時刻 Ihr での大気安定度 (-)

$FLmd_{Self, Ihr, L}$ は以下のとおりである。

$$\text{FLmd}_{\text{Self, I hr, L}} \begin{cases} = \exp\left(-\frac{\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{L})_{\text{Self}}}{U_{\text{High}}(\text{I hr})}\right) & \text{(降水沈着による1次ブルーム減衰を考慮しない場合)} \\ = \exp\left(-\frac{\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{L})_{\text{Self}}}{U_{\text{High}}(\text{I hr})}\right) \times \exp\left(-\frac{R0 \cdot \text{Washout}(\text{I hr})}{U_{\text{High}}(\text{I hr})}\right) \\ = \exp\left(-\frac{\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{L})_{\text{Self}} + R0 \cdot \text{Washout}(\text{I hr})}{U_{\text{High}}(\text{I hr})}\right) & \text{(降水沈着による1次ブルーム減衰を考慮する場合)} \end{cases} \quad (\text{B-35})$$

ここで、

- $\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{L})_{\text{Self}}$: 乾燥沈着による1次ブルーム減衰係数 (式(B-32)により求める) (s/m)
 $R0$: 1次放出から着目地点までの距離 (m)
 $\text{Washout}(\text{I hr})$: 時刻 I hr での HTO の降水洗浄係数 (1/s)

乾燥沈着による1次ブルーム減衰を考慮しない場合は $\text{FLmdDry}=0$ とする。

降水沈着を評価する場合、気象データ読込後にコード内で評価期間内の各時刻における降水強度から以下の式によってコード内で計算し、各計算地点での評価を行う前にあらかじめ配列 $\text{Washout}(\text{I hr})$ に保存されている。

$$\text{Washout}(\text{I hr}) = a \times \text{Rain}(\text{I hr})^b \quad (\text{B-36})$$

ここで、

- $\text{Rain}(\text{I hr})$: 評価期間内の任意の時刻 I hr における降水強度 (mm/h)
 (気象データファイルから読込む)
 a, b : 定数 (入力パラメータ)

B.2.3 自エレメントからの再放出による各時刻の単位時間積算2次相対濃度の計算方法

評価期間内の時刻 I hr-1 から I hr までの1時間放出に自エレメントへ沈着したトリチウムの再放出による時間積算2次相対濃度の計算式を以下に示す。

$$\text{CVQ2_Self}(\text{I hr}, \text{L}) = \frac{\sum_{\text{J hr}=1}^{\text{T2nd}} \left[\frac{\text{TMP2} \times \phi_{\text{J hr}} \times \rho_{\text{J hr}}}{U_{\text{Low}}(\text{I hr} + \text{J hr})} \right]}{U_{\text{High}}(\text{I hr}) \times \sum_{\text{ij}=1}^{\text{T2nd}} (\phi_{\text{ij}} \times \rho_{\text{ij}})} \times \text{FVgTemp}(\text{I hr}) \times \text{FLmd}_{\text{Self, I hr, L}} \quad (\text{B-37})$$

ただし、 $\text{TMP2} = \text{StDr2_Self}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{Kdr_High}(\text{I hr}), \text{L})$

ここで、

- $\text{CVQ2_Self}(\text{I hr}, \text{L})$: 任意の時刻 I hr-1 から I hr までの1時間放出に自エレメントへ沈着したトリチウムの再放出による時間積算2次相対濃度 (s・(s/m³))
 L : トリチウムの化学形 (L=1:HTO、2:HT) (-)
 $\text{StDr2_Self}(\text{Istb}(\text{I hr}), \text{Kdr_High}(\text{I hr}), \text{L})$: 1次・再放出時に風速=1m/sとした大気安定度・風向別単位時間積算2次相対濃度 (式(B-10)により求める) ((m/s)²・s・(s/m³))
 $\text{FvgTemp}(\text{I hr})$: 沈着速度法するとき=1.0。交換速度法するとき、時刻 I hr での地表面温度から求めた見かけの沈着速度の、単位沈着速度との比 (式(B-11)および式(B-13)での V_g との対応のため) ((m/s)/(m/s))

- $FLmd_{Self,Ihr,L}$: 沈着による1次プルーム残留率 (式(B-35)により求める) (一)
 $Kdr_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での1次放出有効高さでの風向 (一)
 $U_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での1次放出有効高さでの風速 (m/s)
 $Istb(Ihr)$: 時刻 Ihr での大気安定度 (一)

B.2.4 1次放出地点から任意の他エレメントまでの沈着による1次プルーム減衰係数の計算方法
 1次放出時に風速=1m/sとした場合の、1次放出地点から任意のエレメント k までの区間での乾燥沈着による1次プルーム減衰係数 $FLmdDry(Ist1,L)_k$ を、自エレメントと同様に式(B-33)に示された関数 $FcLmdDry$ によって全大気安定度 ($1 \leq Ist1 \leq 6$) について計算する。

$$FLmdDry(Ist1,L)_k = FcLmdDry(Rlst_k, \theta Ist_k, Ist1, L) \quad (B-38)$$

ここで、

- $Rlst_k$: 1次放出地点から任意の他エレメント k までの距離 (m)
 θIst_k : 1次放出地点から見たエレメント k の角度 (北 = 0° として時計回り) (度)
 $Ist1$: 1次放出時の大気安定度 (一)
 L : トリチウムの化学形 ($L=1$:HTO、 2 :HT) (一)

B.2.5 任意の他エレメントからの再放出による各時刻の単位時間積算2次相対濃度の計算方法
 評価期間内の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間放出に任意の他エレメント k へ沈着したトリチウムの再放出による時間積算2次相対濃度の計算式を以下に示す。

$$CVQ2_Elem(Ihr,L)_k = \frac{\sum_{Jhr=Ihr-1}^{Ihr} \left[\frac{TMP2 \times \varphi_{Jhr} \times \rho_{Jhr}}{U_Low(Ihr+Jhr)} \right]}{U_High(Ihr) \times \sum_{jj=1}^{Ihr} (\varphi_{jj} \times \rho_{jj})} \times FVgTemp(Ihr) \times FLmd_{k,Ihr,L} \quad (B-39)$$

ただし、 $TMP2 = StDr2_Elem(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr), Istb(Ihr+Jhr), Kdr_Low(Ihr+Jhr), L)_k$

ここで、

- $CVQ2_Elem(Ihr,L)_k$: 任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間放出に任意の他エレメント k へ沈着したトリチウムの再放出による時間積算2次相対濃度 ($s \cdot (s/m^3)$)
 Ihr : 1次放出評価期間内の任意の時刻 (h)
 Jhr : 再放出開始後の経過時間 (h)
 L : トリチウムの化学形 ($L=1$:HTO、 2 :HT) (一)
 $StDr2_Elem(Istb(Ihr), Kdr_High(Ihr), Istb(Ihr+Jhr), Kdr_Low(Ihr+Jhr), L)_k$
 : 任意のエレメント k からの再放出による2次 StDr データ (式(B-19)により求める) ($(m/s)^2 \cdot s \cdot (s/m^3)$)
 $FvgTemp(Ihr)$: 沈着速度法のと看、=1.0。交換速度法のと看、時刻 Ihr での地表面温度から求めた見かけの沈着速度の、単位沈着速度との比 ($(m/s)/(m/s)$)
 $FLmd_{k,Ihr,L}$: 沈着による1次プルーム残留率 (式(B-35)により求める) (一)
 $Istb(Ihr)$: 時刻 Ihr での大気安定度 (一)
 $Kdr_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での1次放出有効高さでの風向 (一)
 $U_High(Ihr)$: 時刻 Ihr での1次放出有効高さでの風速 (m/s)
 $Kdr_Low(Ihr+Jhr)$: 時刻 Ihr+Jhr での地上風向 (一)
 $U_Low(Ihr+Jhr)$: 時刻 Ihr+Jhr での地上風速 (m/s)

$FLmd_{k,Ihr,L}$ は、自エレメントの $FLmd_{Self,Ihr,L}$ と同様に以下のとおりである。

$$\text{FLmd}_{k,\text{Ihr},L} \begin{cases} = \exp\left(-\frac{\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{Ihr}),L)_k}{U_High(\text{Ihr})}\right) & \text{(降水沈着による1次プルーム減衰を考慮しない場合)} \\ = \exp\left(-\frac{\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{Ihr}),L)_k + R1st_k \cdot \text{Washout}(\text{Ihr})}{U_High(\text{Ihr})}\right) & \text{(降水沈着による1次プルーム減衰を考慮する場合)} \end{cases} \quad (\text{B-40})$$

ここで、

$\text{FLmdDry}(\text{Istb}(\text{Ihr}),L)_k$: 乾燥沈着による1次プルーム減衰係数 (式(B-38)により計算) (s/m)

$R1st_k$: 1次放出地点からエレメント k までの距離 (m)

$\text{Washout}(\text{Ihr})$: 時刻 Ihr での HTO の降水洗浄係数 (式(B-36)により計算) (1/s)

乾燥沈着による1次プルーム減衰を考慮しない場合は $\text{FLmdDry}=0$ とする。

B.2.6 全エレメントからの再放出による各時刻の単位時間積算2次相対濃度の計算方法

任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間に、再放出を評価する地域内の全エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する、各時刻の単位時間積算2次相対濃度は、以下の式であらわされる。

$$\text{CVQ2}(\text{Ihr},L) = \text{CVQ2_Self}(\text{Ihr},L) + \sum_{Kdst=1}^{NKdst} \sum_{I\text{dir}=1}^{16} \sum_{J\text{Dir}=1}^{N\text{Jdir}(Kdst)} \text{CVQ2_Elem}(\text{Ihr},L)_{(Kdst,I\text{dir},J\text{dir})} \quad (\text{B-41})$$

ここで、

$\text{CVQ2}(\text{Ihr},L)$: 任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間に再放出を評価する地域内の全エレメントに沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度 ($\text{s} \cdot (\text{s}/\text{m}^3)$)

$\text{CVQ2_Self}(\text{Ihr},L)$: 任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間に自エレメントへ沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度 ($\text{s} \cdot (\text{s}/\text{m}^3)$)

$\text{CVQ2_Elem}(\text{Ihr},L)_{(Kdst,I\text{dir},J\text{dir})}$: 任意の時刻 Ihr-1 から Ihr までの1時間に、環状エレメント Kdst に属し着目地点から見た方位が Idir、環状エレメント内の1方位内での番号が Jdir である任意の他エレメント k へ沈着したトリチウムの再放出に起因する単位時間積算2次相対濃度 ($\text{s} \cdot (\text{s}/\text{m}^3)$)

付録 C 入出力データの例

```

#####
* ケース 1 (2002.07)
* サイト      : 東海
* 放出量      : HTO 1 g
* 実効放出継続時間: 1次放出 (1 h)、再放出 (24 h)
* 放出高さ (m) : 40 mスタック (有効放出高さ)
* 評価点距離 (m) : 1000 m
* 放出高さで再放出時の風速補正をする
#####
* Card-1の削除 : 2001.4
=====
*Card-1 実行時の流れと中間ファイル
* IENTR  : 1:StDrでYrHrを計算する, 2:StDrを読み込んでYrHrを計算する,
*          3:DpYrでYrHrを計算する, 4:YrHrを読み込む
* IEXIT1 : 0:StDrデータを中間ファイルへ出力せず継続
*          1:StDrデータを中間ファイルへ出力して継続
*          2:StDrデータを中間ファイルへ出力して終了
* IEXIT2 : 0:YrHrデータを中間ファイルへ出力せず継続
*          1:YrHrデータを中間ファイルへ出力して継続
*          2:YrHrデータを中間ファイルへ出力して終了
* IENTR, IEXIT1, IEXIT2
* 1, 0, 0
=====
* Card-1の削除 : 2001.4
=====
*Card-2 1次・再放出関連パラメータ
* NHRLS1  : 1次放出継続時間(hour)
* NHRLS2  : 再放出継続時間(hour)
* NBR1    : 1次放出が短時間の場合の隣接方位評価フラグ,長時間放出時はダミー
*          (/0/1/ /風下方位のみ/隣接1方位を評価/)
* NBR2    : 再放出が短時間の場合の隣接方位評価フラグ,長時間放出時はダミー
*          (/0/1/ /風下方位のみ/隣接1方位を評価/)
* .....
* 2001.4 変更および追加
* .....
* IFRLS(L): 化学形別の放出評価フラグ (L=1:HTO,2:HT) 変更:
*          IFRLS(L) = -1 : 放出する (割合で入力する)
*          IFRLS(L) = 0 : 放出しない
*          IFRLS(L) = 1 : 放出する (QUANT(L)をBqで入力する)
* QUANT(L): 化学形別の放出量 変更:
*          IFRLS(L)= 0 のとき QUANT(L) はダミー (L=1:HTO,2:HT)
*          IFRLS(L)=-1 のとき QUANT(1)+QUANT(2)=1.0 とする
* .....
* IFRLS(L)>0 のとき H3GRAM と H3BOG はダミー
* .....
* H3GRAM  : トリチウムの放出量 (g) 追加:
* H3BOG   : 単位重量あたりのトリチウムの放射能 (Bq/g) 追加:
* ISECON  : 2次放出開始時刻の設定 追加:
*          0 : 2次放出は1次放出の1時間後に放出開始
*          1 : 2次放出は1次放出と同じ時刻に放出開始
* .....
* IOPTH   : 1次放出源の有効放出高さの設定オプション
*          (/1/2/ /全方位一律/方位により異なる/)
* RELHT1 (IDIR) : 1次放出源の有効放出高さ(m)
*          IFRLS
* NHRLS1, NHRLS2, NBR1, NBR2, (1), (2), QUANT(1), QUANT(2), H3GRAM, H3BOG
* 1, 24, 1, 0, 0, 0, 3.6E+3, 0.0, 1.0 , 3.580E+14
* 1, 24, 1, 0, -1, 0, 1.0, 0.0, 1.0 , 3.580E+14
* 1, 1, 1, 0, 1, 0, 3.6E+3, 0.0, 1.0 , 3.580E+14
* 1, 24, 1, 0, -1, 0, 1.0, 0.0, 1.0, 1.0, 3.580E+14
* ISECON
0

```



```
* IOPTH
  2
* RELHT1(1) IOPTH=1の時
* 38.0
* RELHT1(IDIR) IDIR=1,16 (着目)風下方位 IOPTH=2の時
* NNE NE ENE E ESE SE SSE S
* SSW SW WSW W WNW NW NNW N
* 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108.
* 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116.
  56. 56. 56. 56. 56. 56. 56. 54.
  47. 42. 42. 37. 36. 36. 36. 44.
```

```
*Card-3 着目地点関連パラメータ
* IXMAX : 着目地点の数
* H_INHAL : 呼吸摂取点の高さ(m)
* H_SELF : 自エレメント仮想空間の高さ(m)
* DST_SELF: 自エレメント半径(m)
* NDST_M : 主同心円数
* ALPH : 再放出が短時間の場合のエレメント面積による初期拡散係数(-)
  (長時間放出時はタミー)
* IXMAX, H_INHAL, H_SELF, DST_SELF, NDST_M, ALPH
* 11, 1.0, 1.0, 5.0, 9, 4.3
* 1, 1.0, 1.0, 5.0, 9, 4.3
* 1, 1.0, 1.0, 5.0, 8, 4.3
```

```
*Card-4 エレメント分割関連パラメータ(1)
* 主同心円半径
* (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9)
  5E+1, 1E+2, 2E+2, 5E+2, 1E+3, 2E+3, 5E+3, 1E+4
* 5E+1, 1E+2, 2E+2, 5E+2, 1E+3, 2E+3, 5E+3, 1E+4, 2E+4
```

```
*Card-5 エレメント分割関連パラメータ(2)
* 主同心円ごとの副同心円数
* (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9)
  9, 10, 20, 60, 100, 100, 100, 100,
* 9, 10, 10, 30, 25, 50, 25, 50, 150,
* 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
* 自エレメントと主同心円ごとの再放出計算フラグ
* (self), (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9)
  1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1,
* 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1
* CV02 debug出力フラグ
* (self),(all other),(main ring),(sub ring),(sub dir)
  0, 0, 0, 0, 0
```

```
* debug出力フラグ
* Dbg1 :1次放出時の風向による放出地点から見た着目地点の風下距離と軸ずれ
* Dbg2 :1次放出時の着目地点の $\sigma_y, \sigma_z$ 
* Dbg3 :1次放出時による着目地点の相対濃度(風速=1m/sの場合)
* Dbg4 :各エレメントの座標,放出地点から見た方位
* Dbg5 :1次放出時の風向による放出地点から見た各エレメントの風下距離と軸ずれ
* Dbg6 :1次放出時の各エレメントの $\sigma_y, \sigma_z$ 
* Dbg7 :1次放出による各エレメントの相対濃度(風速=1m/sの場合)
* Dbg8 :各エレメントから着目地点への再放出データ
* Dbg9 :1時間の1次放出による各エレメントの相対沈着量(風速=1m/sの場合)(Bq/m2)
* Dbg10:自エレメントのエレメント情報出力フラグ
* Dbg11:YrHr法 自エレメントでの年間の1次相対濃度出力
* Dbg12:YrHr法 自エレメント単位面積当たりの年間の1次相対沈着量出力
* Dbg13:YrHr法 自エレメントからの再放出による年間の2次相対濃度出力
* Dbg14:2次放出継続時間が長時間の場合の各エレメント情報出力
* Dbg15:YrHr法 各エレメントでの年間の1次相対濃度出力
* Dbg16:YrHr法 各エレメント単位面積当たりの年間の1次相対沈着量出力
* Dbg17:YrHr法 SubRing各方位単位面積当たりの年間の1次相対沈着量出力(2nd Long)
* Dbg18:YrHr法 SubRingからの再放出による着目地点における年間の2次相対濃度出力
* Dbg19:YrHr法 SubRing各再分割方位からの再放出によるエレメント面積当たりの
  着目地点における年間の2次相対濃度出力(2nd Short)
* Dbg1~Dbg20
```

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
* 沈着速度データ
* IFLGVG :沈着率計算方法(/1/2/ /沈着速度/交換速度/)
* IFLGVG
  1
*
-----
* NVGDIR:沈着速度エリア方位数
* VGCENTR(L):放出地点の沈着率(L=1:HTO,L=2:HT)
* NVGDIR, VGCENTR(1), VGCENTR(2)
  1, 0.005, 0.0002
* VGDIR(IVGDIR):沈着エリア分割角度(grad), IVGDIR=1~NVGDIR-1
* ただし, NVGDIR=1(方位分割しない)の場合でも.必ず1行入力する.
  360.0
* NVGDST(IVGDIR):沈着エリア距離数, IVGDIR=1~NVGDIR-1
* NVGDST(1)
  1
*
-----
* IVGDIR=1
*
-----
* VGDST(IVGDIR,IVGDST):沈着エリア方位別分割距離, IVGDST=1~NVGDST-1
* ただし, NVGDST=1(距離分割しない)の場合でも.必ず1行入力する.
* VGDST(IVGDIR,1)
  0.0
* VGAROUND(IVGDIR,IVGDST,1):沈着速度法によるHTO沈着率(m/s), IVGDIR=1~NVGDIR-1
  0.005
* VGAROUND(IVGDIR,IVGDST,2):沈着速度法によるHT沈着率(m/s), IVGDIR=1~NVGDIR-1
  0.0002
#####
* STEP2
#####
* 対象期間数NSEASON
  4
* ϕ (DayTime), ϕ (NightTime):日中または夜間の単位時間当りの再放出割合(1/hour)
  0.1, 0.05
* ρj:再放出開始からの時間経過に伴う再放出率の減少を補正するファクタ(-)
* !!! (注意) NHRLS2 個入力すること !!!
* (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12)
* 1.0
* 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0
*(13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24)
* 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 1.0
* (1), (2), (3), (4), (5), (6),
  0.34, 0.074, 0.074, 0.074, 0.074, 0.074,
* (7), (8), (9), (10), (11), (12),
  0.074, 0.074, 0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875,
* (13), (14), (15), (16), (17), (18),
  0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875,
* (19), (20), (21), (22), (23), (24)
  0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875, 0.008875
* 各対象期間の開始日付,昼夜開始時刻
* 月Begin,日Begin,DayTimeBegin, NightTimeBegin
  4, 1, 7, 18
  6, 1, 7, 19
  7, 1, 7, 18
  9, 1, 8, 17
* RERATE 地表面に沈着したトリチウムが再放出される割合
  1.0
* FLS :沈着速度法での地表面水相当厚さ(m)
* RH :相対湿度(-)
* DLTTEMP:地表面温度=気温+DLTTEMP(°C)
* (FLS), (RH), (DLTTEMP)
  0.002, 1.0, 5.0
* VEX(1H):1日の時刻tにおける交換速度(m/s)
* (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12),
* 3E-3, 3E-3, 3E-3, 3E-3, 3E-3, 3E-3, 5E-3, 5E-3, 5E-3, 5E-3, 5E-3, 5E-3,

```

```

*(13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24)
* 5E-3, 5E-3, 5E-3, 5E-3, 4E-3, 4E-3, 4E-3, 4E-3, 3E-3, 3E-3, 3E-3, 3E-3
* (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11), (12),
  1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3,
*(13), (14), (15), (16), (17), (18), (19), (20), (21), (22), (23), (24)
  1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3, 1E-3
* IFEXPH:1次放出高さの風速補正フラグ (/0/1/ /補正しない/補正する/)
* IFEXPL:再放出時の地表面風速補正フラグ (/0/1/ /補正しない/補正する/)
* IFWINDCHNG:再放出時に風向が変化するフラグ (/0/1/ /不変/可変/)
* IFEXPH, IFEXPL, Z_HIGH, Z_LOW, ZEXPMIN, IFWINDCHNG
  0, 1, 40.0, 10.0, 1.0, 1
* 風速べき乗則による補正のべき指数
* PZEXP(A), (B), (C), (D), (E), (F)
  0.15, 0.15, 0.15, 0.25, 0.30, 0.30
#####
* STEP5 固定気象計算
#####
* IDYBGN :放出開始月
* IDYBGN :放出開始日
* IHRBGN :放出開始時刻
* NDYSRD :SEASON番号読込日数 ダミー
* IFDCYWET:降水沈着による減衰フラグ(/0/1/ /考慮しない/考慮する/) ダミー
* IFDPDRY :乾性沈着フラグ(/0/1/ /沈着する/沈着しない/) ダミー
* IFDPWET :降水沈着フラグ(/0/1/ /沈着する/沈着しない/) ダミー
* IMOBN, IDYBGN, IHRBGN, NDYSRD, IFDCYWET, IFDPDRY, IFDPWET
  0, 0, 0, 0, 0, 1, 1
* AWASH(LL):洗浄係数A  $\Lambda=A*\text{Rain}^B$  (LL=1:HTO,2:HT)
* BWASH(LL):洗浄係数B  $\Lambda=A*\text{Rain}^B$  (LL=1:HTO,2:HT)
* AWASH(HTO), BWAHS(HTO), AWASH(HT), BWASH(HT)
  1.2E-04, 0.5, 0.0, 0.0
* RAINWO:降水以前の根域内土壌の含水割合
* RAINWS飽和含水割合
* ZROOT根域深さ
* FRNFULL根域内の含水割合が飽和した場合の $\eta$ 
* RAINWO, RAINWS, ZROOT, FRNFULL
  0.5, 0.8, 0.3, 0.8
#####
* IFINST:建屋等の影響による補正フラグ (/0/1/ /考慮しない/考慮する/)
* AINST:建屋等の風向方向の断面積(m2)
* CINST:建屋等の風向方向の形状係数(-)
* SGYGRND:1次放出が地表面からの放出の場合の水平方向の広がり初期値(m)
* SGZGRND:1次放出が地表面からの放出の場合の垂直方向の広がり初期値(m)
* isigfg :拡散パラメータのフラグ
  /1/2/ /pasquill-meade/mol/
* iru :地表面の粗さ
  =2 : mean roughnesslength (low plants, rural areas, length of
    roughness z < 10 cm to 1 m)
  = 3 : great roughnesslength (forests, urban areas, length of
    roughness z > 1 m)
* IFINST, AINST, CINST, SGYGRND, SGZGRND, isigfg, iru
  0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1, 2
* hmixlr : 大気安定度別の混合層高さ(m)
  A, B, C, D, E, F
  1600.0, 1200.0, 800.0, 560.0, 320.0, 200.0
=====
* ファイル名の設定を削除 : 2001.4 -s
#####
* STDRデータファイル名 (修飾子まで入力、任意に設定できる)
*STDR.DAT
* 1hrデータファイル名 (修飾子まで入力、任意に設定できる)
*YRHR.DAT
* 気象データファイル名 (修飾子まで入力、任意に設定できる)
*meto.dat
* 累積出現頻度グラフ用出力ファイル名 (修飾子まで入力、任意に設定できる)
*GRAPH.OUT

```

```

#####
* ファイル名の設定を削除 : 2001.4 -e
*
=====
* 線量評価方法(/0/1/ /ICRP Pub.30/ICRP Pub.72/)
  1
* ICRP Pub.30 線量評価関連パラメータ
* B30HOUR:呼吸率(m3/hour)
* SKIN30 :経皮摂取
* FK30 :ICRP Pub.30によるHT0線量換算係数(Sv/Bq)
* EPS30 :ICRP Pub.30によるHTのε (Sv/h/Bq/m3)
* B30HOUR, SKIN30, FK30, EPS30
* 0.31, 1.5, 4.8E-11, 1.2E-15
* 1.2, 1.5, 1.8E-11, 1.2E-15
* 1.2, 1.5, 1.7E-11, 1.2E-15
* ICRP Pub.72
* N72AGE:年齢グループ数
* FL72:肺被ばく線量分を加算するための係数
* FS72:経皮摂取を考慮するための係数
* FLIOGAS:トリチウムの化学形態による線量換算係数の比, HT/HT0
* N72AGE, FL72, FS72, FLIOGAS
  6, 1.2, 1.5, 1.0E-04
* NAMAGE( IAGE ):年齢名(半角10文字)
* B72DAY( IAGE ):呼吸率(m3/hour)
* FK72L1( IAGE ):HT0の吸入摂取線量係数(Sv/Bq)
* -NAMAGE— B72AGE, KF72L1
  3mo 0.1192, 6.4E-11
* 1y 0.2150, 4.8E-11
  1y 0.3100, 4.8E-11
  5y 0.3633, 3.1E-11
  10y 0.6375, 2.3E-11
  15y 0.8375, 1.8E-11
* Adult 0.9250, 1.8E-11
  Adult 1.2000, 1.8E-11
#####
* CALCULATION
#####
* IWITHYP: 0:統計気象計算, 1:統計気象形式のファイルで固定気象計算
* 2:固定気象形式のファイルで固定気象計算
* IY:統計気象計算の評価年
* IDPDY:固定気象計算時の乾燥沈着の扱い
* 0:乾燥沈着を評価しない
* 1:乾燥沈着を評価し,乾燥沈着による1次ブルーム減衰は考慮しない
* 2:乾燥沈着を評価し,乾燥沈着による1次ブルーム減衰を考慮する
* IDPWET:固定気象計算時の降水沈着の扱い
* 0:降水沈着を評価しない
* 1:降水沈着を評価し,降水沈着による1次ブルーム減衰は考慮しない
* 2:降水沈着を評価し,降水沈着による1次ブルーム減衰を考慮する
**STEP1
* IWITHYP, IY, IDPDY, IDPWET
  0, 1990, 1, 0
*
=====
* IFGRPH:累積出現頻度グラフ用データ出力フラグ(/0/1/ /出力しない/出力する/)
* NGRAPH:累積出現頻度を出力する順位の最終値(1≤NGRAPH≤1000)
* KGRAGE:ICRP Pub.72線量評価時のグラフ出力代表年齢(1≤KGRAGE≤N72AGE)
* IFGRDAT(1):累積出現頻度グラフ用データのデータ種類の出力フラグ
* 1=1:相対濃度, 2:濃度, 3:相対線量, 4:線量
* (/0/1/ /出力しない/出力する/)
* IFGRPH, NGRAPH, KGRAGE, IFGRDAT(1), (2), (3), (4)
  1, 1000, 6, 1, 1, 1, 1
* 1, 1000, 6, 1, 1, 1, 1
* 1次放出地点から着目点までの距離(m)
* 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
* 1100 1200 1300 1400 1500 1600 1700 1800 1900 2000
* 400 500 600 700 800 900 1000
  1000

```

```

* 着目点毎詳細出力フラグ (/0/1/ /計算しない/計算する/)
* 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
  1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
*      5      10      15      20      25      30      35
* 0 0 0 0 0 0 0
* 1
* 1 1 1 1 1 1 1 1
* 着目方位計算フラグ (/0/1/ /計算しない/計算する/)
*NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW N
* 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
*      5      10      15      20      25      30      35
  1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

```

C.2 出力データの例

 * RESULTS - 1 MAXIMUM AND 97% DOSE AS A FUNCTION OF DISTANCE *

USED METEOROLOGICAL DATA : 1990 (YEAR)
 EFFECTIVE RELEASE TIME : 1 (H)
 EFFECTIVE RELEASE HEIGHT : (M)

DIST. (KM)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	N
	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	54.00	47.00	42.00	42.00	37.00	36.00	36.00	44.00

DISTANCE FROM RELEASE POINT FOR 16 DIRECTION

DIST. (KM)	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	N
(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(1.00)

(A-1) 1st HTO by HTO release
 ### MAX VALUE
 (1)TKAI/(s²/m³)

NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	N	
MAX VALUE:	2.243E-01	2.243E-01	1.869E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.502E-01	3.556E-01	3.169E-01	4.436E-01	3.374E-01	3.374E-01	5.598E-01	5.598E-01	4.073E-01
*1stHTO :	2.243E-01	2.243E-01	1.869E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.502E-01	3.556E-01	3.169E-01	4.436E-01	3.374E-01	3.374E-01	5.598E-01	5.598E-01	4.073E-01
1stHT :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2ndHTO (HT) :	2.580E-02	5.920E-02	6.042E-02	5.453E-02	8.364E-02	6.907E-02	5.762E-02	1.151E-01	1.516E-01	1.641E-01	9.128E-02	3.473E-01	2.634E-01	3.390E-01	1.636E-01
2ndHTO (HT) :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(2)TKAI/(s²/Bq)

NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	N	
MAX VALUE:	2.231E+10	2.231E+10	1.859E+10	2.231E+10	2.231E+10	2.231E+10	2.488E+10	3.536E+10	3.151E+10	4.412E+10	3.356E+10	3.356E+10	5.567E+10	5.567E+10	4.050E+10
*1stHTO :	2.231E+10	2.231E+10	1.859E+10	2.231E+10	2.231E+10	2.231E+10	2.488E+10	3.536E+10	3.151E+10	4.412E+10	3.356E+10	3.356E+10	5.567E+10	5.567E+10	4.050E+10
1stHT :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2ndHTO (HT) :	2.566E+09	5.887E+09	5.422E+09	8.318E+09	6.907E+09	5.730E+09	6.868E+09	1.151E+10	1.508E+10	1.632E+10	9.077E+09	3.453E+10	2.619E+10	3.371E+10	1.627E+10
2ndHTO (HT) :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(3)D/(s²/Bq)

NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	N	
MAX VALUE:	2.019E-15	2.019E-15	1.682E-15	2.019E-15	2.019E-15	2.019E-15	2.252E-15	3.200E-15	2.852E-15	3.937E-15	3.037E-15	3.037E-15	5.039E-15	5.039E-15	3.666E-15
*1stHTO :	2.019E-15	2.019E-15	1.682E-15	2.019E-15	2.019E-15	2.019E-15	2.252E-15	3.200E-15	2.852E-15	3.937E-15	3.037E-15	3.037E-15	5.039E-15	5.039E-15	3.666E-15
1stHT :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
2ndHTO (HT) :	2.322E-16	5.328E-16	4.907E-16	7.528E-16	6.251E-16	5.186E-16	6.216E-16	1.042E-15	1.364E-15	1.477E-15	8.215E-16	3.125E-15	2.371E-15	3.051E-15	1.473E-15
2ndHTO (HT) :	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(4)D(Sv)
 MAX VALUE: 2.008E-04 2.008E-04 1.673E-04 2.008E-04 2.008E-04 2.008E-04 2.008E-04 3.183E-04 3.971E-04 3.971E-04 5.011E-04 5.011E-04 5.011E-04 3.645E-04
 *1stHT0 : 2.008E-04 2.008E-04 1.673E-04 2.008E-04 2.008E-04 2.008E-04 2.008E-04 3.183E-04 3.971E-04 3.971E-04 5.011E-04 5.011E-04 5.011E-04 3.645E-04
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 2ndHT0 : 2.310E-05 5.298E-05 4.880E-05 4.880E-05 6.217E-05 5.157E-05 6.181E-05 1.036E-04 1.357E-04 1.468E-04 8.170E-05 3.108E-04 2.357E-04 3.034E-04 1.465E-04
 2ndHT0 (HT) : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (5)気象条件

MN/DT-HR 03/12-11 05/14-05 10/17-08 07/04-06 02/23-23 02/24-01 05/07-07 07/13-19 08/01-06 02/23-22 04/02-06 06/15-07 01/10-11 05/07-19 06/19-01 04/13-20
 L WS DIR 0.5 ENE 0.5 N 0.5 SW 0.5 NW 0.5 NW 0.5 NW 0.5 NW 0.5 NW 0.5 ESE 0.5 W 0.5 W 0.5 W 0.5 SSW 0.5 SE 0.5 ENE
 H WS DIR 0.5 SSW 0.5 SW 0.5 SW 0.6 W 0.5 WSW 0.5 W 0.5 W 0.5 W 0.5 W 0.5 ESE 0.8 E 0.5 ESE 0.5 SE 0.5 SSE 0.5 S
 RAIN STB 10.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 1.5 D 1.5 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 1.0 D 1.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 1.0 D
 TEMP PHI 12.9 0.1 18.2 0.1 17.7 0.1 20.2 0.1 9.6 0.1 9.6 0.1 13.7 0.1 21.1 0.1 22.5 0.1 9.9 0.1 9.7 0.1 17.8 0.1 5.8 0.1 16.3 0.1 20.0 0.1 14.7 0.1
 ## 97% VALUE

(1)TKAI/(s2/m3)
 97% VALUE: 2.945E-04 9.425E-03 3.079E-04 3.703E-04 1.057E-02 3.031E-02 9.744E-03 5.014E-04 3.293E-02 4.527E-02 2.968E-02 1.614E-02 4.634E-04 1.382E-02 2.073E-02 5.986E-03
 *1stHT0 : 2.945E-04 9.425E-03 3.079E-04 3.703E-04 1.057E-02 3.031E-02 9.744E-03 5.014E-04 3.293E-02 4.527E-02 2.968E-02 1.614E-02 4.634E-04 1.382E-02 2.073E-02 5.986E-03
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 2ndHT0 : 4.808E-05 1.073E-03 1.427E-04 4.187E-04 4.472E-03 1.212E-02 4.053E-03 2.850E-04 4.658E-03 7.240E-03 1.300E-02 3.443E-03 1.358E-02 3.828E-03 7.005E-03 8.777E-03
 2ndHT0 (HT) : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (2)TKAI/(s*Bq/m3)
 97% VALUE: 2.929E+07 9.372E+08 3.062E+07 3.682E+07 1.051E+09 3.014E+09 9.690E+08 4.986E+07 3.274E+09 5.022E+09 2.952E+09 1.605E+09 4.608E+07 1.374E+09 2.062E+09 5.952E+08
 *1stHT0 : 2.929E+07 9.372E+08 3.062E+07 3.682E+07 1.051E+09 3.014E+09 9.690E+08 4.986E+07 3.274E+09 5.022E+09 2.952E+09 1.605E+09 4.608E+07 1.374E+09 2.062E+09 5.952E+08
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 2ndHT0 : 4.782E+06 1.067E+08 1.419E+07 4.164E+07 4.447E+08 1.206E+09 4.030E+08 2.834E+07 4.632E+08 7.200E+08 1.293E+09 3.424E+08 1.350E+09 3.807E+08 6.966E+08 8.728E+08
 2ndHT0 (HT) : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (3)D/0.(s*Sv/Bq)

97% VALUE: 2.651E-18 8.482E-17 2.771E-18 3.332E-18 9.513E-17 2.728E-16 8.770E-17 4.512E-18 2.963E-16 4.074E-16 2.672E-16 1.453E-16 4.171E-18 1.244E-16 1.866E-16 5.387E-17
 *1stHT0 : 2.651E-18 8.482E-17 2.771E-18 3.332E-18 9.513E-17 2.728E-16 8.770E-17 4.512E-18 2.963E-16 4.074E-16 2.672E-16 1.453E-16 4.171E-18 1.244E-16 1.866E-16 5.387E-17
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 2ndHT0 : 4.327E-19 9.660E-18 1.284E-18 3.769E-18 4.025E-17 1.091E-16 3.648E-17 2.565E-18 4.192E-17 6.516E-17 1.170E-16 3.098E-17 1.222E-16 3.445E-17 6.304E-17 7.899E-17
 2ndHT0 (HT) : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (4)D(Sv)
 97% VALUE: 2.636E-07 8.435E-06 2.756E-07 3.314E-07 9.460E-06 2.713E-05 8.721E-06 4.487E-07 2.947E-05 4.052E-05 2.657E-05 1.448E-05 4.148E-07 1.237E-05 1.855E-05 5.357E-06
 *1stHT0 : 2.636E-07 8.435E-06 2.756E-07 3.314E-07 9.460E-06 2.713E-05 8.721E-06 4.487E-07 2.947E-05 4.052E-05 2.657E-05 1.448E-05 4.148E-07 1.237E-05 1.855E-05 5.357E-06
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 2ndHT0 : 4.303E-08 9.606E-07 1.277E-07 3.748E-07 4.002E-06 1.085E-05 3.627E-06 2.550E-07 4.169E-06 6.480E-06 1.164E-05 3.081E-06 1.215E-05 3.426E-06 6.269E-06 7.855E-06
 2ndHT0 (HT) : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (5)気象条件

MN/DT-HR 11/24-19 06/01-10 07/16-04 03/09-10 11/05-13 12/21-04 03/21-16 12/19-20 06/27-23 02/23-09 12/18-14 05/28-12 08/24-17 08/12-13 04/07-14 06/04-22
 L WS DIR 1.1 W 6.0 SW 0.5 W 1.1 NW 2.7 NW 1.3 NW 2.8 NW 0.5 NW 3.5 NE 1.9 ENE 3.1 E 0.9 SE 3.0 SSE 2.1 SSE 1.6 S
 H WS DIR 2.3 SSW 11.9 SW 2.2 WSW 1.8 WNW 5.9 WNW 3.7 NW 6.4 NW 2.4 N 5.4 NE 4.9 NE 2.2 ENE 4.1 E 1.7 SE 4.8 SE 3.2 SSE 2.6 S
 RAIN STB 0.0 F 0.0 D 0.0 A 0.0 B 0.0 F 0.0 D 0.0 B 0.0 F 0.0 D 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 F
 TEMP PHI 6.7 0.1 23.6 0.1 24.5 0.1 9.9 0.1 24.7 0.1 5.9 0.1 12.6 0.1 2.6 0.1 16.6 0.1 9.8 0.1 9.1 0.1 21.6 0.1 26.4 0.1 30.4 0.1 14.6 0.1 19.1 0.1

(A-2) 2nd HTO by HTO release

MAX VALUE

(1) T*KAI/0 (s2/m3)

MNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW N
 MAX VALUE: 9.690E-02 6.235E-02 6.042E-02 9.743E-02 9.772E-02 1.451E-01 8.005E-02 7.441E-02 1.202E-01 1.516E-01 1.641E-01 1.708E-01 3.473E-01 2.634E-01 3.530E-01 1.850E-01
 1stHTO : 2.243E-01 1.246E-01 2.243E-01 1.602E-01 1.402E-01 1.246E-01 1.402E-01 2.502E-01 2.963E-01 3.169E-01 4.436E-01 5.598E-01 5.598E-01 2.545E-01 4.073E-01
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 9.690E-02 6.235E-02 6.042E-02 9.743E-02 9.772E-02 1.451E-01 8.005E-02 7.441E-02 1.202E-01 1.516E-01 1.641E-01 1.708E-01 3.473E-01 2.634E-01 3.530E-01 1.850E-01
 2ndHTO (HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

(2) T*KAI (s*Bq/m3)

MNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW N
 MAX VALUE: 9.636E+09 6.201E+09 6.008E+09 9.689E+09 9.717E+09 1.443E+10 7.960E+09 7.399E+09 1.196E+10 1.508E+10 1.632E+10 1.699E+10 3.453E+10 2.619E+10 3.511E+10 1.839E+10
 1stHTO : 2.231E+10 1.239E+10 2.231E+10 1.593E+10 1.443E+10 1.239E+10 1.593E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10 2.231E+10
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 9.636E+09 6.201E+09 6.008E+09 9.689E+09 9.717E+09 1.443E+10 7.960E+09 7.399E+09 1.196E+10 1.508E+10 1.632E+10 1.699E+10 3.453E+10 2.619E+10 3.511E+10 1.839E+10
 2ndHTO (HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

(3) D/0 (s*Sv/Bq)

MNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW N
 MAX VALUE: 8.721E-16 5.612E-16 5.438E-16 8.769E-16 8.795E-16 1.306E-15 7.204E-16 6.697E-16 1.082E-15 1.364E-15 1.477E-15 1.537E-15 3.125E-15 2.371E-15 3.177E-15 1.665E-15
 1stHTO : 2.019E-15 1.122E-15 2.019E-15 1.442E-15 2.019E-15 1.122E-15 1.262E-15 2.252E-15 2.667E-15 2.852E-15 3.993E-15 4.292E-15 5.039E-15 5.039E-15 2.290E-15 3.666E-15
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 8.721E-16 5.612E-16 5.438E-16 8.769E-16 8.795E-16 1.306E-15 7.204E-16 6.697E-16 1.082E-15 1.364E-15 1.477E-15 1.537E-15 3.125E-15 2.371E-15 3.177E-15 1.665E-15
 2ndHTO (HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

(4) D (Sv)

MNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW N
 MAX VALUE: 8.672E-05 5.581E-05 5.407E-05 8.720E-05 8.746E-05 1.299E-04 7.164E-05 6.659E-05 1.076E-04 1.357E-04 1.468E-04 1.529E-04 3.108E-04 2.357E-04 3.160E-04 1.655E-04
 1stHTO : 2.008E-04 1.115E-04 2.008E-04 1.434E-04 2.008E-04 1.115E-04 1.255E-04 2.240E-04 2.652E-04 2.836E-04 3.971E-04 4.216E-04 5.011E-04 5.011E-04 2.278E-04 3.645E-04
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 8.672E-05 5.581E-05 5.407E-05 8.720E-05 8.746E-05 1.299E-04 7.164E-05 6.659E-05 1.076E-04 1.357E-04 1.468E-04 1.529E-04 3.108E-04 2.357E-04 3.160E-04 1.655E-04
 2ndHTO (HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00

(5) 気象条件

MN/DT-HR 06/09-02 06/20-18 10/17-08 09/15-19 10/05-03 07/19-22 09/15-17 09/16-21 04/02-05 02/23-22 04/02-06 01/12-15 01/10-11 05/07-19 10/14-19 12/18-18
 L WS DIR 0.5 NW 0.6 SSE 0.5 SW 0.5 NW 0.5 SSW 0.5 NW 0.5 NNE 0.5 W 0.5 N 0.5 NE 0.5 SE 0.6 E 0.5 W 0.5 SSW 0.5 ESE 0.5 SSW
 H WS DIR 0.5 SSW 0.9 SW 0.7 W 0.5 WSW 0.7 W 0.5 WNW 0.9 NW 0.8 NW 0.5 N 0.6 NNE 0.7 NE 1.0 E 0.5 ESE 0.5 SE 1.1 SSE 0.5 S
 RAIN STB 0.0 D 0.0 D 0.0 D 7.5 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 2.5 D 1.0 D 1.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D 0.0 D
 TEMP PHI 17.7 0.1 21.2 0.1 17.7 0.1 22.1 0.1 21.0 0.1 25.1 0.1 23.9 0.1 20.4 0.1 10.0 0.1 9.9 0.1 9.7 0.1 8.3 0.1 5.8 0.1 16.3 0.1 20.6 0.1 7.2 0.1

97% VALUE

(1)T*KAI/0(s2/m3)

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
97% VALUE:	2.555E-03	3.048E-03	2.526E-03	2.717E-03	4.359E-03	4.053E-03	2.701E-03	7.009E-03	1.080E-02	7.936E-03	6.697E-03	5.437E-03	6.101E-03	7.805E-03	5.302E-03	
1stHT0	: 1.717E-02	1.057E-02	0.000E+00	1.311E-02	2.519E-02	3.031E-02	9.744E-03	0.000E+00	3.355E-02	0.000E+00	1.232E-02	4.134E-04	0.000E+00	1.793E-02	2.462E-04	2.790E-02
1stHT	: 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
*2ndHT0	: 2.555E-03	3.048E-03	2.526E-03	2.717E-03	4.359E-03	4.053E-03	2.701E-03	7.009E-03	1.080E-02	7.936E-03	6.697E-03	5.437E-03	6.101E-03	7.805E-03	5.302E-03	
2ndHT0(HT):	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(2)T*KAI (s*Bq/m3)

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
97% VALUE:	2.541E+08	3.031E+08	2.512E+08	2.702E+08	4.335E+08	9.512E+08	4.030E+08	2.686E+08	6.970E+08	1.074E+09	7.892E+08	6.659E+08	5.407E+08	6.068E+08	7.762E+08	5.273E+08
1stHT0	: 1.708E+09	1.051E+09	0.000E+00	1.304E+09	2.501E+07	3.014E+09	9.690E+08	0.000E+00	3.336E+09	0.000E+00	1.225E+09	4.111E+07	0.000E+00	1.783E+09	2.448E+07	2.774E+09
1stHT	: 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
*2ndHT0	: 2.541E+08	3.031E+08	2.512E+08	2.702E+08	4.335E+08	9.512E+08	4.030E+08	2.686E+08	6.970E+08	1.074E+09	7.892E+08	6.659E+08	5.407E+08	6.068E+08	7.762E+08	5.273E+08
2ndHT0(HT):	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(3)D/0 (s*Sv/Bq)

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
97% VALUE:	2.299E-17	2.743E-17	2.274E-17	2.446E-17	3.923E-17	8.608E-17	3.648E-17	2.431E-17	6.308E-17	9.720E-17	7.143E-17	6.027E-17	4.893E-17	5.491E-17	7.025E-17	4.772E-17
1stHT0	: 1.545E-16	9.513E-17	0.000E+00	1.180E-16	2.263E-18	2.728E-16	8.770E-17	0.000E+00	3.019E-16	0.000E+00	1.109E-16	3.720E-18	0.000E+00	1.614E-16	2.216E-18	2.511E-16
1stHT	: 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
*2ndHT0	: 2.299E-17	2.743E-17	2.274E-17	2.446E-17	3.923E-17	8.608E-17	3.648E-17	2.431E-17	6.308E-17	9.720E-17	7.143E-17	6.027E-17	4.893E-17	5.491E-17	7.025E-17	4.772E-17
2ndHT0(HT):	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(4)D(Sv)

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
97% VALUE:	2.287E-06	2.728E-06	2.261E-06	2.432E-06	3.901E-06	8.561E-06	3.627E-06	2.418E-06	6.273E-06	9.666E-06	7.103E-06	5.993E-06	4.866E-06	5.461E-06	6.986E-06	4.746E-06
1stHT0	: 1.537E-05	9.460E-06	0.000E+00	1.173E-05	2.251E-07	2.713E-05	8.721E-06	0.000E+00	3.003E-05	0.000E+00	1.103E-05	3.700E-07	0.000E+00	1.605E-05	2.203E-07	2.497E-05
1stHT	: 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
*2ndHT0	: 2.287E-06	2.728E-06	2.261E-06	2.432E-06	3.901E-06	8.561E-06	3.627E-06	2.418E-06	6.273E-06	9.666E-06	7.103E-06	5.993E-06	4.866E-06	5.461E-06	6.986E-06	4.746E-06
2ndHT0(HT):	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00

(5)気象条件

日/時	HR	09/03-14	11/16-12	07/23-18	12/27-14	12/03-15	12/10-09	03/21-16	02/12-17	01/23-12	10/19-18	08/02-15	08/13-17	02/12-17	04/20-12	01/28-16	06/09-23
L WS DIR	3.5 SSW	2.9 SW	0.8 ESE	3.5 W	1.1 NNW	1.4 NW	2.8 NNW	1.6 S	3.3 NNE	0.5 E	3.5 ENE	1.4 ESE	1.6 S	2.6 SE	1.6 SSW	3.7 SSW	
H WS DIR	7.1 SSW	5.9 SW	1.6 ESE	9.3 W	2.9 W	3.7 NW	6.4 NNW	2.7 SSE	5.3 ENE	1.5 ESE	5.3 ENE	1.9 ESE	2.7 SSE	3.7 SE	3.2 S	7.3 S	
RAIN STB	0.0 C	0.0 B	0.0 D	0.0 C	0.0 B	0.0 D	0.0 B	0.0 D	0.0 D	0.0 F	0.0 B	0.0 B	0.0 B	0.0 D	0.0 B	1.0 D	
TEMP PHI	29.2	0.1	15.2	0.1	26.2	0.1	6.1	0.1	13.8	0.1	8.1	0.1	12.6	0.1	11.7	0.1	21.5

(A-3) Whole HTO by HTO release

MAX VALUE

(1)T*KAI/0(s2/m3)

	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
MAX VALUE:	3.212E-01	2.835E-01	2.847E-01	2.577E-01	3.220E-01	3.232E-01	2.819E-01	3.246E-01	4.714E-01	4.685E-01	6.077E-01	4.576E-01	9.071E-01	8.232E-01	8.988E-01	5.923E-01
*1stHT0	: 2.243E-01	2.243E-01	2.243E-01	1.602E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.243E-01	2.502E-01	3.556E-01	3.169E-01	4.436E-01	2.999E-01	5.598E-01	5.598E-01	5.598E-01	4.073E-01
1stHT	: 0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00	0.000E+00
*2ndHT0	: 9.690E-02	5.920E-02	6.042E-02	9.743E-02	9.772E-02	9.885E-02	5.762E-02	7.441E-02	1.158E-01	1.516E-01	1.641E-01	1.577E-01	3.473E-01	2.634E-01	3.390E-01	1.850E-01

(3)D/0(s*Sv/Bq)

97% VALUE: 3.680E-17 1.092E-16 2.812E-17 3.024E-17 1.367E-16 3.574E-16 1.242E-16 2.925E-17 3.536E-16 5.034E-16 3.309E-16 2.072E-16 9.743E-17 1.863E-16 2.501E-16 1.175E-16
 *1stHTO : 7.813E-20 9.434E-17 0.000E+00 0.000E+00 9.975E-17 2.728E-16 8.770E-17 0.000E+00 2.807E-16 4.340E-16 2.861E-16 1.579E-16 0.000E+00 1.658E-16 1.706E-16 9.238E-24
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 3.672E-17 1.491E-17 2.812E-17 3.024E-17 1.367E-16 3.574E-16 1.242E-16 2.925E-17 3.536E-16 5.034E-16 3.309E-16 2.072E-16 9.743E-17 1.863E-16 2.501E-16
 2ndHTO(HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (4)D(Sv)

97% VALUE: 3.660E-06 1.086E-05 2.798E-06 3.008E-06 1.359E-05 3.554E-05 1.235E-05 2.908E-06 3.516E-05 5.007E-05 3.291E-05 2.060E-05 9.689E-06 1.852E-05 2.487E-05 1.169E-05
 *1stHTO : 7.770E-09 9.381E-06 0.000E+00 0.000E+00 9.920E-06 2.713E-05 8.721E-06 0.000E+00 2.792E-05 4.316E-05 2.845E-05 1.570E-05 0.000E+00 1.649E-05 1.696E-05 9.186E-13
 1stHT : 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 *2ndHTO : 3.652E-06 1.483E-06 2.798E-06 3.008E-06 1.359E-05 3.554E-05 1.235E-05 2.908E-06 3.516E-05 5.007E-05 3.291E-05 2.060E-05 9.689E-06 1.852E-05 2.487E-05 1.169E-05
 2ndHTO(HT): 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00 0.000E+00
 (5)気象条件

MN/DT-HR 07/22-17 02/11-12 01/28-11 05/16-19 04/06-15 02/14-05 03/21-16 12/25-16 12/18-07 07/10-06 07/08-11 12/13-18 02/21-22 02/22-13 11/01-14 03/14-20
 L WS DIR 2.0 S 5.6 SW 0.6 SSW 0.5 SW 5.0 WNW 1.2 NW 2.8 NNW 0.6 NW 3.0 NNE 2.8 NE 3.2 ENE 3.2 ENE 1.4 ESE 0.5 NW 2.5 SSE 2.1 SSE 0.6 SSE
 H WS DIR 4.2 S 10.7 SW 1.0 SSW 1.4 SSW 11.0 WNW 3.7 NW 6.4 NNW 1.4 NW 5.7 NNE 4.6 NE 4.7 ENE 3.9 E 2.2 WNW 3.6 SE 3.5 SSE 2.0 SSE
 RAIN STB 0.0 C 0.0 D 0.0 B 0.0 F 0.0 C 0.0 D 0.0 B 1.0 D 0.0 C 0.0 F 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 B 0.0 D
 TEMP PHI 27.4 0.1 15.6 0.1 2.9 0.1 14.2 0.1 15.0 0.1 2.2 0.1 12.6 0.1 8.7 0.1 3.6 0.1 17.2 0.1 20.4 0.1 7.7 0.1 7.5 0.1 13.2 0.1 19.3 0.1 10.5 0.1

 * RESULTS - 2 MAXIMUM DOSE AT RELEASE SITE *

USED METEOROLOGICAL DATA : 1990(YEAR)
 EFFECTIVE RELEASE TIME : 1(H)
 EFFECTIVE RELEASE HEIGHT : (M)

	N	NE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
NNE	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	54.00	47.00	42.00	42.00	37.00	36.00	36.00	36.00	44.00

MAX VALUE

(A-1) 1st HTO by HTO release

	MAX VALUE	*1stHTO	1stHT	2ndHTO	2ndHTO(HT)
T*KAI/0(s/m3)	5.598E-01	5.598E-01	0.000E+00	3.473E-01	0.000E+00
T*KAI(s*Bq/m3)	5.567E+10	5.567E+10	0.000E+00	3.453E+10	0.000E+00
D/0(s*Sv/Bq)	5.039E-15	5.039E-15	0.000E+00	3.125E-15	0.000E+00
D(Sv)	5.011E-04	5.011E-04	0.000E+00	3.108E-04	0.000E+00

<気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 01/10-11 0.5 W 0.5 ESE 0.0 D 5.8 0.1 1.0 NNW

(A-2) 2nd HTO by HTO release

MAX VALUE	1stHTO	1stHT	*2ndHTO	2ndHTO (HT)
T*KAI/O (s2/m3)	3.530E-01	2.545E-01	0.000E+00	3.530E-01
T*KAI (s*Bq/m3)	3.511E+10	2.531E+10	0.000E+00	3.511E+10
D/O (s*Sv/Bq)	3.177E-15	2.290E-15	0.000E+00	3.177E-15
D (Sv)	3.160E-04	2.278E-04	0.000E+00	3.160E-04

<気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 10/14-19 0.5 ESE 1.1 SSE 0.0 D 20.6 0.1 1.0 NNW

(A-3) Whole HTO by HTO release

MAX VALUE	*1stHTO	1stHT	*2ndHTO	2ndHTO (HT)
T*KAI/O (s2/m3)	9.071E-01	5.598E-01	0.000E+00	3.473E-01
T*KAI (s*Bq/m3)	9.021E+10	5.567E+10	0.000E+00	3.453E+10
D/O (s*Sv/Bq)	8.164E-15	5.039E-15	0.000E+00	3.125E-15
D (Sv)	8.119E-04	5.011E-04	0.000E+00	3.108E-04

<気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 01/10-11 0.5 W 0.5 ESE 0.0 D 5.8 0.1 1.0 NNW

97% VALUE

(A-1) 1st HTO by HTO release

97% VALUE	*1stHTO	1stHT	2ndHTO	2ndHTO (HT)
T*KAI/O (s2/m3)	4.527E-02	4.527E-02	0.000E+00	7.240E-03
T*KAI (s*Bq/m3)	4.502E+09	4.502E+09	0.000E+00	7.200E+08
D/O (s*Sv/Bq)	4.074E-16	4.074E-16	0.000E+00	6.516E-17
D (Sv)	4.052E-05	4.052E-05	0.000E+00	6.480E-06

<気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 02/23-09 3.2 NE 4.9 NE 0.0 D 9.8 0.1 1.0 SW

(A-2) 2nd HTO by HTO release

97% VALUE	1stHTO	1stHT	*2ndHTO	2ndHTO (HT)
T*KAI/O (s2/m3)	1.080E-02	0.000E+00	0.000E+00	1.080E-02
T*KAI (s*Bq/m3)	1.074E+09	0.000E+00	0.000E+00	1.074E+09

D/0(s*Sv/Bq) 9.720E-17 0.000E+00 0.000E+00 9.720E-17 0.000E+00
 D(Sv) 9.666E-06 0.000E+00 0.000E+00 9.666E-06 0.000E+00
 <気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 10/19-18 0.5 E 1.5 ESE 0.0 F 17.5 0.1 1.0 SW

(A-3) Whole HTO by HTO release

97% VALUE *1stHTO 1stHT *2ndHTO 2ndHTO (HT)
 T*KAI/0(s2/m3) 5.594E-02 4.822E-02 0.000E+00 7.717E-03 0.000E+00
 T*KAI(s*Bq/m3) 5.563E+09 4.795E+09 0.000E+00 7.674E+08 0.000E+00
 D/0(s*Sv/Bq) 5.034E-16 4.340E-16 0.000E+00 6.945E-17 0.000E+00
 D(Sv) 5.007E-05 4.316E-05 0.000E+00 6.907E-06 0.000E+00

<気象条件、距離と方位>

MN/DT-HR L WS DIR H WS DIR H WS DIR RAIN STB TEMP PHI DIS DIR
 (m/s) (m/s) (m/s) (mm/h) (°C) (km)
 07/10-06 2.8 NE 4.6 NE 1.0 D 17.2 0.1 1.0 SW

Stdv calculation begin at 11:44:39 end at 11:45:00
 Program begin at 11:38:25 end at 11:45:02

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質質量	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束度	ルーメン	lm	cd·sr
照射度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量等量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV=1.60218×10⁻¹⁹J

1 u=1.66054×10⁻²⁷kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バーン	b
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å=0.1nm=10⁻¹⁰m

1 b=100fm²=10⁻²⁸m²

1 bar=0.1MPa=10⁵Pa

1 Gal=1cm/s²=10⁻²m/s²

1 Ci=3.7×10¹⁰Bq

1 R=2.58×10⁻⁴C/kg

1 rad=1cGy=10⁻²Gy

1 rem=1cSv=10⁻²Sv

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクタ	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局1985年刊行による。ただし, 1eVおよび1uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクタールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表す場合に限り表2のカテゴリ-に分類されている。
- E.C.閣僚理事会指令ではbar, barnおよび「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリ-に入れている。

換算表

力	N (=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘 度 1 Pa·s(N·s/m²)=10 P (ポアズ)(g/(cm·s))

動粘度 1 m²/s=10⁴St(ストークス)(cm²/s)

圧力	MPa (=10bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg(Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062×10 ¹	145.038
	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322×10 ⁻⁴	1.35951×10 ⁻³	1.31579×10 ⁻³	1	1.93368×10 ⁻²
	6.89476×10 ⁻³	7.03070×10 ⁻²	6.80460×10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal(計量法)	Btu	ft·lbf	eV
	1	0.101972	2.77778×10 ⁻⁷	0.238889	9.47813×10 ⁻⁴	0.737562	6.24150×10 ¹⁸
	9.80665	1	2.72407×10 ⁻⁶	2.34270	9.29487×10 ⁻³	7.23301	6.12082×10 ¹⁹
	3.6×10 ⁶	3.67098×10 ³	1	8.59999×10 ⁵	3412.13	2.65522×10 ⁶	2.24694×10 ²⁵
	4.18605	0.426858	1.16279×10 ⁻⁶	1	3.96759×10 ⁻³	3.08747	2.61272×10 ¹⁹
	1055.06	107.586	2.93072×10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515×10 ²¹
	1.35582	0.138255	3.76616×10 ⁻⁷	0.323890	1.28506×10 ⁻³	1	8.46233×10 ¹⁸
	1.60218×10 ⁻¹⁹	1.63377×10 ⁻²⁰	4.45050×10 ⁻²⁶	3.82743×10 ⁻²⁰	1.51857×10 ⁻²²	1.18171×10 ⁻¹⁹	1

1 cal= 4.18605J (計量法)
 = 4.184J (熱化学)
 = 4.1855J (15℃)
 = 4.1868J (国際蒸気表)
 仕事率 1 PS(仏馬力)
 = 75 kgf·m/s
 = 735.499W

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270×10 ⁻¹¹
	3.7×10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58×10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

事故放出トリチウムに対する公衆被ばく線量評価コード ACUTRI