

東海第二発電所	工事計画審査資料
資料番号	補足-40-3 改2
提出年月日	平成30年5月1日

工事計画に係る補足説明資料
安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下に
おける健全性に関する説明書のうち
補足-40-3【環境条件における機器の健全性評価の
手法について】
(抜粋)

平成30年5月
日本原子力発電株式会社

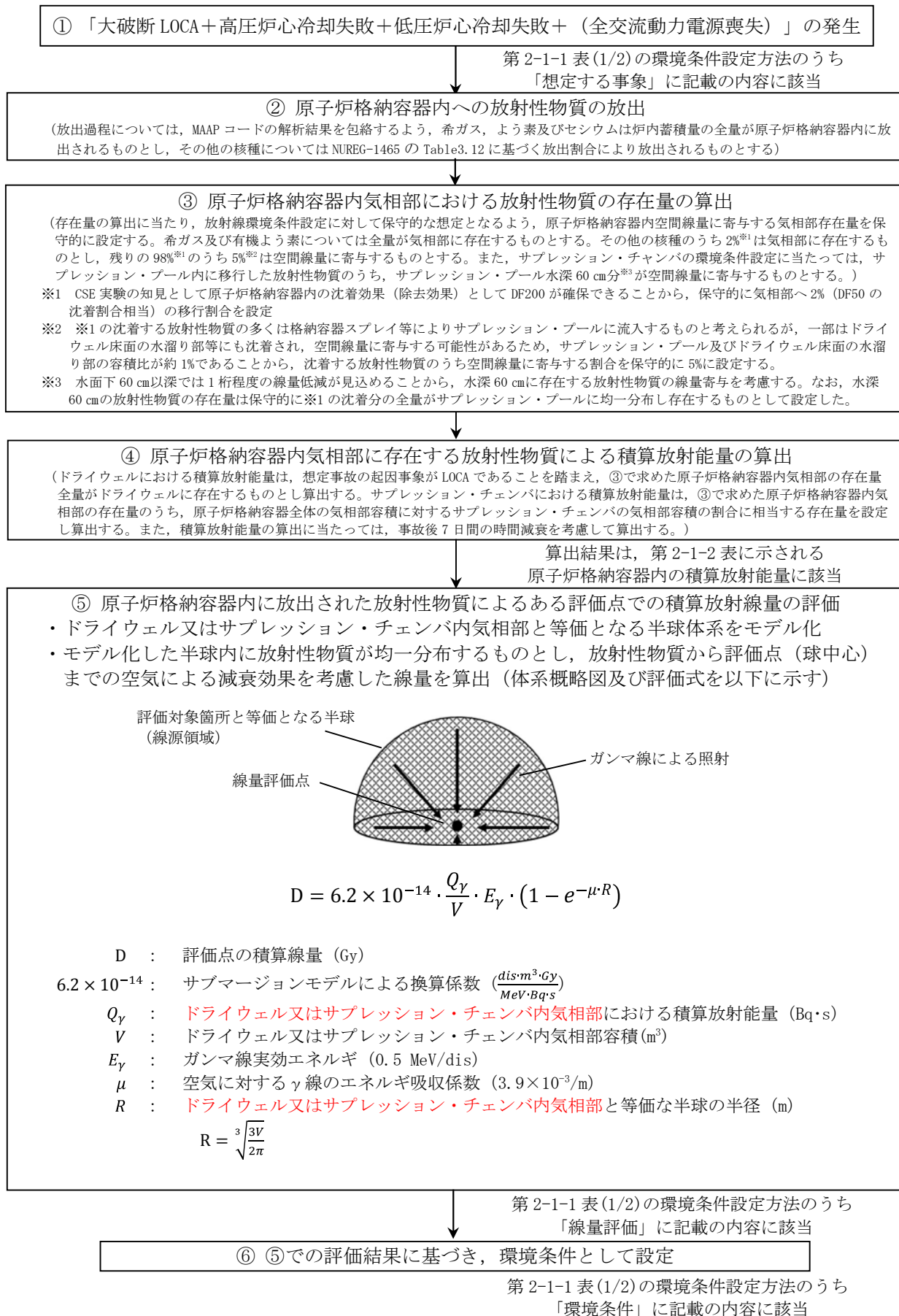


図1 重大事故時における原子炉格納容器内の安全施設に対する環境条件設定のフロー図

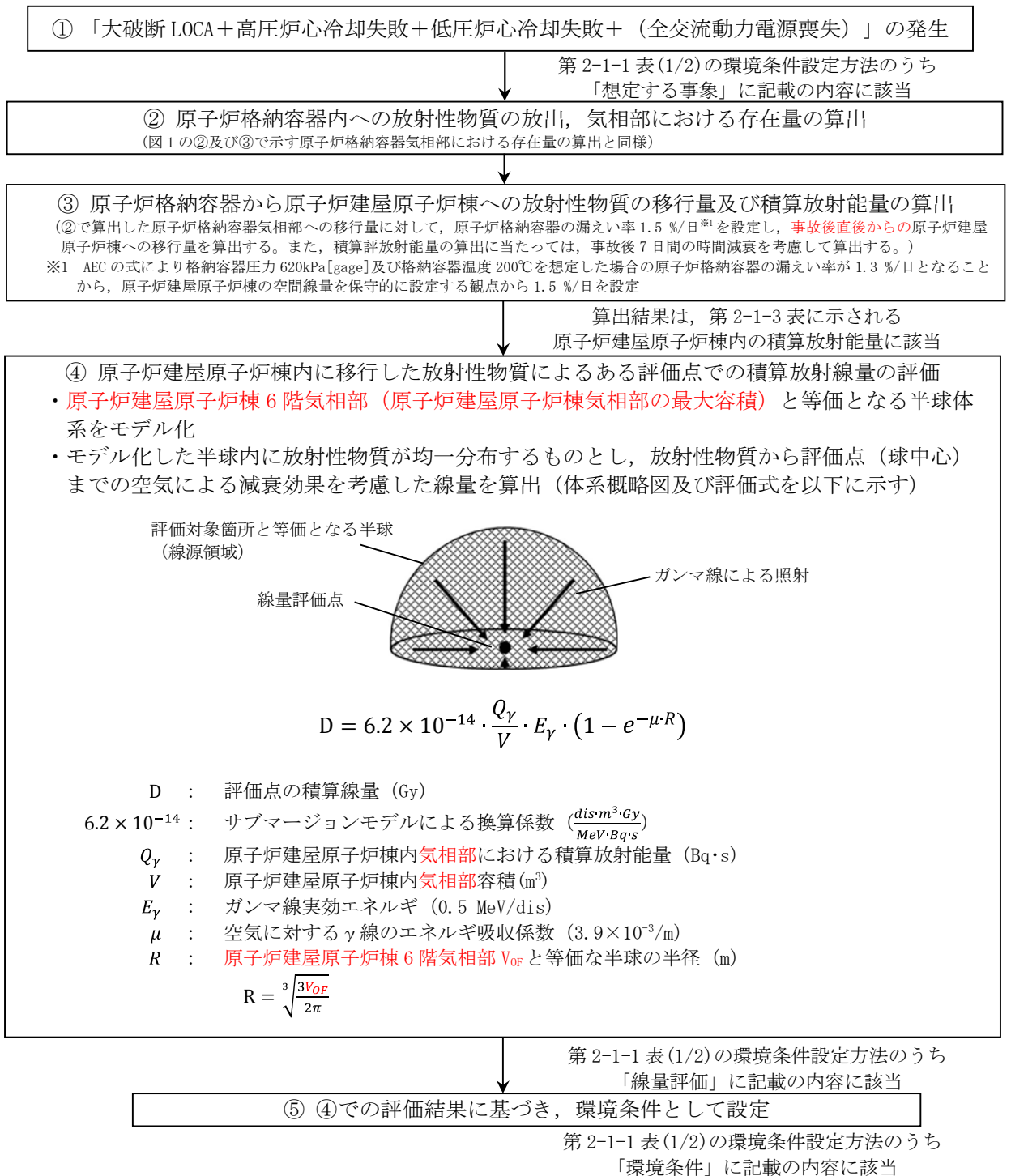


図2 重大事故等時における原子炉建屋原子炉棟内の安全施設に対する環境条件設定のフロー図

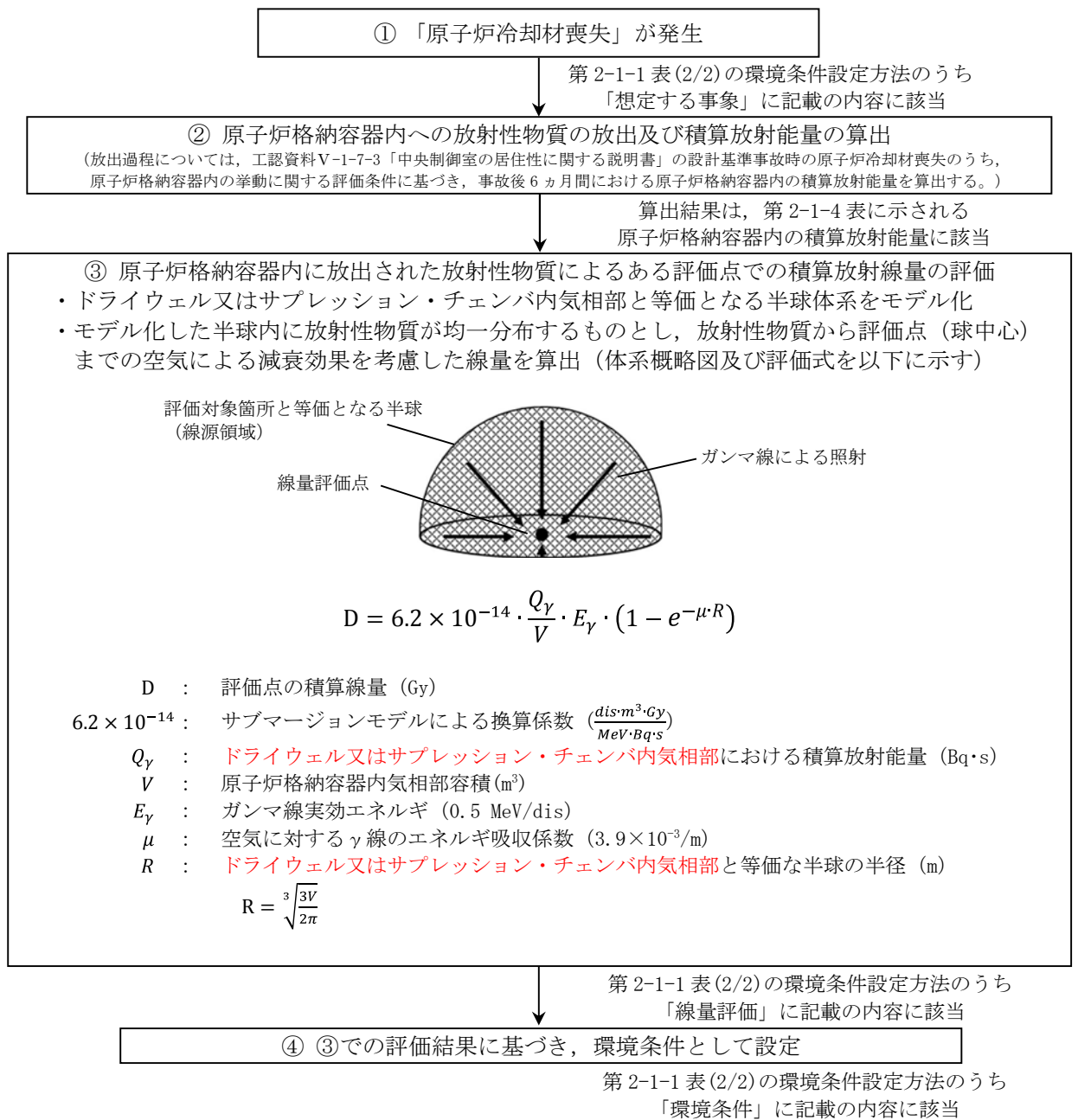


図3 設計基準事故時における原子炉格納容器内の安全施設に対する環境条件設定のフロー図

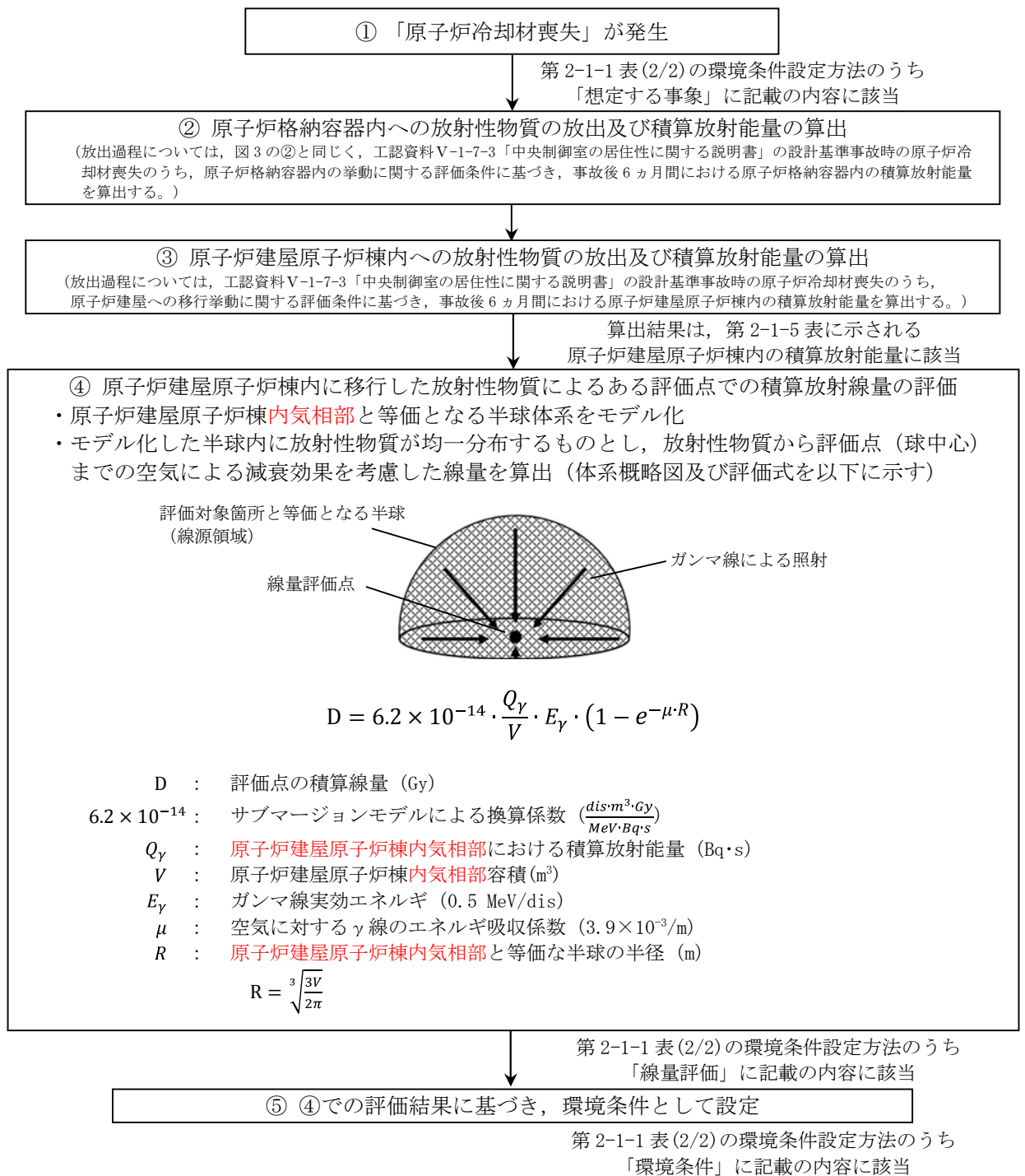


図4 設計基準事故時における原子炉建屋原子炉棟内の安全施設に対する環境条件設定のフロー図

(別添資料) 重大事故時における原子炉格納容器内及び原子炉建屋原子炉棟内放射線環境条件設定について

表 1 重大事故時における原子炉格納容器内の放射線環境条件設定 (1/2)

東海第二発電所 放射線の設定方法	伊方 3 号 放射線の設定方法	伊方 3 号との放射線設定の考え方の相違	東海第二発電所における評価上の主な保守性 (赤字: MAAP 評価に対する保守性, 青字: 評価条件の保守性)
① 「大破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗+(全交流動力電源喪失)」の発生	① 想定する事象(大破断 LOCA 時に低圧注入機能、高圧注入機能及び格納容器スプレイ注入機能が喪失する事故)が発生	<相違なし> 代表シーケンスの中で最も線量が高くなる事故シーケンスを想定している。	— (下記に示す評価上の保守性のとおり東海第二では想定シナリオを包絡する放射線環境を想定)
② 原子炉格納容器内への放射性物質の放出 (放出過程については、MAAP コードの解析結果を包絡するよう、希ガス、よう素及びセシウムは炉内蓄積量の全量が原子炉格納容器内に放出されるものとし、その他の核種については NUREG-1465 の Table3.12 に基づく放出割合により放出されるものとする)	② 原子炉格納容器内に放射性物質が放出 (放出過程については、MAAP コードの解析結果に基づく)	<相違あり> ・伊方 3 号は MAAP コードの解析結果を使用 ・東海第二は MAAP 結果を 100%放出又は文献(NUREG-1465)に基づいた放出量を設定	<ul style="list-style-type: none"> 一般的なソースタームの知見が記載されている NUREG-1465 の原子炉格納容器への放出割合は、Late-In Vessel まで(原子炉圧力容器破損後以降)も含めた放出割合を適用し設定 さらに、空間線量への寄与が大きい希ガス、よう素及びセシウムについては、NUREG-1465 の知見及び MAAP コードの評価値を上回る放出割合(全量放出)を設定 なお、本放出割合の設定は想定事故シナリオに基づいた評価に対して非常に大きな保守性を有する(東海第二固有の評価条件)
③ 原子炉格納容器内気相部における放射性物質の存在量の算出 (存在量の算出に当たり、放射線環境条件設定に対して保守的な想定となるよう、原子炉格納容器内空間線量に寄与する気相部存在量を保守的に設定する。希ガス及び有機よう素については全量が気相部に存在するものとする。その他の核種のうち 2% ^{*1} は気相部に存在するものとし、残りの 98% ^{*1} のうち 5% ^{*2} は空間線量に寄与するものとする。また、サブプレッション・チャンバの環境条件設定に当たっては、サブプレッション・プール内に移行した放射性物質のうち、サブプレッション・プール水深 60 cm ^{*3} が空間線量に寄与するものとする。)		<相違あり> ・伊方 3 号は MAAP コードの解析結果を使用 ・東海第二は文献等に基づいて設定	<ul style="list-style-type: none"> 無機よう素及び有機よう素は MAAP コード上の取扱いがないが、スプレイ等で除去されにくい性質を踏まえ、サブプレッション・プールの pH 調整効果(有機よう素の低減効果)を考慮しない R.G.1.195 に示す化学組成比にも基づき、空間線量に寄与するものとして評価 無機よう素及び粒子状物質はスプレイや沈着等により原子炉格納容器内気相部から除去されサブプレッション・プールへ移行することが考えられ、CSE 実験のスプレイ効果がない場合の知見では数百分の 1 以上の沈着効果が得られるが、評価上、98%の沈着率(50 分の 1 の沈着効果)を設定 沈着及び格納容器スプレイによって原子炉格納容器内気相部から除去される放射性物質のほとんどはドライウェル床面又はサブプレッション・プールに移行すると考えられるが、サブプレッション・プールに内包する放射性物質からの線量寄与は、全量移行するものとして評価。 空間線量への寄与が考えられるドライウェル床面に移行する放射性物質の存在量は 5%と高めに設定

表2 重大事故時における原子炉格納容器内の放射線環境条件設定 (2/2)

東海第二発電所 放射線の設定方法	伊方3号 放射線の設定方法	伊方3号との放射線設定の考え方の相違	東海第二発電所における評価上の主な保守性 (赤字: MAAP 評価に対する保守性, 青字: 評価条件の保守性)
<p>④ 原子炉格納容器内気相部に存在する放射性物質による積算放射エネルギーの算出 (ドライウエルにおける積算放射エネルギーは、想定事故の起因事象が LOCA であることを踏まえ、③で求めた原子炉格納容器内気相部の存在量全量がドライウエルに存在するものとし算出する。サブプレッション・チェンバにおける積算放射エネルギーは、③で求めた原子炉格納容器内気相部の存在量のうち、原子炉格納容器全体の気相部容積に対するサブプレッション・チェンバの気相部容積の割合に相当する存在量を設定し算出する。また、積算放射エネルギーの算出に当たっては、事故後 7 日間の時間減衰を考慮して算出する。)</p>	<p>③ 各核種に応じたエネルギーを有するため、エネルギー範囲毎に代表エネルギーとしてグルーピングし、代表エネルギー毎に 7 日間での積算線源強度を算出 (積算線源強度計算については、工認添付資料 34「生体遮蔽装置の放射線の遮蔽及び熱除去についての計算書」と同様に、原子炉格納容器内の放射性物質によるガンマ線エネルギーをエネルギー範囲によって区分する。)</p>	<p><相違あり> ・伊方3号は MAAP コードに基づき原子炉格納容器自由体積に移行した放射性物質による線量を評価 ・東海第二は原子炉格納容器内気相部に存在する放射性物質が、ドライウエルの空間線量を評価する場合にはドライウエルに全量移行するものとして評価し、サブプレッション・チェンバの空間線量を評価する場合には格納容器自由体積全体に対するサブプレッション・チェンバ空間部容積分が移行するものとして評価 ・なお、伊方3号は7日間の積算強度を、東海第二は7日間の積算放射エネルギーを算出しているが、これは、サブマージョンモデルの評価式の違いによるものであり、モデルの考え方に相違はない</p>	<p>・MAAP コードによる評価は、事象進展に応じて放射性物質の挙動を評価しており、ドライウエル、サブプレッション・チェンバ、サブプレッション・プール等への移行を計算することになるが、ドライウエル内気相部の線量評価においては原子炉格納容器内気相部に存在する放射性物質の全量が存在するものとして評価 ・サブマージョンモデルにおける評価は、評価対象箇所(ドライウエル又はサブプレッション・チェンバ)と等価な体系をモデル化し評価しているが、原子炉等構造物による遮へい効果は考慮していない</p>
<p>⑤ 原子炉格納容器内に放出された放射性物質によるある評価点での積算放射線量の評価</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ドライウエル又はサブプレッション・チェンバ内気相部と等価となる半球体系をモデル化 ・モデル化した半球内に放射性物質が均一分布するものとし、放射性物質から評価点(球中心)までの空気による減衰効果を考慮した線量を算出(体系概略図及び評価式を以下に示す) <div data-bbox="421 1096 688 1264" style="text-align: center;"> </div> $D = 6.2 \times 10^{-14} \cdot \frac{Q_{\gamma}}{V} \cdot E_{\gamma} \cdot (1 - e^{-\mu R})$	<p>④ 原子炉格納容器内に放出された放射性物質によるある評価点での線量を評価するため、簡易的に原子炉格納容器自由体積と等価となる半球体系にモデル化する。その半球内に③で算出した線源強度で放射性物質が均一に分布しているものとし、放射性物質から評価点(球中心)までの空気による減衰効果に加え、水による減衰効果も考慮し、評価点(球中心)での線量を算出 (体系概略図及び評価式は設計基準事故時と同様)</p> <p>【以下、設計基準事故時に記載の評価モデルを記載】</p> <div data-bbox="1003 1234 1578 1381" style="text-align: center;"> </div> $D = \frac{K}{2\mu} \left[\frac{A}{1+\alpha_1} \{1 - \exp(-(1+\alpha_1) \cdot \mu \cdot R_0)\} + \frac{1-A}{1+\alpha_2} \{1 - \exp(-(1+\alpha_2) \cdot \mu \cdot R_0)\} \right] \cdot S_{\gamma}$		

表 3 重大事故時における原子炉建屋原子炉棟内の放射線環境条件設定

東海第二発電所 放射線の設定方法	伊方3号 原子炉格納容器外の放射線設定	東海第二発電所における評価上の主な保守性 (赤字：MAAP 評価に対する保守性，青字：評価条件の保守性)
① 「大破断 LOCA+高圧炉心冷却失敗+低圧炉心冷却失敗+（全交流動力電源喪失）」の発生		
② 原子炉格納容器内への放射性物質の放出，気相部における存在量の算出		(原子炉格納容器内の放射線環境条件の設定と同様の相違及び保守性)
③ 原子炉格納容器から原子炉建屋原子炉棟への放射性物質の移行量及び積算放射エネルギーの算出 (②で算出した原子炉格納容器気相部への移行量に対して，原子炉格納容器の漏えい率 1.5 %/日 ^{※1} を設定し，事故後直後からの原子炉建屋原子炉棟への移行量を算出する。また，積算放射エネルギーの算出に当たっては，事故後 7 日間の時間減衰を考慮して算出する。)	— [※]	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器圧力 620kPa[gage]及び格納容器温度 200℃を想定した場合の原子炉格納容器の漏えい率 1.3 %/日を包絡する値として 1.5 %/日一定を設定 (想定事故シーケンスにおける MAAP コードによる評価では，原子炉格納容器バウンダリに対して 620kPa[gage]及び 200℃を下回る) ・なお，本原子炉格納容器漏えい率の設定は想定事故シナリオに基づいた評価に対して非常に大きな保守性を有する (東海第二固有の評価条件)
④ 原子炉建屋原子炉棟内に移行した放射性物質によるある評価点での積算放射線量の評価		(原子炉格納容器内の放射線環境条件の設定と同様の相違及び保守性)

※ 東海第二では，原子炉格納容器からの漏えいする放射性物質の存在量に基づき評価しているが，伊方3号では原子炉格納容器から漏えいした放射性物質はアニュラス部に保持又はアニュラス部から大気への放出を想定しており，評価対象の安全施設に対する環境条件設定においては，放射性物質を内包する配管等を線源に評価している。東海第二における配管等線源に対する考慮は個別の設備に応じてその影響を評価する。