

頂きましたご意見についての回答を以下に示します。

ご意見		回答
ご意見箇所	内容	
P325 解説 5.9 早期大規模放出頻度（LERF）／大規模 放出頻度（LRF）の定義について	標準原案「確率論的リスク評価に関する実施基準（レベル 2PRA 編）：20XX」 では、大規模放出の定義として、「おおむね CsI の環境への放出量が炉内イ ンベントリの 10%を超える場合と解釈される」と記載されているが、 NUREG/CR-6595 には 2.5%~3%を超える場合も大規模放出と定義することが 可能であると記載されています。また、後者の値は、審査ガイドに記載され ている福島第一原子力発電所事故の実績（I 類 2.78%、Cs 類 2.13%）とも整 合していることから、大規模放出の定義としては CsI の炉内インベントリ の「10%」ではなく、「2.5%~3%」を超える場合と見直した方がよいと考えま す。	<p>いただきましたご意見に対して、次のとおり、修正します。</p> <p>【修正】 ご指摘の NUREG/CR-6595 について、以下を追記します。</p> <ul style="list-style-type: none"> NUREG/CR-6595⁽⁴⁾では、次のように扱われている。 <ul style="list-style-type: none"> ▶ サイト周辺公衆の早期死亡を引き起こす頻度の簡易的な代用指標として LERF が提案されてお り、代表プラントのソースターム評価やレベル3 評価の感度解析を元に LERF の定義が検討され ている。 ▶ LERF の可能な定義を検討するため、個別プラント PRA 評価（IPE）の結果を分析する際に、次 の 3 種類の LERF の仮定が使用されている。 <ol style="list-style-type: none"> 格納容器機能喪失モードのうち、早期格納容器破損及び格納容器バイパスで発生する全ての 放出カテゴリの頻度の合計。 揮発性/準揮発性 FP（ヨウ素、セシウム、テルル）の放出割合が、約 2.5%~3% 以上（サイ ト周辺公衆の平均早期死亡人数が 1 人以上となる放出割合に相当）となる早期格納容器破損 及び格納容器バイパスの放出カテゴリの頻度の合計。 ヨウ素の放出割合が約 10%より大きい早期格納容器破損と格納容器バイパスの格納容器機 能喪失モードの頻度の合計。 <p>米国における LERF の定義のまとめに、包絡的な値である「約 2.5%~3%以上」を記載するとともに、 参考文献に NUREG/CR-6595 を追加する。</p> <p>【修正理由】</p> <ul style="list-style-type: none"> NUREG/CR-6595 を確認し、「大規模放出」に関して 3 つの仮定が可能としており、その 1 つ仮定 として「ヨウ素、セシウム、テルルの放出割合が約 2.5%~3%以上」が使われていることを確認し ました。 また他の仮定では、「約 10%以上のヨウ素の放出割合」が使われていることも確認しました。現 状の「約 10%以上」という記載は、後者の仮定を参考にしたものです。 「大規模放出」の定義は、周辺公衆の健康影響評価にも依存するため、数値的に規定されたもの ではないですが、ご指摘のように NUREG/CR-6595 では、「約 2.5%~3%以上」の放出割合も大規模 と扱われていることから、「約 10%以上」のみを記載するのは適切ではないと考えました。 従って、「約 2.5%~3%以上」の仮定もなされていることを記載した上で、米国における LERF の定 義のまとめには、包絡的な値である「約 2.5%~3%以上」を記載するとともに、参考文献に NUREG/CR- 6595 を追加することとしました。

修正前（公衆審査時（pub118））	修正後	修正の補足説明
<p>5.9 早期大規模放出頻度（LERF）／大規模放出頻度（LRF）の定義について</p> <p>LERF は、炉心損傷頻度（CDF）とともに米国において安全目標の補助指標として用いられている。米国の定義が世界的に認知されていると考えられるため、この標準においても、米国の定義と整合した定義を採用することとした。また、LRF の「大規模放出」の定義に関して、半減期が短い希ガス、ヨウ素などの放出に着目した確定的影響の観点と、半減期が長いセシウム 137 の放出に着目した、住民の長期避難につながる環境汚染の観点があり、両方の観点を考慮した。</p> <p>(1) 米国における LERF の定義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NRC の RG 1.200 ⁽¹⁾には、次のように LERF の定義が記載されている。また、ASME/ANS RA-Sb-2013（L1/LERF 標準）⁽²⁾でも同等の定義が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ LERF は、「気中の核分裂生成物が、格納容器から環境へ、早く緩和されずに放出される事故の頻度の合計として定義され。このような事故は、早期の健康影響の可能性があり、オフサイトの緊急時対応と防護措置が効果的に実施される前に発生するものである。（一般的にこのような事故は、原子炉容器破断直後の早期の格納容器破損、格納容器バイパス事象、格納容器隔離失敗に伴う放射性物質除去効果のない放出を含んでいる。） ・ EPRI Seismic-PRA Implementation Guide(2013)⁽³⁾では、次のように解釈されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ NRC の LERF の定義における「早期」は、一般的な緊急事態が宣言されてから、近隣住民の効果的な避難を完了するまでの期間を指している。特定の数値的な時間については言及していない。また、事故発生直後又は炉心損傷、原子炉容器、格納容器の破損直後を必ずしも意味するわけではない。 ➢ NRC の「大規模」の定義に合致した放出規模は、早期健康影響の脅威をもたらすのに十分な規模でなければならない。PRA で一般的に用いられている大規模放出の指標は、ヨウ化セシウム（CsI）の放出量である。環境に放出された CsI 量が、炉心インベントリの 10%を超える場合は、「大規模」と扱われる。これは NUREG/CR-6595 の解釈と一致している。 ・ 米国における LERF の定義のまとめ <ul style="list-style-type: none"> ➢ LERF の定義の「早期」は、オフサイトでの緊急時対応と住民避難が効果的に実施される前の時間域を示し、この時間域では、早期健康影響が生じる可能性があるとして解釈される。 ➢ 同様に「大規模」は、格納容器から環境へ放射性物質が、除去効果のない状態で放出される状態であり、おおむね CsI の環境への放出量が、炉心インベントリの 10%を超える場合と解釈される。 <p>(2) 我が国の新規制基準における「Cs-137 100TBq 以下」要求との関係について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新規制基準 ⁽⁴⁾では、『放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること』を確認するため、想定する格納容器破損モードに対して、セシウム 137 の放出量が 100 テラベクレルを下回っていることを確認することを要求している。 ・ この要求の考え方について、「原子力発電所のサイトの近隣に住む住民が長期避難を余儀なくされる可能性がある放射性物質を基準とする観点から、半減期が短い希ガス、ヨウ素などではなく、想定される放出量が多く、半減期が長いセシウム 137 の放出量を元に評価をすることを求めている。長期避難を防ぐという観点からすれば、重大事故発生時におけるセシウム 137 の総放出量が 100 テラベクレルを下回れば、セシウム 137 以外の放射性物質を考慮しても、長期避難を余儀なくされる事態となる見込みは少ないと考えられる。」と記載されている。 	<p>5.9 早期大規模放出頻度（LERF）／大規模放出頻度（LRF）の定義について</p> <p>LERF は、炉心損傷頻度（CDF）とともに米国において安全目標の補助指標として用いられている。米国の定義が世界的に認知されていると考えられるため、この標準においても、米国の定義と整合した定義を採用することとした。また、LRF の「大規模放出」の定義に関して、半減期が短い希ガス、ヨウ素などの放出に着目した確定的影響の観点と、半減期が長いセシウム 137 の放出に着目した、住民の長期避難につながる環境汚染の観点があり、両方の観点を考慮した。</p> <p>(1) 米国における LERF の定義</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ NRC の RG 1.200 ⁽¹⁾には、次のように LERF の定義が記載されている。また、ASME/ANS RA-Sb-2013（L1/LERF 標準）⁽²⁾でも同等の定義が記載されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ LERF は、「気中の核分裂生成物が、格納容器から環境へ、早く緩和されずに放出される事故の頻度の合計として定義され。このような事故は、早期の健康影響の可能性があり、オフサイトの緊急時対応と防護措置が効果的に実施される前に発生するものである。（一般的にこのような事故は、原子炉容器破断直後の早期の格納容器破損、格納容器バイパス事象、格納容器隔離失敗に伴う放射性物質除去効果のない放出を含んでいる。） ・ EPRI Seismic-PRA Implementation Guide(2013)⁽³⁾では、次のように解釈されている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ NRC の LERF の定義における「早期」は、一般的な緊急事態が宣言されてから、近隣住民の効果的な避難を完了するまでの期間を指している。特定の数値的な時間については言及していない。また、事故発生直後又は炉心損傷、原子炉容器、格納容器の破損直後を必ずしも意味するわけではない。 ➢ NRC の「大規模」の定義に合致した放出規模は、早期健康影響の脅威をもたらすのに十分な規模でなければならない。PRA で一般的に用いられている大規模放出の指標は、ヨウ化セシウム（CsI）の放出量である。環境に放出された CsI 量が、炉心インベントリの 10%を超える場合は、「大規模」と扱われる。これは NUREG/CR-6595 の解釈と一致している。 ・ NUREG/CR-6595 ⁽⁴⁾では、次のように扱われている。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ サイト周辺公衆の早期死亡を引き起こす頻度の簡易的な代替指標として LERF が提案されており、代表プラントのソースターム評価やレベル 3 評価の感度解析を元に LERF の定義が検討されている。 ➢ LERF の可能な定義を検討するため、個別プラント PRA 評価（IPE）の結果を分析する際に、次の 3 種類の LERF の仮定が使用されている。 <ol style="list-style-type: none"> 1) 格納容器機能喪失モードのうち、早期格納容器破損及び格納容器バイパスで発生する全ての放出カテゴリの頻度の合計。 2) 揮発性/準揮発性 FP（ヨウ素、セシウム、テルル）の放出割合が、約 2.5%～3% 以上（サイト周辺公衆の平均早期死亡人数が 1 人以上となる放出割合に相当）となる早期格納容器破損及び格納容器バイパスの放出カテゴリの頻度の合計。 3) ヨウ素の放出割合が約 10%より大きい早期格納容器破損と格納容器バイパスの格納容器機能喪失モードの頻度の合計。 ・ 米国における LERF の定義のまとめ <ul style="list-style-type: none"> ➢ LERF の定義の「早期」は、オフサイトでの緊急時対応と住民避難が効果的に実施される前の時間域を示し、この時間域では、早期健康影響が生じる可能性があるとして解釈される。 ➢ 同様に「大規模」は、格納容器から環境へ放射性物質が、除去効果のない状態で放出される状態であり、包絡的な値として、おおむねヨウ素、セシウム、テルルの環境へ 	<p>NUREG/CR-6595 の、LERF に関わる大規模放出の扱いを追記した。その中で、ヨウ素、セシウム、テルルの放出割合が約 2.5%～3%以上と仮定されていることを追記した。</p>

修正前（公衆審査時（pub118））	修正後	修正の補足説明
<p>この要求は、半減期が短い希ガス、ヨウ素の環境への放出による確定的影響ではなく、半減期が長いセシウム 137 の放出による環境汚染影響の指標と位置づけられており、米国の「大規模放出」と観点が異なる。</p> <p>(3) レベル 2PRA 標準における LERF/LRF の定義の記載の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> 共通用語標準には、LERF/LRF の定義は記載されておらず、また、他の標準（レベル 1 標準、レベル 3 標準）にも LERF/LRF の定義は記載されていないため、レベル 2PRA 標準に、LERF/LRF の定義を追加している。ただし、用語はレベル 3 標準等で使用されているので、将来的には、共通用語標準への追加が望ましい。 定義の記載は、米国の定義及び、我が国の「Cs-137 100TBq」の考え方と整合をとるとともに、共通用語標準及び従来のレベル 2 標準の記載と整合をとった記載とした。 「早期」「後期」の定義は、既にレベル 2 標準に記載されている。 「大規模放出」に関して、独立して定義し、健康影響と環境汚染の二つの観点があることを明記した。 なお、この標準では、ソースターム評価において、放出カテゴリごとに、放射性物質グループごとの放出量及び発生頻度を評価する要求になっており、Cs-137 の放出の評価に対しても適用可能である。 <p>参考文献</p> <p>(1) U.S.NRC, Regulatory Guide 1.200, Revision 2, “An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities,” March 2009. (https://www.nrc.gov/docs/ML0904/ML090410014.pdf)</p> <p>(2) ASME/ANS RA-Sb-2013, “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008: Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications,” September 2013.</p> <p>(3) EPRI, Seismic Probabilistic Risk Assessment Implementation Guide, December 2013.</p> <p>(4) 原子力規制委員会, 実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について, 平成 30 年 12 月 19 日 改訂 (https://www.nsr.go.jp/data/000155788.pdf)</p>	<p>の放出量が、炉心インベントリの約 2.5%~3%を超える場合と解釈される。</p> <p>(2) 我が国の新規制基準における「Cs-137 100TBq 以下」要求との関係について</p> <ul style="list-style-type: none"> 新規制基準⁽⁵⁾では、『放射性物質による環境への汚染の視点も含め、環境への影響をできるだけ小さくとどめるものであること』を確認するため、想定する格納容器破損モードに対して、セシウム 137 の放出量が 100 テラベクレルを下回っていることを確認することを要求している。 この要求の考え方について、「原子力発電所のサイトの近隣に住む住民が長期避難を余儀なくされる可能性がある放射性物質を基準とする観点から、半減期が短い希ガス、ヨウ素などではなく、想定される放出量が多く、半減期が長いセシウム 137 の放出量を元に評価をすることを求めている。長期避難を防ぐという観点からすれば、重大事故発生時におけるセシウム 137 の総放出量が 100 テラベクレルを下回れば、セシウム 137 以外の放射性物質を考慮しても、長期避難を余儀なくされる事態となる見込みは少ないと考えられる。」と記載されている。 この要求は、半減期が短い希ガス、ヨウ素の環境への放出による確定的影響ではなく、半減期が長いセシウム 137 の放出による環境汚染影響の指標と位置づけられており、米国の「大規模放出」と観点が異なる。 <p>(3) レベル 2PRA 標準における LERF/LRF の定義の記載の考え方</p> <ul style="list-style-type: none"> 共通用語標準には、LERF/LRF の定義は記載されておらず、また、他の標準（レベル 1 標準、レベル 3 標準）にも LERF/LRF の定義は記載されていないため、レベル 2PRA 標準に、LERF/LRF の定義を追加している。ただし、用語はレベル 3 標準等で使用されているので、将来的には、共通用語標準への追加が望ましい。 定義の記載は、米国の定義及び、我が国の「Cs-137 100TBq」の考え方と整合をとるとともに、共通用語標準及び従来のレベル 2 標準の記載と整合をとった記載とした。 「早期」「後期」の定義は、既にレベル 2 標準に記載されている。 「大規模放出」に関して、独立して定義し、健康影響と環境汚染の二つの観点があることを明記した。 なお、この標準では、ソースターム評価において、放出カテゴリごとに、放射性物質グループごとの放出量及び発生頻度を評価する要求になっており、Cs-137 の放出の評価に対しても適用可能である。 <p>参考文献</p> <p>(1) U.S.NRC, Regulatory Guide 1.200, Revision 2, “An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities,” March 2009. (https://www.nrc.gov/docs/ML0904/ML090410014.pdf)</p> <p>(2) ASME/ANS RA-Sb-2013, “Addenda to ASME/ANS RA-S-2008: Standard for Level 1/Large Early Release Frequency Probabilistic Risk Assessment for Nuclear Power Plant Applications,” September 2013.</p> <p>(3) EPRI, Seismic Probabilistic Risk Assessment Implementation Guide, December 2013.</p> <p>(4) NUREG/CR-6595, “An Approach for Estimating the Frequencies of Various Containment Failure Modes and Bypass Events.” Revision 1. U.S. Nuclear Regulatory Commission, October 2004. (https://www.nrc.gov/docs/ML0432/ML043240040.pdf)</p> <p>(5) 原子力規制委員会, 実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について, 平成 30 年 12 月 19 日 改訂 (https://www.nsr.go.jp/data/000155788.pdf)</p>	<p>「大規模放出」の目安として、包絡的な「約 2.5%~3%を超える」に変更した。</p> <p>参考文献に、NUREG/CR-6595 を追加した。</p>

参考文献の記載	和訳	備考(要点)
<p>(3) EPRI, Seismic Probabilistic Risk Assessment Implementation Guide, December 2013.</p> <p>5.8.4.3 Definition of Large</p> <p>The magnitude of the release is important because there is a threshold below which the doses from the early exposure pathways will be unlikely to cause an early fatality. Consistent with the NRC definition, a release magnitude consistent with LERF must be large enough to create a threat of early health effects. A common measurement used in the PRA industry for a large release is based on a radionuclide release of cesium iodide (CsI). If the amount released to the environment is greater than 10% of the inventory in the core during an early time frame, the following can be attributed:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnitude—large. A radionuclide release as measured by the release of CsI as a fraction greater than 10%. This is consistent with the NUREG/CR-6595 interpretation [85]. • Timing—early. The timing is related to the implementation of effective protective measures for the close-in population. This is interpreted as the time beyond which effective evacuation of the emergency planning zone occurs before the release of the radionuclides. 	<p>5.8.4.3 大規模の定義</p> <p>早期被ばく経路からの線量が早期死亡に至らない閾値があるため、放出規模は重要である。</p> <p>NRC の定義と一致するように、LERF と整合する放出規模は、早期健康影響の脅威を生じさせるのに十分な大きさでなければならない。</p> <p>大規模放出について PRA でよく使われる指標は、ヨウ化セシウム (CsI) の放出に基づくものである。環境への放出量が、事故初期に炉心インベントリの 10%以上であれば、次のように帰結することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> - 大規模 <u>10%を超える CsI の放出によって測定される放射性核種の放出</u>。これは、<u>NUREG/CR-6595 と整合する。</u> - 早期 このタイミングは、近接住民に対する効果的な防護措置の実施に関連する。これは、放射性核種が放出される前に、緊急時計画区域の効果的な避難が行われる時間を越えた時点と解釈される。 	<p>EPRI がまとめた地震 PRA の実施ガイド。地震 PRA に対する要求と要求に適合する実施例をまとめている。L2 標準 (AESJ-SC-P009) の解説で参考として引用している。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 「大規模放出」として 10%を超える CsI の放出としている。
<p>(4) NUREG/CR-6595, Rev.1, An Approach for Estimating the Frequencies of Various Containment Failure Modes and Bypass Events, 2004.</p> <p>APPENDIX A, DEFINITION AND POTENTIAL SPECIFICATION OF LERF</p> <p>A.1 Introduction</p> <p>In the Large Release Study, for each given source term, the early fatalities to 1 mile were calculated assuming: (i) no evacuation, (ii) an evacuation based on NUREG-1150 assumptions, and (iii) a “conservative” evacuation with a longer delay time, a slower evacuation speed, and a lesser participation (95% versus 99.5% in NUREG-1150). Candidate source terms for a large release were derived from six sets of simplified source terms based on the five plants studied in NUREG-1150 [8] and the La Salle Independent Risk Assessment. For each set of candidate source terms, the timing of the release to the environment and the release fractions of the volatile and semi-volatile radionuclides, principally iodine, cesium, and tellurium, were varied so as to result in 1 mean early fatality within one mile of the site boundary.</p> <p>The results of the Large Release study, which used the MACCS code, indicate that for early releases (within about 4 hours of accident initiation) a release fraction of approximately 2.5% to 3% of the iodine inventory and/or the tellurium inventory will give rise to one mean early fatality within 1 mile of the plant boundary. Another result of the study pertaining to the population weighted risk showed that, in the mean, the plume spreads at most over one-third of each of the 16 angular sectors around the plant. This result was obtained by locating one person in each of the 16 angular sectors around the plant and using a source term which would give rise to at least one early fatality. If one early fatality occurs, the population weighted risk would be identical to 1/16 or 0.06. However, the mean population weighted risk for the extreme release was about 0.02 which shows that the plume extends laterally only to about one-third of the width of one angular sector in the mean (averaged over the weather).</p>	<p>付録 A : LERF の定義と潜在的な仕様</p> <p>A.1 序</p> <p>(略)</p> <p>大規模放出研究では、与えられたソースタームに対して、(i) 避難なし、(ii) NUREG-1150 の仮定に基づく避難、(iii) より長い遅延時間、より遅い避難速度、より少ない参加率 (NUREG-1150 の 99.5%に対して 95%) を想定した「保守的」な避難を仮定して、1 マイルまでの早期死亡者数が計算された。大規模放出に対応するソースターム候補は、NUREG-1150 の代表 5 プラントの評価と La Salle プラントの個別 PRA 評価に基づき、簡略化された 6 組のソースタームから導出された。ソースターム候補の各セットに対して、環境への放出タイミングと、揮発性および準揮発性の放射性核種である主にヨウ素、セシウム、およびテルルの放出割合を、サイト境界から 1 マイル以内で平均早期死亡率が 1 人となるように変化させた。</p> <p>MACCS コードを使用した大規模放出研究の結果から、早期放出 (事故発生後約 4 時間以内) の場合、<u>ヨウ素インベントリおよび/またはテルルインベントリの約 2.5%から 3%の放出割合で、サイト境界から 1 マイル以内の周辺住民に対して平均 1 人の早期死亡を生じさせることを示した。</u>人口加重リスクに関する研究のもう一つの結果では、平均して、プルームはプラント周辺の 16 方位セクターのそれぞれ 3 分の 1 の範囲にしか広がらないことを示した。この結果は、原発周辺の 16 の角度セクターそれぞれに 1 人を配置し、少なくとも 1 人の早期死亡をもたらすソースタームを使用することで得られた。もし、早期死亡が 1 人発生すれば、人口加重リスクは 1/16 または 0.06 となる。しかし、極端な放出の平均人口加重リスクは約 0.02 で、これはプルームが横方向に平均で 1 方位セクター幅の約 1/3 までしか広がらないことを示している (気象平均)。</p>	<p>早期大規模放出頻度 (LERF) は、IPE の結果を元に、早期死亡を引き起こす放射性物質の放出をもたらす格納容器破損及び格納容器バイパス事象の発生頻度を推定するための、簡易的な代用指標として用いられている。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 放射性物質の大規模放出によるサイト周辺公衆の早期死亡者数の評価では、周辺公衆の避難モデルの感度、代表プラントの評価を元にしたソースタームの設定と、放出タイミング、放出割合の感度が評価され、周辺公衆の平均早期死亡者数が 1 人となるような放出割合が求められている。 • MACCS コードを使用した公衆健康影響評価より、早期放出として事故発生後 4 時間以内とした場合、ヨウ素インベントリおよび/またはテルルインベントリの約 2.5%から 3%の放出割合で、サイト周辺公衆に 1 人の平均早期死亡が発生する結果となっている。

参考文献の記載	和訳	備考 (要点)
<p>A.2 Bases and Sources for Estimating LERF</p> <p>IPE information is supplied in the form of a containment failure mode matrix which displays the conditional probability of various modes of containment failure-bypass, early failure, late failure, basemat meltthrough, and no failure, for each plant damage state. Each containment failure mode is associated with a number of release classes which are defined by the release fractions of various fission product radionuclide groups, such as the noble gases, iodine, cesium, tellurium, strontium, ruthenium, cerium, and barium, belonging to each release class.</p> <p>Three types of assumptions have been utilized in analyzing the above information in the IPE database for exploring a possible definition of LERF:</p> <p>(1) LERF consists of the total frequency of all release classes that occur under the early containment failure or containment bypass categories of the containment failure mode matrix.</p> <p>(2) LERF consists of the frequency of release classes associated with the early failure and bypass containment failure modes which have release fractions of the volatile/semi-volatile fission products (Iodine, Cesium, Tellurium) equal to or greater than about 2.5% to 3% (based on the insights of the Large Release Study discussed above).</p> <p>(3) A third alternative, based on a memorandum prepared for the ACRS, is that LERF is the frequency of early failure and bypass containment failure modes that have a release fraction of iodine equal to or greater than about 10%, based on calculations performed by Kaiser.</p>	<p>A. 2 LERF の根拠と情報源</p> <p>IPE の情報は、格納容器破損モードマトリックスの形で提供され、各プラント損傷状態に対して、格納容器破損の様々なモード（格納容器バイパス、早期破損、後期破損、ベースマット貫通、破損なし）の条件付き確率が示される。各格納容器破損モードは、種々の FP グループ（希ガス、ヨウ素、セシウム、テルル、ストロンチウム、ルテニウム、セリウム、バリウムなど）の放出割合で定義される多数の放出クラスと関連付けられている。</p> <p>LERF の可能な定義を検討するために、IPE データベースの上記情報を分析する際に 3 種類の仮定が利用された。</p> <p>(1) LERF は、格納容器破損モードマトリックスの早期格納容器破損または格納容器バイパスで発生する全ての放出クラスの頻度の合計からなる。</p> <p>(2) LERF は、<u>揮発性/準揮発性 FP (ヨウ素、セシウム、テルル) の放出割合が約 2.5%~3% 以上となる早期破損及び格納容器バイパスの格納容器破損モードに関連する放出クラスの頻度からなる</u>（前述の大規模放出研究の知見に基づく）</p> <p>(3) LERF の第三の選択肢は、ACRS のために作成された覚書に基づき、Kaiser によって行われた計算に基づいて、<u>約 10%より大きいヨウ素の放出割合を持つ早期破損と格納容器バイパスモードの頻度である。</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> LERF の可能な定義を検討するため、IPE の結果の分析に、以下の 3 種類の LERF の仮定が用いられている。 <ol style="list-style-type: none"> 格納容器機能喪失モードのうち、早期格納容器破損と格納容器バイパスで発生する放出カテゴリの頻度の合計 揮発性 FP (ヨウ素、セシウム、テルル) の放出割合が約 2.5%~3% 以上となる早期格納容器破損と格納容器バイパスで発生する放出カテゴリの頻度の合計 ヨウ素の放出割合が約 10%以上となる早期格納容器破損と格納容器バイパスの頻度の合計
<p>(参考) NUREG-2201, Probabilistic Risk Assessment and Regulatory Decisionmaking: Frequently Asked Questions, 2016.</p> <p>5. LERF—CURRENT STATE OF KNOWLEDGE</p> <p>L1. What is a large early release?</p> <p>“In a risk-informed regulatory context, a “large early release” is an event involving a rapid, unmitigated release of airborne fission products from the containment to the environment that occurs before effective implementation of offsite emergency response, and protective actions, such that there is a potential for early health effects.”</p> <p>The preceding definition is from NUREG-2122 (USNRC, 2013c), which mirrors the definition provided in the ASME/ANS Probabilistic Risk Assessment (PRA) Standard (ASME and ANS, 2009).</p> <p>The concept that timing, as well as the magnitude of an accidental radiological release, is a significant factor in determining public health risk (particularly, the likelihood of prompt fatalities 1) was recognized in early PRAs, starting from WASH-1400 (USNRC, 1975). However, these PRAs tended to tie the notion of “early” with in-plant accident processes. Thus, for example, NUREG-1150 defined “early containment failure” as a failure “occurring before or within a few minutes of reactor vessel breach” (for pressurized-water reactors) and a failure “occurring before or within 2 hours of vessel breach” (for boiling water reactors). The introduction of offsite actions into the term “large early release” appears to have been made in Draft Regulatory Guide (RG) DG-1061 (USNRC, 1997d), the predecessor to RG 1.174 (USNRC, 1998b).2</p>	<p>5. LERF - 現状の知識</p> <p>L.1 早期大規模放出とは？</p> <p>「リスク情報に基づく規制では、「大規模な早期放出」とは、格納容器から空気中の核分裂生成物が急速かつ無差別に環境に放出される事象で、オフサイトの緊急対応や防護措置が効果的に実施される前に発生し、早期に健康影響が出る可能性があるようなものを指す。」</p> <p>この定義は、NUREG-2122 (USNRC, 2013c) から引用したもので、ASME/ANS PRA 標準 (ASME and ANS, 2009) の定義と同じものである。</p> <p>事故による放射性物質の放出規模だけでなく、タイミングも公衆健康リスク（特に、急性死亡の発生する可能性）を決定する重要な要因であるという概念は、WASH-1400 (USNRC, 1975 年) に始まる初期の PRA において認識されていた。しかし、これらの PRA は「早期」の概念をプラントの事故進展と結びつける傾向があった。例えば NUREG-1150 では、「早期格納容器破損」を「原子炉容器破損前または破損後数分以内に発生した破損」(PWR の場合)、「原子炉容器破損前または破損後 2 時間以内に発生した破損」(BWR の場合) と定義していた。「早期大規模放出」という用語にオフサイトアク</p>	<p>PRA による意思決定をサポートするために、FAQ をまとめた資料であり、LERF に関する FAQ も含まれている。</p> <ul style="list-style-type: none"> 公衆健康リスク（急性死亡）に、「放出規模」と「放出タイミング」が重要であることは、PRA 初期から認識されていた。 NUREG-1150 では、プラントの事故進展と LERF を結びつける傾向があった。

参考文献の記載	和訳	備考(要点)																				
<p>At present, as discussed in an international survey report (OECD, 2009), there are no quantitative criteria attached to the term “large early release.” As discussed in that report, some countries have defined “large release” in terms of specific amounts of radionuclides. For example, Finland and Canada define a large release as involving 100 terabecquerels (TBq 3) of cesium-137 (Cs-137). The United Kingdom defines a large release as involving 104 TBq of iodine-131 (I-131) or 200 TBq of cesium-137 or 200 TBq of other isotopes. To provide some perspective, Table 5-1 presents estimated release timing and amounts for the Three Mile Island, Chernobyl, and Fukushima Dai-ichi reactor accidents.</p> <p style="text-align: center;">Table 5-1 Estimated Release Amounts and Timing for Major Nuclear Power Plant Accidents</p> <table border="1" data-bbox="160 577 1205 814"> <thead> <tr> <th></th> <th>Release Magnitude (TBq/MCi)</th> <th>Time to Core Damage (hr)</th> <th>Time to Release (hr)</th> <th>Time to Start Evacuation (hr)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TMI-2</td> <td>I-131: 0.55/1.5×10⁻⁵</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Chernobyl-4</td> <td>I-131: 1.2×10⁶/32 Cs-137: 8.5×10⁴/2.3</td> <td>~0</td> <td>~0</td> <td>10.5</td> </tr> <tr> <td>Fukushima Dai-ichi</td> <td>I-131: 1.3×10⁵/3.5 Cs-137: 1.1×10⁴/0.3</td> <td>Unit 1: 4 Unit 2: 77 Unit 3: 42</td> <td>Unit 1: 15 Unit 2: 109 Unit 3: 66</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table>		Release Magnitude (TBq/MCi)	Time to Core Damage (hr)	Time to Release (hr)	Time to Start Evacuation (hr)	TMI-2	I-131: 0.55/1.5×10 ⁻⁵	2	3	54	Chernobyl-4	I-131: 1.2×10 ⁶ /32 Cs-137: 8.5×10 ⁴ /2.3	~0	~0	10.5	Fukushima Dai-ichi	I-131: 1.3×10 ⁵ /3.5 Cs-137: 1.1×10 ⁴ /0.3	Unit 1: 4 Unit 2: 77 Unit 3: 42	Unit 1: 15 Unit 2: 109 Unit 3: 66	6	<p>ションを導入したのは、RG 1.174 (USNRC, 1998b)の前身の規制ガイド (RG) DG-1061 (USNRC, 1997d)であったようである。</p> <p>現時点では、国際調査報告書 (OECD, 2009) で議論されているように、「早期大規模放出」という用語に付された定量的基準は存在しない。その報告書で議論されているように、いくつかの国は、特定の放射性核種の量という観点から “大規模放出” を定義している。例えば、フィンランドとカナダは、100 テラベクレル (TBq) のセシウム 137 (Cs-137) を含むものを大規模放出と定義しています。英国は、104 TBq のヨウ素 131 (I-131) または 200 TBq のセシウム 137 または 200 TBq の他の同位体の放出を大規模放出と定義している。いくつかの視点を提供するために、表 5-1 は、スリーマイル島、チェルノブイリ、福島第一原発事故での推定放出タイミングと放出量を示している。</p>	<p>備考(要点)</p> <ul style="list-style-type: none"> • LERF に、オフサイトアクションを導入したのは、RG1.174 のドラフトガイドの頃 (1997 年) • LERF に定量的基準は存在しない。 • フィンランド等は、長期汚染に関わる「大規模放出」として、Cs-137 の 100TBq 以上の放出を定義している。(米国の早期健康影響と観点が異なる。) • 英国は、「大規模放出」として、I-131 104TBq 以上、または Cs137 200TBq 以上と定義している。(早期健康影響と長期汚染の両方の観点を考慮しているものと考えられる。) <p>(参考) 福島第一事故の放射性物質の環境への放出割合 I-131 約 2~8% Cs-137 約 1~3%</p> <p>(出典：環境省ホームページ https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisoshiryo/h29kiso-02-02-05.html)</p>
	Release Magnitude (TBq/MCi)	Time to Core Damage (hr)	Time to Release (hr)	Time to Start Evacuation (hr)																		
TMI-2	I-131: 0.55/1.5×10 ⁻⁵	2	3	54																		
Chernobyl-4	I-131: 1.2×10 ⁶ /32 Cs-137: 8.5×10 ⁴ /2.3	~0	~0	10.5																		
Fukushima Dai-ichi	I-131: 1.3×10 ⁵ /3.5 Cs-137: 1.1×10 ⁴ /0.3	Unit 1: 4 Unit 2: 77 Unit 3: 42	Unit 1: 15 Unit 2: 109 Unit 3: 66	6																		