資料6－3

日本原子力学会　原子力発電部会
「次期軽水炉の技術要件検討」
ワーキンググループ（フェーズ2）

【第6回議題】

新増設・リプレースに対応する規制や制度の考え方
「立地の適性評価の考え方」

2023.07.05

本資料は議論用のものであり、今後も継続して議論を行っていくため、来年度発行予定のWG報告書と内容が若干変更になる可能性があります。

はじめに

本資料は、「次期軽水炉の技術要件検討」WG(フェーズ2)報告書(案)の5.2節の内容を纏めたものである。

5.2　立地の適性評価の考え方

- 5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方
- 5.2.2 海外での立地評価の調査、分析
- 5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について
- 5.2.4 新規立地とリプレースの差異について
- 5.2.5 立地の適性評価の考え方のまとめ

5. 新設炉・リプレースに対応する規制や制度の考え方

- 第2回～第4回WGでは、次期軽水炉の重要コンセプト(安全性・経済性)に関する設計思想を検討し、技術要件として整理。
- 第5回及び第6回WGでは、それら重要コンセプトに基づいて新設炉・リプレースに対応する規制や制度の考え方について技術的観点より検討。
- 規制や制度については、安全性向上における不断の取り組みとして、現在でも安全に関連する最新知見が都度反映されており、ここでは、より安全でより合理的な次期軽水炉のポテンシャルを最大限発揮できるための規制や制度の考え方を検討。
- 以下の2点に着目。
  - プラントの設計を進める上で基本的に準拠する規制や制度の視点
    「次期軽水炉の重要コンセプトに関連する規制や制度の考え方」
    （⇒　第5回WGで協議済）
  - プラントを建設するに当たり適性評価を行うための規制や制度の視点
    「立地の適性評価の考え方」　（⇒　第6回WGで協議）

5.2　立地の適性評価の考え方

- 既設炉においては、旧立地審査指針(*1)をその立地条件の適否を判断するため安全審査に用いられてきた。

  (*1):「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」
  （昭和39年5月27日原子力委員会決定 一部改訂 平成元年3月27日原子力安全委員会）
- その後、新規制基準が策定され、NRAが公開している「新規制基準の考え方」(*2)において、事象を具体的に想定した上でSA対策自体の有効性を評価すること等により、旧立地審査指針を採用していないことが述べられている。

  (*2):「実用発電用原子炉に係る新規制基準の考え方について」(NREP-0002　令和4年12月14日改訂)
- そこで、本WGでは立地の適性評価に関する国内外の規制基準及び立地評価について調査し、次期軽水炉としての立地の適性評価について検討する。
  - 検討に当たっては、人体に対する放射線による急性死亡等の確定的影響、発がん等の確率的影響の他、社会的影響（土壌汚染、長期避難）についても考慮する。
  - また、政府GX基本方針において「廃炉を決定した原発の敷地内での次世代革新炉建て替えを対象として」とあることから、主としてリプレース炉を対象とする。
  - 但し、既存の敷地を前提としたリプレースと、完全な新規立地では前提が異なることから、新規立地の場合については、その差異を考察する。

5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(1/6)

（1）旧立地審査指針と新規制基準の考え方(1/5)

旧立地審査指針の基本的考え方は、以下のとおり原則的立地条件、基本的目標からなっている。

	原則的立地条件	基本的目標
耐ハザード	① 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においても考えられないこと。また、災害を拡大するような事象も少ないこと	
離隔	② 原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること	a 敷地周辺の事象、原子炉の特性、安全防護施設等を考慮し、技術的見地からみて、最悪の場合には起るかもしれないと考えられる重大な事故（以下「（旧）重大事故」という。）の発生を仮定しても、周辺の公衆に放射線障害を与えないこと
防災 社会的影響	③ 原子炉の敷地は、その周辺も含めて、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること	b 更に、（旧）重大事故を超えるような技術的見地から起るとは考えられない事故（以下「（旧）仮想事故」という。）の発生を仮想しても、周辺の公衆に著しい放射線災害を与えないこと c なお、（旧）仮想事故の場合には、集団線量に対する影響が十分に小さいこと

5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(2/6)

（1）旧立地審査指針と新規制基準の考え方(2/5)

旧立地審査指針に対して、「新規制基準の考え方」等に基づく、新規制基準下での取り扱いを整理する。

- 耐ハザードについては、新規制基準で考慮されている
- 離隔については、具体的な事故を想定し、より厳しい条件に見直している

旧立地審査指針		新規制基準の考え方
原則的立地条件	基本的目標	
(1) 大きな事故の誘因となるような事象が過去においてなかったことはもちろんであるが、将来においてもあるとは考えられないこと。また災害を拡大するような事象も少ないこと	—	設置許可基準規則においては、地盤の安定性や地震等による損傷防止など、自然的条件ないし社会的条件に係る個別的な規定との関係で考慮されている
(2) 原子炉は、その安全防護施設との関連において十分に公衆から離れていること	a.敷地周辺の事象、原子炉の特性、安全防護施設等を考慮し技術的見地からみて、最悪の場合には起るかもしれないと考えられる重大な事故（以下「（旧）重大事故」という。）の発生を仮定しても、周辺の公衆に放射線障害を与えないこと	確定的影響防止の観点で要求されている非居住区域の範囲については、旧立地審査指針より厳しい条件で、「重大事故に至るおそれのある事故」に対する対策の有効性評価結果に基づき確定的影響を防止する

5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(3/6)

（1）旧立地審査指針と新規制基準の考え方(3/5)

- 防災については、旧仮想事故の評価は具体的な防災の実行とは結び付いておらず、評価において低人口地帯を設定することは役割を終えている。防災体制は指針策定当時と比べて大幅に強化されている。

旧立地審査指針		新規制基準の考え方
原則的立地条件	基本的目標	
(3) 原子炉の敷地は、その周辺も含めて、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること	b更に、（旧）重大事故を超えるような（旧）仮想事故の発生を仮想しても、周辺の公衆に著しい放射線災害を与えないこと	非居住区域の外側が低人口地帯であることの要求は、既設炉の設置許可での評価では低人口地帯であるべき地帯は敷地外に存在せず、本評価は具体的な防災の実行と結びついてはいなかった
		原子力防災体制は、50年以上前の旧立地審査指針の決定当時と比較し、大幅に強化された(*1)

(*1)：例えば、PAZ(*2)及びUPZ(*3)の導入、要配慮者の防護措置規定など

(*2)：予防的防護措置を準備する区域（Precautionary Action Zone）

(*3)：緊急防護措置を準備する区域（Urgent Protective Action Planning Zone）

5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(4/6)

（1）旧立地審査指針と新規制基準の考え方(4/5)

- 社会的影響については、集団線量評価は合理的ではなく、長期避難回避の観点でCs-137放出量を評価する。

旧立地審査指針		新規制基準の考え方
原則的立地条件	基本的目標	
(3) 原子炉の敷地は、その周辺も含めて、必要に応じ公衆に対して適切な措置を講じうる環境にあること	c（旧）仮想事故の場合には、集団線量に対する影響が十分に小さいこと	社会的影響のうち遺伝的影響の観点で要求されている人口密集地帯からの距離を確認するための集団線量については、既設炉での評価の傾向から大都市での人口に対する極めて低線量の積算で決まっており、ICRP2007年勧告においても大集団に対する微量被ばくを計算することは合理的ではなく、避けるべきである
		社会的影響のうち長期間に渡って帰還できない地域を生じさせない観点で、半減期の長い放射性物質であるCs-137の総放出量を規制している

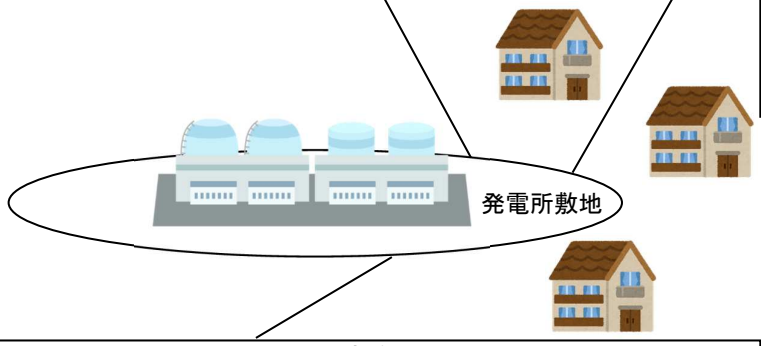
5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(5/6)

（1）旧立地審査指針と新規制基準の考え方(5/5)

＜確定的影響の防止＞
（旧立地指針）
敷地境界の線量を（旧）重大事故で評価
（新規制基準）
「重大事故に至るおそれのある事故」の有効性評価を実施

＜確率的影響を含む著しい放射線災害の防止＞
（旧立地指針）
敷地境界の線量を（旧）仮想事故で評価
→低人口地帯であるべき地帯は敷地外に存在せず
（新規制基準）
本評価は具体的な防災の実行と結びついていない
防災体制は、旧立地審査指針の決定当時と比較し、大幅に強化

＜集団線量に対する影響が十分に小さい＞
（旧立地指針）
集団線量評価を実施
（新規制基準）
集団線量評価結果は大都市の低線量で決まっており合理的でないことから集団線量評価は廃止し、社会的影響の観点からCs-137放出量評価を実施



（再稼働した既設炉に対する安全性向上評価）
「実用発電用原子炉の安全性向上評価に関する運用ガイド」に基づき、重大事故時（格納容器健全及び管理放出時）の線量評価（敷地境界における期待値（平均値））を実施

5.2.1 国内規制基準における立地の適性評価の考え方(6/6)

（2）立地指針等検討小委員会（立地小委）

- 旧立地審査指針策定から長期間経過していたことから、最新知見反映を検討
- 長期的な方向性と当面の改定内容案を中間報告書(*1)としてとりまとめ

(*1)「原子炉立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」及び関連する安全審査指針類の改訂
【調査審議状況の中間とりまとめ】 平成22年3月30日

主な結果は以下のとおり。

- 万一の事故に備え、原子炉は、施設の設計との関連において十分に公衆から離れていること
- 原子炉施設の敷地及びその周辺環境には、緊急時対応計画の効果的な実施に重大な障害をもたらす要因があってはならない
- 長期的にはソースタームは最新のNUREG-1465ベース
- 集団線量は廃止
- 判断基準のめやすは100mSv（または250mSv）
- 低人口地帯は廃止し、評価は敷地等境界で実施

5.2.2 海外での立地評価の調査、分析(1/5)

- 次期軽水炉における立地の適性評価の検討に資するため、以下の海外情報を調査・分析
  - IAEA SSR-1「Site Evaluation for Nuclear Installations」
  - 米国の規制基準（10CFR100及び関連指針）
  - 米国の線量評価例
    - US-APWR Design Certification（DC）申請
    - Comanche Peak 3/4号機 Combined Operation License（COL）申請

- なお、「新規制基準の考え方」において、新規制基準はIAEA安全基準と概ね良好に整合とされている

5.2.2 海外での立地評価の調査、分析(2/5)

（1）IAEA SSR-1「Site Evaluation for Nuclear Installations」

IAEA SSR-1の調査・分析の結果、次期軽水炉の立地の適性評価を実施する上で考慮すべき事項は以下のとおり。

No.	要件
要件9	立地評価は、同一立地地点及び隣接立地地点の複数の原子炉等施設に影響を及ぼす自然及び人為的外部ハザードの可能性を考慮しなければならない。
要件12	運転状態及び事故状態（緊急時対応措置を必要とする可能性のある事故を含む。）に対する原子炉等施設の地域への潜在的な放射線影響を決定する際には、原子炉等施設の設計及びその安全上の特徴を考慮に入れて、放射性物質の潜在的な放出について適切な推定が行われなければならない。
要件13	敷地及び敷地境界外の特性並びに操業前の完全な緊急時取り決めの確立を妨げる可能性のある外部事象を考慮して、敷地及び敷地等境界外における効果的な緊急時対応措置を計画する実行可能性を評価しなければならない。
要件26	原子炉等施設の存続期間にわたる地域内の既存及び予測される人口分布が決定されなければならず、また、運転状態及び事故状態の双方において、公衆への放射性物質放出の潜在的影響が評価され、定期的に更新されなければならない。

5.2.2 海外での立地評価の調査、分析(3/5)

(2)米国規制(1/3)

米国規制の調査・分析の結果、次期軽水炉の立地の適性評価を実施する上で考慮すべき事項は以下のとおり。

- 立地要因と基準は、通常運転時や想定事故による放射線量が許容できる程度に低くなること、緊急時計画の策定に重大な障害をもたらす可能性のある候補地特有の物理的特性が特定されること等を担保する上で重要[10CFR100]
- DBAを評価し、立地の適性を判断[RG1.183]
- 判断基準は、非居住区域(*1)250mSv(最大2時間)、低人口地帯(*2)250mSv(30日)[10CFR100、10CFR50.34]。
  - ✓ Comanche Peakの場合、非居住区域外側境界までの距離600m、低人口地帯外側境界までの距離約3km

(*1)「原子炉の周囲の区域であって、当該区域からの人員及び財産の排除又は除去を含むすべての活動を決定する権限を原子炉許可者が有する区域」として定義される【10CFR100】。

(*2)「非居住区域を取り囲む区域であり、重大な事故が発生した場合、住民保護のため適切な手段を講じ得るような人口と人口密度であること」と定義される【10CFR100】。

5.2.2 海外での立地評価の調査、分析(4/5)

(2)米国規制(2/3)

- 屋内退避は考慮していない[RG1.183]
- LOCAにおいて、CVに放出される放射性物質量は炉心損傷時相当であるが、CVスプレイやアニュラス空気浄化設備等のDBA設備の作動に期待(国内の旧仮想事故と同様)[RG1.183]
- 建設運転一括許認可(COL)申請において防災計画を提出させている[10CFR52、10CFR50]
- 人口密集地帯からの離隔の観点から、Population center distance(*1)の評価を要求[10CFR100]

*1:「原子炉から約25,000人以上の居住者がいる人口密集地の最も近い境界までの距離」として定義され、**人口密集地境界までの距離は低人口地帯外側境界の距離の1+1/3倍以上であることを要求**している【10CFR100】。低人口地帯に居住する公衆が受ける集団線量と、人口密集地帯の住民が受ける集団線量の規制値は同等でなければならないと考察されている。また、**当時の米国規制当局が、10CFR100策定の際に認可済(または申請中)の原子炉の立地状況と大きく矛盾せず、かつ論理的に説明できるシンプルな数値基準を求めていた**とされている。【立地小委】

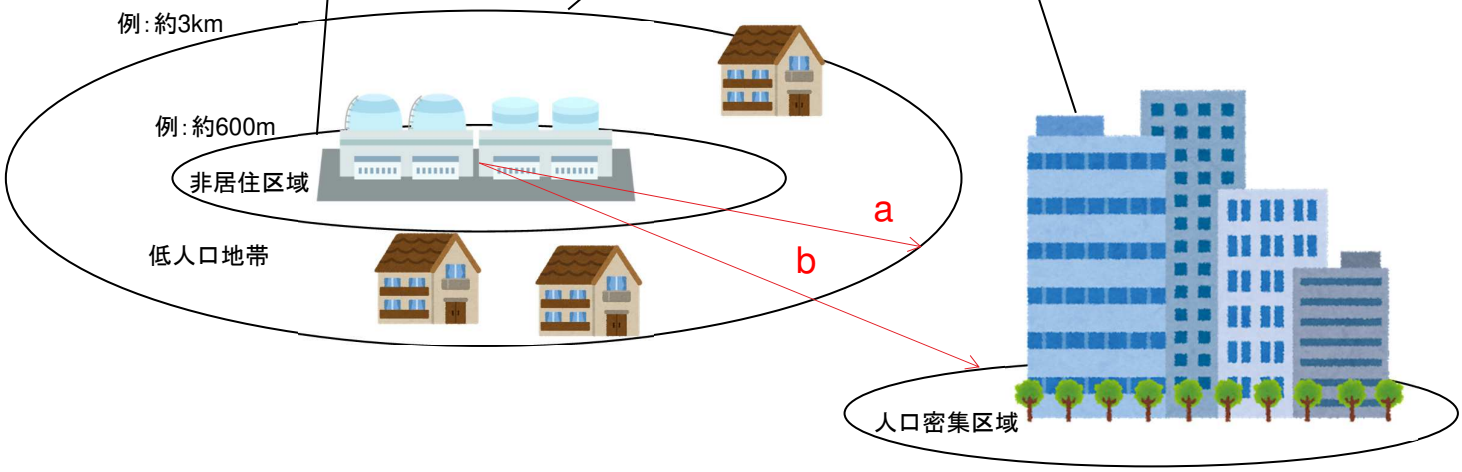
5.2.2 海外での立地評価の調査、分析(5/5)

(2)米国規制(3/3)

非居住区域境界の線量(2時間)を評価
事故の規模はDBA(ただしCV内へのFP放出は炉心溶融相当＋L3設備の作動に期待しており、日本の旧仮想事故相当)

低人口地帯境界の線量(30日)を評価
事故の規模はDBA(ただしCV内へのFP放出は炉心溶融相当＋L3設備の作動に期待しており、日本の旧仮想事故相当)

Population Center Distanceの評価を実施
発電所から低人口区域外側境界までの距離をa、人口密集区域までの距離をbとすると、b/a>1+1/3



5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(1/6)

前述の国内外の調査・分析結果を踏まえ、次期軽水炉としての立地の適性評価の考え方及び実施事項を検討する。

(1) 次期軽水炉(リプレース炉)としての立地の適性評価の考え方

- 既設炉が立地する敷地内へのリプレースを想定する場合、防災計画など周辺地域の原子力災害対策が整備されている
- よって既設炉を対象とした「新規制基準の考え方」の内容を適用して立地適性を検討することは可能
- なお、リプレース炉と既設炉で炉心の熱出力が相違する場合も考えられるが、設備設計を適切に行うことでリプレース炉の事故時の放射性物質の放出量を既設炉と同等レベル、またはそれ以下とすることが期待できることから、出力の相違は原子力災害対策に大きな影響を与えることはないと考えられる。

5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(2/6)

(2) 次期軽水炉(リプレース炉)の立地の適性評価の実施事項(1/3)

放射線による「確定的影響の防止」、「確率的影響のリスクの低減」及び「社会的影響のリスクの低減」に対して、次期軽水炉(リプレース)の立地の適性評価案を述べる。

① 放射線による確定的影響の防止

新規制基準の考え方	次期軽水炉(リプレース) (案)
炉心の著しい損傷を防止する対策の有効性を評価することにより、対策が有効であれば、炉心の著しい損傷はなく、格納容器は健全であり、外部への放射性物質の放出はほぼないため、敷地周辺の公衆に放射線による確定的影響を与えないと考えられる。 ただし、除熱のために格納容器圧力逃がし装置を使用し、放射性物質が放出される事態が想定される場合においては、敷地境界における周辺の公衆に対して、著しい放射線被ばくのリスクを与えないことを確認する。	リプレース炉でもこの考え方は変わることはなく、既設炉と同様に新規制基準の考え方が適用でき、「重大事故に至るおそれのある事故」に対する対策の有効性を確認する。

5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(3/6)

(2) 次期軽水炉(リプレース)の立地の適性評価の実施事項(2/3)

② 放射線による確率的影響のリスクの低減

新規制基準の考え方	次期軽水炉(リプレース) (案)
既設炉の設置許可での評価から低人口地帯であるべき地帯は敷地外に存在しないこと、原子力防災体制は50年以上前の旧立地審査指針の決定当時と比較し、大幅に強化が行われていることから、「低人口地帯」であることを要求していたことは、現在においては意義を失っている。	防災計画が定められ訓練が実施されている既設発電所におけるリプレース炉の設置の際には、既存の防災計画が活用されることから、引き続き適切な措置を講じうる環境であると考えられ、既設炉と同様に新規制基準の考え方が適用できる。 なお、防災計画の検討において重大事故時の線量評価結果を参照する場合も考えられ、重大事故時の敷地周辺の公衆に対する影響を設計段階で確認しておくことも有用であると考えられる。 (例:既設炉に対する安全性向上評価での重大事故時の敷地境界における線量評価相当を設計段階で自主的に実施しておく等)

5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(4/6)

(2) 次期軽水炉（リプレース）の立地の適性評価の実施事項(3/3)

③ 放射線による社会的影響のリスクの低減

新規制基準の考え方	次期軽水炉（リプレース）(案)
社会的影響として土壌が長半減期核種により汚染され長期避難に至るリスクを低減するため、重大事故時に想定される放出量が多く、長半減期核種であるCs-137の放出量を評価することを求めている。	リプレース炉でもこの考え方は変わらないことから、既設炉と同様に新規制基準の考え方が適用でき、重大事故時のCs-137放出量で評価する。

- なお、旧立地審査指針で要求されていた集団線量評価については、「新規制基準の考え方」及び立地小委にて以下のとおり指摘されていることから、我が国においては合理的ではない面があり、改めて評価は不要と考える。
  - ✓ 既設炉での評価では、大都市での人口に対する極めて低線量の積算で決まっていた。
- また、米国で実施されているPopulation center distance評価についても、立地小委でも以下のとおり指摘されていることから、我が国の次期軽水炉の評価としてはなじまないものと考えられる。
  - ✓ 当時の米国規制当局が10CFR100策定の際に認可済（または申請中）の原子炉の立地状況と大きく矛盾せず、かつ論理的に説明できるシンプルな数値基準を求めていた。
  - ✓ 一方、この基準の根拠は科学的に精緻なものではなく、積極的に根拠説明をしている公開資料が見られない。

5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(5/6)

(3) 評価における技術的考慮事項等(1/2)

(2)項に示した評価に際して技術的な考慮事項等の諸条件や関連するIAEA要件への対応を以下のとおり検討・整理した。

- ➢ 旧立地審査指針での「旧重大事故」および「旧仮想事故」は用いない。
  （新規制基準で想定している「重大事故」等で評価する）
- ➢ ハザードに対する要求に対しては、新規制基準での、地盤の安定性や地震等による損傷防止など、自然的条件ないし社会的条件に係る規定で確認する。
- ➢ 「低人口地帯」の設定は行わない。
- ➢ 社会的影響リスク低減については、「集団線量」を廃止し、重大事故時におけるCs-137の放出量にて評価する。

5.2.3 リプレース炉における立地の適性評価の考え方について(6/6)

(3) 評価における技術的考慮事項等(2/2)

- IAEA SSR-1の要件9にある複数の原子炉等施設の考慮については、以下の項目で対応が可能。
  - 多重性・多様性・独立性の強化や外部ハザード耐性の向上により、共通要因による重大事故が起き難い設計であることを確認。
  - 各号機間の共用を原則排除し、事故の影響が他号機に伝搬する可能性を低減させる設計であることを確認。
  - 複数基同時発災の評価は、既設炉と同様に、サイト内は制御室等の居住性評価や技術的能力の検討、サイト外は防災計画及び訓練にて確認。
- 立地時点の評価ではないが、IAEA SSR-1の敷地特性の継続的なモニタリング等に係る要件(要件14,26など)については、地震、津波、火山、竜巻等の最新の科学的・技術的知見の調査や決定論的評価などが継続的に評価されていること、人口分布などの社会環境の経時的な変化については、防災計画の定期的な確認・更新により、対応が可能。

5.2.4 新規立地とリプレースの差異について

- IAEA SSR-1要件13にある緊急時対応措置を考慮すると、完全な新規立地を想定する場合には当該原子力施設に係る防災計画がないため、立地適性として確認すべき事項は改めて検討を行う必要がある。
- なお、同一敷地内への増設においても、敷地周辺の自治体には既に防災計画が存在し訓練が実施されていることを考えれば、5.2.3(1)項～(3)項に示す考え方は増設の場合でも同様に適用できると考える。

5.2.5 立地の適性評価の考え方のまとめ

立地の適性評価に関する国内外の規制基準及び立地評価について調査し、以下のとおり次期軽水炉の立地の適性評価について検討した。

- 「新規制基準の考え方」における整理は、既設炉に対するものではあるものの、既設炉が立地している敷地内でのリプレースの場合、周辺地域に原子力災害対策が策定されていることから、「新規制基準の考え方」で述べられた内容を適用することで立地適性の検討は適切に行えると考えられる。
- なお、防災計画の検討において重大事故時の線量評価結果を参照する場合も考えられることから、重大事故時の敷地周辺の公衆に対する影響を設計段階で確認することは有用であると考えられる。