

安全性に影響を与える可能性のある火山事象を抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う（図1参照）。

なお、評価を行う際の各火山事象の特性と規模については、個別評価を踏まえて設定する。

ただし、最も広範囲に及ぶ火山事象である降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物が降下するものとする。そのため、降下火砕物については、地理的領域外の火山も評価対象に含まれる。なお、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積当たりの質量と同等の火砕物の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分小さいと認められる場合は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さく見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価する。

以下、地理的領域外及び地理的領域内の火山による火山事象の影響評価について、それぞれ説明する。

#### （1）地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価（図1の（1））

地理的領域外の火山については、降下火砕物の影響評価を行う。降下火砕物は主に火山灰である。地理的領域とは、原子力発電所から半径160キロメートルの範囲であり（詳細は本資料「§5 5-5 5-5-3」を参照）、降下火砕物以外の火山事象は地理的領域外に影響を及ぼすとは認められず、他方で、降下火砕物は地理的領域外にも影響を及ぼすと認められるため、地理的領域外については、降下火砕物の影響評価が必要となる。降下火砕物の降灰量（重量）の設定は、原子力発電所又はその周辺で確認された降下火砕物の最大降灰量（重量）を基に評価する。

#### （2）地理的領域内の火山による火山事象の影響評価（図1の（2））

地理的領域内で将来の活動可能性があると評価された火山については、降下火砕物

の影響評価だけでなく、火山性土石流や噴石、火山ガスなどの降下火碎物以外の火山事象による影響も評価する。

具体的には、例えば、火山ガスは、窒息性や有毒性、腐食性等といった直接的影響だけでなく、そのような影響により、原子力発電所周辺の人及びその生活に対し活動制限が課される等といった間接的影響をも及ぼす事象である。そこで、運用期間中に活動可能性のある火山に対する火山ガスの評価では、類似する火山から収集した情報又は当該火山におけるガス濃度計測値等の観測データを用いること等によって、原子力発電所への影響を示し、設計対応の可否を評価する。

このように影響評価においては、地理的領域内のみならず地理的領域外の火山事象の評価を行うところ、上記（1）及び（2）の各影響を評価するに当たっては、事業者において、原子力発電所が存在する立地周辺の地質調査や文献、数値シミュレーション等から、火山事象の影響の程度を認定し、その各事象に対する設計対応や運転対応を定め、原子力規制委員会において、その妥当性を審査する。

影響評価は、立地評価時の地質調査や文献等から、火山事象の原子力発電所の運用期間中における当該原子力発電所への影響の程度を評価することが求められるのであり、理由なく過去の当該原子力発電所への影響実績を超えた火山事象に対する設計を求めるものではない。

## § 5 5-5 火山

5-5-8 気中降下火碎物濃度の設定に関する火山影響評価ガイド等の改正の経緯及びその内容はどのようなものか。

### 1 平成29年12月改正の経緯

#### (1) 降下火碎物の影響評価に関する検討チームの設置

平成28年10月5日第35回原子力規制委員会において、委員から、降下火碎物の気中濃度（以下「気中降下火碎物濃度」という。）に関して、同年4月に電力中央研究所が公表した富士宝永噴火に関する数値シミュレーションに係る研究報告<sup>\*1</sup>等の学術研究について、収集・分析や研究を進め、規制へ反映するか否かを判断する必要がある旨の指摘があった。

また、同年10月26日第40回原子力規制委員会における指示に基づき、原子力規制庁は、既に新規制基準への適合に係る設置変更許可がなされていた九州電力株式会社川内原子力発電所1・2号炉、四国電力株式会社伊方発電所3号炉及び関西電力株式会社高浜発電所1～4号炉<sup>\*2</sup>について、1980年のセントヘレンズ山の噴火で得られた観測データを用いた場合の影響を確認することを求めるとともに、上記電力中央研究所の研究報告に対する事業者の見解等を報告することを求めた。

上記の確認結果等については、それぞれ同年11月16日第43回原子力規制委員会及び平成29年1月25日第57回原子力規制委員会において、原子力規制庁から

\*1 「数値シミュレーションによる降下火山灰の輸送・堆積特性評価法の開発（その2）」（電力中央研究所）

\*2 これら設置変更許可の審査に際しては、吸気口から降下火碎物が侵入し難い設計であることを確認し、念のため、降下火碎物が全て侵入した場合を仮定して、フィルタの閉塞時間を計算し、その時間に適切にフィルタ交換が可能とする手順を整備することを確認した。その際、参考として2010年のエイヤフィヤトラヨークトル火山の噴火で得られた観測データを用いた場合の影響を確認した。

報告を行った。

これらの対応を踏まえ、気中降下火砕物濃度に係る最新知見の規制への反映について検討を行うため、平成29年1月25日第57回原子力規制委員会及び同年2月15日の第61回原子力規制委員会において、「降下火砕物の影響評価に関する検討チーム」（以下「降下火砕物検討チーム」という。）を設置することが了承された。

## （2）降下火砕物検討チームにおける検討

降下火砕物検討チームは、平成29年3月29日から同年6月22日までの間、学識経験者<sup>\*3</sup>らの参加の下、計3回の会合を開催し、同会合において①原子力発電所敷地における気中降下火砕物濃度の評価の考え方、及び②機器への影響評価の考え方について検討を行った。

計3回の会合における検討の結果については「気中降下火砕物濃度等の設定、規制上の位置付け及び要求に関する基本的考え方」（以下「気中降下火砕物に係る規制の考え方」という。）として取りまとめ、平成29年7月19日第25回原子力規制委員会において報告を行った。

あわせて、同委員会において、気中降下火砕物に係る規制の考え方に基づき規則等の改正を行うことが了承された。

## （3）規則等の改正に係る意見公募手続及び施行状況

原子力規制委員会は、降下火砕物に係る規制の考え方に基づく規則等の改正案に対して、平成29年9月21日から1か月間の意見公募手続を行った。意見公募手続での指摘等を踏まえて一部修正された規則等の改正案については、同年11月29日第

---

\*3 石峯 康浩（国立保健医療科学院 上席主任研究官）、土志田 潔（一般財団法人電力中央研究所 原子力リスク研究センター 主任研究員）、三浦 大助（一般財団法人電力中央研究所 原子力リスク研究センター 上席研究員）、山元 孝広（国立研究開発法人産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 研究部門付総括研究主幹）。肩書きは当時のもの。

5回原子力規制委員会において決定され<sup>\*4</sup>、同年12月14日に施行された。これらについては、施設の運転の安全性に与える影響、事業者及び規制当局の評価・確認等に要する期間等を踏まえ、経過措置として施行から約1年（平成30年12月31日まで）の猶予期間を設けることとした。

## 2 改正の内容（規則・火山影響評価ガイドにおける要求）

### （1）気中降下火碎物に係る規制の考え方

気中降下火碎物は、改正以前から、火山影響評価ガイドにおいて、原子力発電所に影響を及ぼす火山事象として、その影響を十分に小さくする必要があるとし（本資料「§5-5-5」参照）、具体的には、外気取入口からの火山灰の侵入により非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能損失が生じないこと等としている（ガイド5.1(3)(a)③等）。

気中降下火碎物に係る規制の考え方においては、前述の電力中央研究所の研究報告及び産業技術総合研究所の研究報告<sup>\*5</sup>を踏まえ、1980年のセントヘレンズ山の噴火で得られた観測データ等より高濃度の気中降下火碎物が到来する可能性があり、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタが閉塞する可能性があることが分かったため、これを考慮する必要があるとした。そこで、大きな不確実さを含んでいるものの、降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法と数値シミュレーションにより推定する手法による推定値を考慮し、フィルタ交換等による安全施設の機能維持が可能かどうかの評価に用いる気中降下火碎物濃度及び継続時間を総合的・工学的判断により設定することとした。

### （2）平成29年12月改正の内容

ア 原子力発電所敷地における気中降下火碎物濃度の評価（上記1(2)①）

\*4 同年12月6日第53回原子力規制委員会において、第52回原子力規制委員会での指摘に係る追加報告を行った。

\*5 産業技術総合研究所山元孝広ほか(2016年)「吸気フィルタの火山灰目詰試験」

気中降下火砕物濃度の評価に関し、火山影響評価ガイド（添付1）において、(a)降灰継続時間を仮定して堆積量から推定する手法、及び(b)数値シミュレーションにより推定する手法を新たに示し、これらのうちいずれかの手法<sup>\*6</sup>を用いて気中降下火砕物濃度を算出し、その算出された気中濃度における環境下における影響評価を行わなければならぬとした<sup>\*7</sup>。

#### イ 機器への影響評価（上記1（2）②）

地震、津波等については、発生時に復旧が困難な損傷等の共通要因故障を複数設備に同時に引き起こす可能性があることから、あらかじめ、施設・設備等の設計において対応をすることを求めている。

他方、気中降下火砕物については、降灰時に使用しない施設・設備等は、外気取入口の閉止等を行い一時的に設備の停止を行うこと、また降灰時に使用する施設・設備等は、外気取入口に設置したフィルタの交換等を行うことにより、損傷等を防ぐことができる。また、降灰が収まれば安全機能の復旧が可能であることから、必ずしも降灰と同時に損傷等を引き起こすとは限らない。

このように、気中降下火砕物濃度に対しては、その特性を踏まえ、施設・設備等の設計による対策だけでなく、外気取入口の閉止等の運用による対策も含めて全体として対応することが適切である。

そのため、実用炉規則（84条の2（現行の83条）、92条）において、気中降下火砕物に対して、原子炉の運転の停止等による安定な状態への移行及び当該状態の維持、並びにこれら措置に必要な安全施設の機能を維持するための対策を求ることとした。具体的には、(i)上記アに示す手法で算出した気中降下火砕物濃度における安全

\*6 想定すべき火山事象に対して、現に用いた手法による推定結果が保守的であると認められる場合には、いずれかの手法を用いればよい。

\*7 気中降下火砕物に係る規制の考え方においては、機能維持評価用基準を、総合的、工学的判断により設定したものが「機能維持評価用参考濃度」であるとしていた。機能維持評価用基準は、確立した知見による規制を行う際に用いてきた設計基準と区別するために用いられた用語である。もっとも、検討の結果、確立した知見ではないものの、上記(a)及び(b)の推定する手法によって気中降下火砕物濃度を算出する方法を採用し、原子力規制委員会としてはこのような区別をしないこととした。

施設の機能を維持するための対策を要求することに加え、更に深層防護の観点から、  
(ii) 上記気中降下火砕物濃度を上回る場合も含め、濃度にかかわらず動作することが期待できる設備（例えば、タービン動補助給水ポンプ）による対策などを求めている

\*8

前述のとおり、気中降下火砕物に対しては、その影響を考慮すべき施設を抽出し必要な対策を講じる必要があるが、例えば、上記(i)の機能維持対策としては、原子炉の運転の停止等に必要な非常用交流動力電源等が上記アに示す手法で算出した気中降下火砕物濃度における環境下で使用できることを確認する必要がある。

非常用交流動力電源等を当該濃度環境下で使用するための対策として、例えば、外気取入口のフィルタの交換体制の整備や交換用フィルタの用意等を行うことは運用による対策であり、設置（変更）許可に係る審査における確認内容を変更するものではないことから、保安規定（変更）認可に係る審査において確認することとなる。なお、事業者の判断で、設置（変更）許可を伴う設備変更による対策を講じることを妨げるものではない。

---

\*8 「火山灰対策に係る保安規定の審査について—火山灰対策における考え方の再整理—」（平成30年1月7日第40回原子力規制委員会）

## § 5 5-5 火山

5-5-9 火山影響評価ガイドにおける火山活動のモニタリングとはどのようなものか。

### 1 目的

我が国は、東京電力福島第一原子力発電所における事故を経験し、原子力規制委員会は、想定される事象に対する規制を強化し、十分な対策を取ることを求めるだけでなく、想定を超える事象に対しても、事前にできる限りの準備を求めることが重要であることを認識した。

このため、火山影響評価ガイドでは、個別評価により原子力発電所の運用期間中に、設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、第四紀に設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対しては、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングを事業者が行うこととした。

このように、モニタリングを行うのは、そもそも、原子力発電所の運用期間中において、設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価することができ、立地が不適とならない場合であるが、火山影響評価ガイドでは、あえて事業者にモニタリングを行わせることとした以上、モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合への備えを考えておくことも当然必要であることから、モニタリングの実施方針に加えてモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針についても、事業者が事前に定めておくこととした。

### 2 火山活動のモニタリングの実施方針の策定

火山影響評価ガイドでは、事業者が火山モニタリングの実施方針を定めることとしている。具体的には、監視対象火山に対して、火山活動の監視項目を選定した上で運用期間中のモニタリングを行い、その結果を定期的に評価することにより、状況に有意な変化がないことを確認することを示している。

監視対象火山は、第四紀に設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山であり、否定できる火山は監視対象火山とはならない。

火山活動の監視項目としては一般的に、地震活動の観測（火山性地震の観測）、地殻変動の観測（G N S S 等を利用し地殻変動を観測）、火山ガスの観測（放出される二酸化硫黄や二酸化炭素量などの観測）等が考えられる。事業者は、自ら、適切な方法により監視するが、公的機関による火山活動の観測結果は、火山影響評価ガイドにおける監視とは目的が異なるものも含め、参考となる場合に活用することを妨げるものではない。

上記のとおり、モニタリングの目的は、原子力発電所の運用期間中において、設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分に小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することであり、モニタリングによって噴火の時期や規模を予測することを目的としていない。

そして、事業者は、抽出したモニタリング結果を第三者の助言を得るなどして定期的に評価する必要がある。

### 3 観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針の策定

火山影響評価ガイドでは、モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針として、①対処を講じるために把握すべき観測データの有意な変化と、それを把握した場合に対処を講じるための判断条件、②火山活動のモニタリングにより把握された観測データの有意な変化に基づき、火山活動の監視を実施する公的機関の火山の活動情報を参考にして対処を実施する方針、③モニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処として、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等を実施する

方針を事業者が定めることを示している。

そもそも、モニタリングを行うのは、原子力発電所の運用期間中において、設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した場合であるが、それにもかかわらずモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を定めておくこととしたのは、想定を超える事象に対して備えをすることで、対処方針が全くない場合と比較して、適切な対処を比較的容易にできるようにするためであり、あらかじめ、原子炉の停止、適切な核燃料の搬出等の対策を想定し、可能な範囲での対処方針を定めることとしている。

## § 5 5-6 竜巻

5-6-1 竜巻影響評価ガイドの策定経緯及び法的位置付けはどのようなものか。

### 1 竜巻影響評価ガイドの策定経緯

平成24年10月、原子力規制委員会は、福島第一原子力発電所の事故から得られた知見や教訓等を踏まえた原子力発電所の安全に係る規制基準類の見直しを行うために「発電用軽水型原子炉の新規制基準に関する検討チーム」（以下「検討チーム」という。）を組織し、発電用軽水型原子炉の新規制基準策定のための検討を開始した。検討チームの会合では、原子炉施設の設計基準で考慮すべき外部事象の見直しについて議論がなされ、新規制基準（設計基準）における考慮すべき外部事象として竜巻を新たに明示する方針となった。

独立行政法人原子力安全基盤機構は、原子力規制庁からの依頼により、竜巻及びその随伴事象<sup>\*1</sup>等が原子炉施設の安全性に及ぼす影響を確認する設置許可段階の安全審査に活用するためのガイド案の検討のため、各々気象学や風工学等の専門家であり、竜巻や耐風設計等に造詣のある6名の専門家<sup>\*2</sup>によって構成される「竜巻影響評価ガイド策定分科会」を組織した。そして、同分科会における審議等を経て、平成25年4月4日付けて「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（案）」を策定し、原子力規制庁へ提出した。

同ガイド（案）は、原子力規制委員会が一般からの意見募集を行った結果等を反映して必要な修正を行い、第23回検討チーム会合（平成25年6月3日）での議論を経て、

\*1 竜巻及び竜巻と一緒に発生する可能性のある雷、大雨、雹等、あるいはダウンバースト等に伴って発生し得る事象。

\*2 神田順主査（東京大学名誉教授、日本大学特任教授）、喜々津仁密委員（独立行政法人建築研究所構造研究グループ主任研究員）、小林文明委員（防衛大学校地球海洋学科教授）、野村卓史委員（日本大学理工学部土木工学科教授）、松井正宏委員（東京工芸大学工学部建築学科教授）、丸山敬委員（京都大学防災研究所気象・水象災害研究部門教授）。肩書きは当時のもの。

平成25年6月19日付けて、原子力規制委員会により、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド（以下「竜巻影響評価ガイド」という。）」として、制定された。

なお、上記ガイドは、国際原子力機関（以下「IAEA」という。）の竜巻の基準や、アメリカ合衆国原子力規制委員会（以下「米国NRC」という。）における竜巻に関する各種ガイドなどの基準類などを参考としている。

また、原子力規制委員会は、平成27年に気象庁が策定し、平成28年4月から竜巻等の突風の調査に使用している日本版改良藤田スケール（以下「JEFスケール」という。）について、当面の間は原則として採用せず、従来の藤田スケール<sup>\*3</sup>によって評価することとし、一般からの意見募集を行った結果等を踏まえ必要な修正を行ったうえで、竜巻影響評価ガイドを平成30年11月28日付けて改正し、上記の旨を明記した（なお、改正後の竜巻影響評価ガイドにおけるJEFスケールの具体的な適用方法については、本資料「§5 5-6 5-6-3」の1(2)ウ参照）。

## 2 竜巻影響評価ガイドの法的位置付け

原子炉等規制法は、発電用原子炉を設置しようとする者は、原子力規制委員会の原子炉設置許可を受けなければならない旨定めている（同法43条の3の5第1項）。そして、原子炉設置（変更）許可の要件の一つとして、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合すること」を求めるいわゆる4号要件があり（同法43条の3の6第1項4号、43条の3の8第2項）、「原子力規制委員会規則で定める基準」については、設置許可基準規則に必要な基準が定められている。

設置許可基準規則6条1項は、「安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される

\*3 1971年にシカゴ大学の藤田哲也博士が考察した竜巻等の規模を表す指標。藤田スケールには、通常、F0～F5までの階級が用いられ、階級ごとに風速の範囲が定義されている。

自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」と定め、「想定される自然現象」には「竜巻」が含まれる（設置許可基準規則の解釈6条2）。

竜巻影響評価ガイドは、当該規定に関連して、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随伴事象等によって原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることを設置許可段階において確認する一例として安全審査に活用することを目的とするものであり、審査における位置付けは、規制基準に関する内規（行政手続法上の審査基準に該当しないもの）である。すなわち、竜巻影響評価ガイドは、設置許可基準規則6条1項に基づき、原子力発電所への竜巻影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。したがって、事業者において、その妥当性が適切に示されれば、竜巻影響評価ガイド以外の方法を用いてもよい。

## § 5 5-6 竜巻

5-6-2 竜巻影響評価ガイドにおける評価方法はどのようなものなのか（概要）。

### 1 評価方法の概要

#### （1）目的

設置許可基準規則6条1項において、外部からの衝突による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならないとされており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、竜巻の影響を挙げている。竜巻影響評価ガイドは、当該規定に関連して、原子炉施設の供用期間中に極めてまれに発生する突風・強風を引き起こす自然現象としての竜巻及びその随伴事象等によって原子炉施設の安全性を損なうことがない設計であることを設置許可段階において確認する一例として安全審査に活用することを目的としている。そして、設置許可段階の安全審査においては、①設計竜巻及び設計荷重（設計竜巻荷重及びその他の組み合わせ荷重<sup>\*1</sup>）が、竜巻影響評価ガイドに示す基本的な方針を満足した上で適切に設定されていること、②設計荷重に対して、竜巻防護施設の構造健全性等が維持されて安全機能が維持される方針であることの2点について確認するものである。

#### （2）設計の基本方針

竜巻影響評価ガイドにおいて、設計の対象となる原子炉施設を設計対象施設という。設計対象施設には、竜巻防護施設と竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設があ

\*1 その他の組み合わせ荷重とは、①設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等と②竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等をいう。

る。

竜巻防護施設とは、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」の重要度分類における耐震Sクラスの設計を要求される設備(系統・機器)及び建屋・構築物等をいう。例えば、原子炉格納容器や安全機能を有する系統・機器(配管を含む)等がある。

竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設とは、当該施設の破損等により竜巻防護施設に波及的影響を及ぼして安全機能を喪失させる可能性が否定できない施設、又はその施設の特定の区画<sup>\*2</sup>をいう。例えば、送電鉄塔や閑閉所等がある。

ただし、竜巻防護施設の外殻となる施設等(竜巻防護施設を内包する建屋・構築物等)による防護機能によって、設計竜巻による影響を受けないことが確認された施設については、設計対象から除外できる。

竜巻防護施設の外殻となる施設等による防護機能が期待できる設計対象施設とは、例えば、原子炉格納容器に内包された安全機能を有する設備等<sup>\*3</sup>をいう。

### (3) 設計の基本的な考え方

設置許可段階では、基準竜巻<sup>\*4</sup>、設計竜巻<sup>\*5</sup>及び設計荷重<sup>\*6</sup>が適切に設定されていること、並びに設計荷重に対して、機能・配置・構造計画等を経て抽出された設計対象施設の安全機能が維持される方針であることを確認する。ただし、設計荷重については、設置許可段階において、その基本的な種類や値等が適切に設定されていることを確認する。以下「5-6-3」と「5-6-4」において、それについて詳述する。

\*2 竜巻防護施設を内包する区画をいう。

\*3 原子炉容器、蒸気発生器等。

\*4 設計対象施設の供用期間中に極めてまれであるが発生する可能性があり、設計対象施設の安全性に影響を与えるおそれがある竜巻をいう。

\*5 原子力発電所が立地する地域の特性(地形効果による竜巻の増幅特性等)等を考慮して、科学的見地等から基準竜巻に対して最大風速の割り増し等を行った竜巻。

\*6 設計荷重とは、設計竜巻荷重(風圧力、気圧差による圧力及び飛来物の衝撃荷重)と設計竜巻荷重と組み合わせる荷重(設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等及び竜巻以外の自然現象による荷重、設計基準事故時荷重等)をいう。

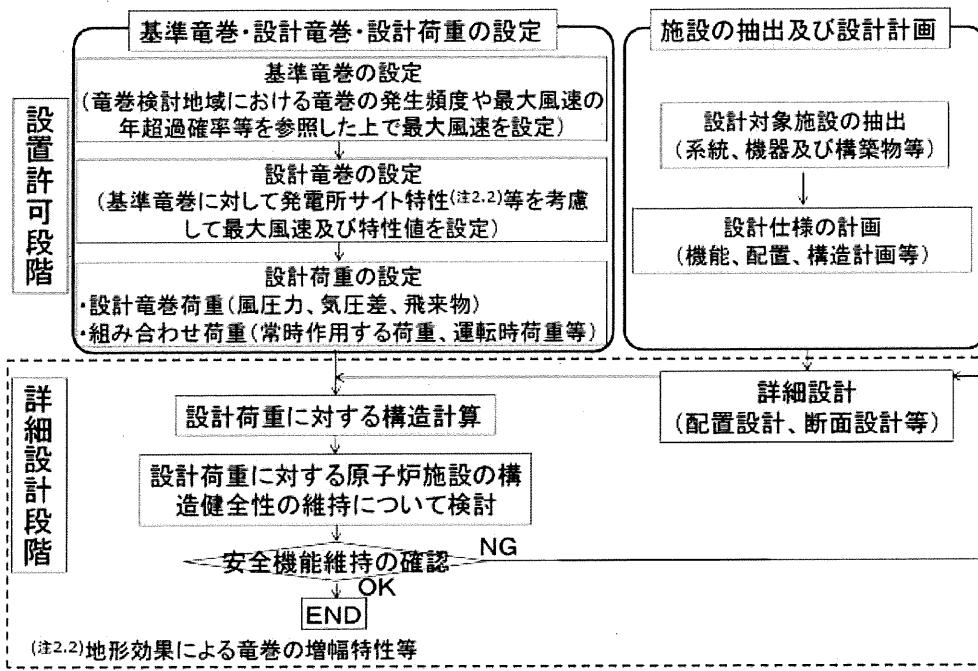


図1 設計の基本フロー

## § 5 5-6 竜巻

5-6-3 竜巻影響評価ガイドにおける基準竜巻等の設定の評価方法はどのようなものなのか（概要）。

### 1 基準竜巻の設定

設置許可段階の安全審査において、基準竜巻及び設計竜巻が適切に設定されていることを確認する。審査では、まず、竜巻検討地域の設定を確認し、次に、その地域における基準竜巻の最大風速 ( $V_B$ ) の設定及び設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) の設定を確認した上で、さらに、上記設計竜巻の特性値の設定及び設計竜巻荷重 ( $F_D$ ) の設定を確認するという流れになる（図1参照）。そこで、ここでは、基準竜巻の最大風速 ( $V_B$ ) の設定までの流れについて、以下詳述する。

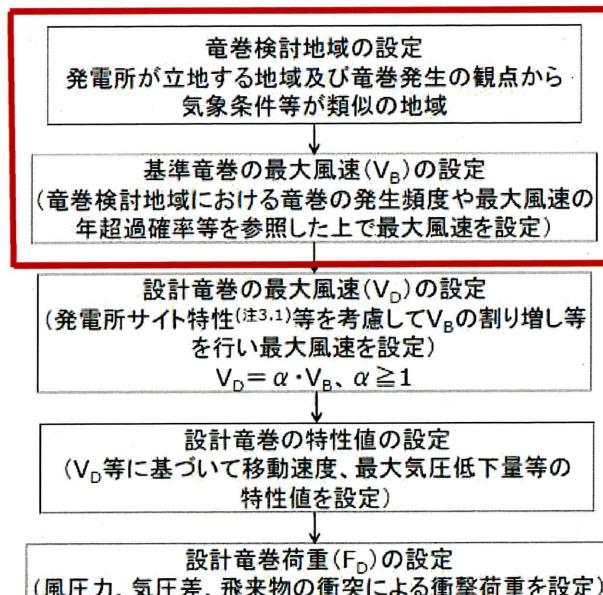


図1 基準竜巻・設計竜巻の設計に係る基本フロー

## (1) 龍巻検討地域の設定

龍巻検討地域は、原子力発電所が立地する地域及び龍巻発生の観点から原子力発電所が立地する地域と気象条件等が類似の地域から設定する。

龍巻検討地域の設定にあたって、龍巻影響評価ガイドは、IAEAの基準を参考にしている。IAEAの基準では、ある特定の風速を超過する龍巻の年発生頻度の検討にあたって龍巻の記録を調査する範囲として、およそ $10\text{万km}^2$ を目安としている。そこで、日本においても、龍巻検討地域の目安を、原子力発電所を中心とする $10\text{万km}^2$ の範囲としている。しかし、日本は、日本海側と太平洋側では気象条件等が異なるなど、比較的狭い範囲で気象条件が大きく異なる場合があることから、必ずしも $10\text{万km}^2$ に拘らずに原子力発電所の立地する地域と気象条件等が類似する地域を調査した結果に基づいて龍巻検討地域を設定することを基本とする。

例えば、原子力発電所が海岸線付近に立地する場合の龍巻検討地域の設定においては、安易に原子力発電所を中心とする円又は短形の領域等を龍巻検討地域にするのではなく、気象条件の類似性が日本海側や太平洋側の海岸沿いに分布しているのであれば、日本海側や太平洋側の海岸沿いの地域を対象に $10\text{万km}^2$ の範囲を設定するなど、原子力発電所の立地する地域と気象条件等が類似する地域を調査するという本来の趣旨にのっとり、龍巻検討地域を設定すべきである。そして、その際には、日本における龍巻位置は、海岸線付近に集中している傾向があり（図2参照）、かつ海岸線から $5\text{km}$ 以上離れた地域では龍巻発生数が急激に減少する傾向があることから（図3参照）、海岸線から陸側及び海側それぞれ $5\text{km}$ の範囲を目安に設定する。



図2 日本における竜巻の発生分布（1961～2011年）

（出典：気象庁：竜巒分布図（全国：1961-2011年）2012.8.24作成）

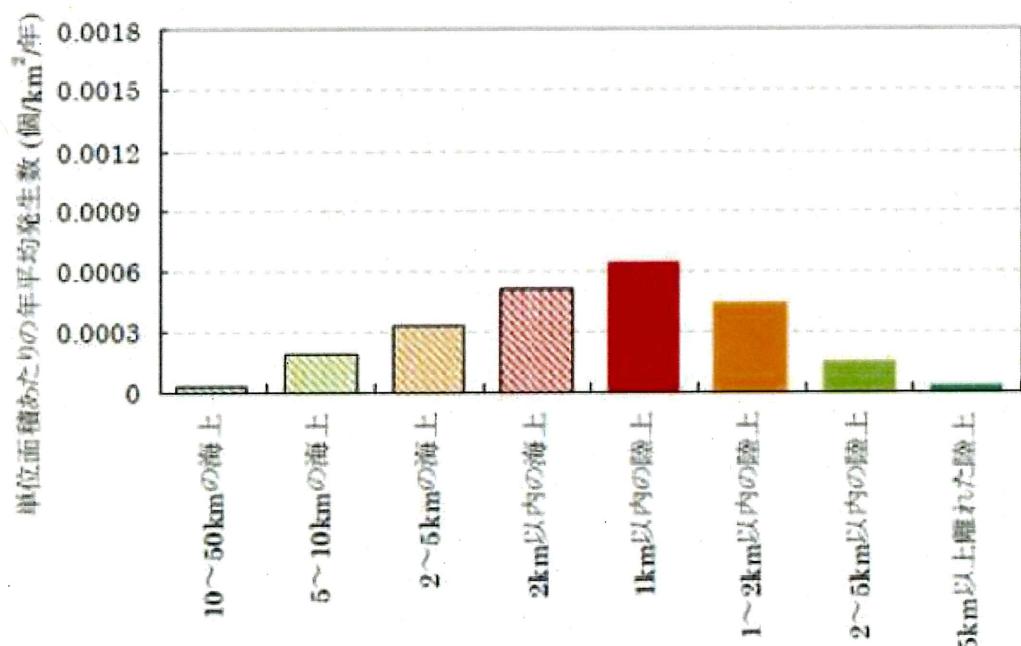


図3 日本の海岸線付近における竜巒の発生状況<sup>\*1</sup>（1961～2009年12月、規模：F0以上）

\*1 被害の痕跡が残りにくい海上竜巒は、単位面積あたりの年平均発生数が、実際の発生数より特に少ない可能性が考えられる。

(出典：東京工芸大学：「平成21～22年度原子力安全基盤調査研究（平成22年度）  
竜巻による原子力施設への影響に関する調査研究」独立行政法人原子力安全基盤機構委託研究成果報告書、平成23年2月）

## （2）基準竜巻の最大風速（ $V_B$ ）の設定

基準竜巻の最大風速（ $V_B$ ）は、①過去に発生した竜巻による最大風速（ $V_{B1}$ ）と②竜巻最大風速のハザード曲線<sup>\*2</sup>による最大風速（ $V_{B2}$ ）のうち大きな風速とする。なお、 $V_B$ は、最大瞬間風速とする。

### ア ①過去に発生した竜巻による最大風速（ $V_{B1}$ ）

日本で過去に発生した竜巻による最大風速を $V_{B1}$ として設定する。ただし、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の最大風速を十分な信頼性のあるデータ等<sup>\*3</sup>に基づいて評価できる場合は「日本」を「竜巻検討地域」と読み替えることができる。つまり、日本で過去に発生した竜巻による最大風速を $V_{B1}$ として設定するのではなく、竜巻検討地域における過去に発生した竜巻による最大風速を $V_{B1}$ として設定することも可能である。

過去に発生した竜巻による最大風速は、竜巻による被害状況等に基づく既往のデータベース、研究成果等について十分に調査・検討した上で設定する必要がある。

竜巻検討地域の観測記録等に基づいて①を設定する場合において、日本における過去最大級の竜巻を考慮しない場合には、その明確な根拠を提示する必要がある。

竜巻による被害状況から推定された最大風速を参照して設定された藤田スケールを用いて基準竜巻の最大風速を設定する場合は、藤田スケールの各階級（F0～F5）の最大風速を用いる。図4に藤田スケールと風速の関係を示す。なお、風速計等によって観測された風速記録がある場合には、その風速記録を用いてもよい。

\*2 ある任意地点において将来の一定期間中に襲来するであろう任意の竜巻の最大風速と、その強さを超える頻度または確率との関係を示したもの。

\*3 例えば、気象庁における「竜巻等の突風データベース」に基づくもの。

スケール	風速
F0	17~32m/s (約15秒間の平均)
F1	33~49m/s (約10秒間の平均)
F2	50~69m/s (約7秒間の平均)
F3	70~92m/s (約5秒間の平均)
F4	93~116m/s (約4秒間の平均)
F5	117~142m/s (約3秒間の平均)

図4 藤田スケールと風速の関係

#### イ ②竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 ( $V_{B2}$ )

竜巻検討地域における竜巻の観測記録等に基づいて作成した竜巻最大風速のハザード曲線上において、年超過確率<sup>\*4</sup> ( $P_{B2}$ ) に対応する竜巻最大風速を  $V_{B2}$  とする。 $P_{B2}$  は  $10^{-5}$  (暫定値) を上回らないものとする。

また、竜巻検討地域において基準竜巻の最大風速 ( $V_B$ ) が発生する可能性を定量的に確認するために、 $V_B$  の年超過確率を算定することとする。なお、 $V_B$  が  $V_{B1}$  から決定された場合 ( $V_B = V_{B1}$  の場合) は、 $V_{B2}$  の算定に用いた竜巻最大風速のハザード曲線を用いて、 $V_B$  の年超過確率を算定する。ちなみに、米国NRCの基準類では、設計に用いる竜巻（設計基準竜巻：Design-basis tornado）の最大風速は、年超過確率  $10^{-7}$  の風速として設定されている。

②の算定においては、まず、原子力発電所の号機ごとの全ての設計対象施設の設置面積の合計値及び推定される竜巻被害域（被害幅、被害長さ移動方向等から設定）に基づいて竜巻影響エリアを設定する。

---

\*4 ある事象の発生頻度、発生確率の単位の一つ。例えば、「年超過確率が  $10^{-5}$ 」とは、10万年に1回の発生頻度ということになる。

次に、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録等に基づいて基本的にはポアソン過程<sup>\*5</sup>等により竜巻の年発生数の確率分布の設定をする。

さらに、竜巻検討地域で過去に発生した竜巻の記録等に基づいて対数正規分布<sup>\*6</sup>等を仮定して竜巻最大風速の確率密度分布の設定をする。

そして、上記で設定した竜巻の年発生数の確率分布及び竜巻最大風速の確率密度を用いて、竜巻最大風速のハザード曲線の算定を行う。

最後に、上記で算定した竜巻最大風速のハザード曲線において年超過確率  $P_{B2}$  ( $\leq 10^{-5}$  (暫定値)) の竜巻最大風速を  $V_{B2}$  とする (図5参照)。

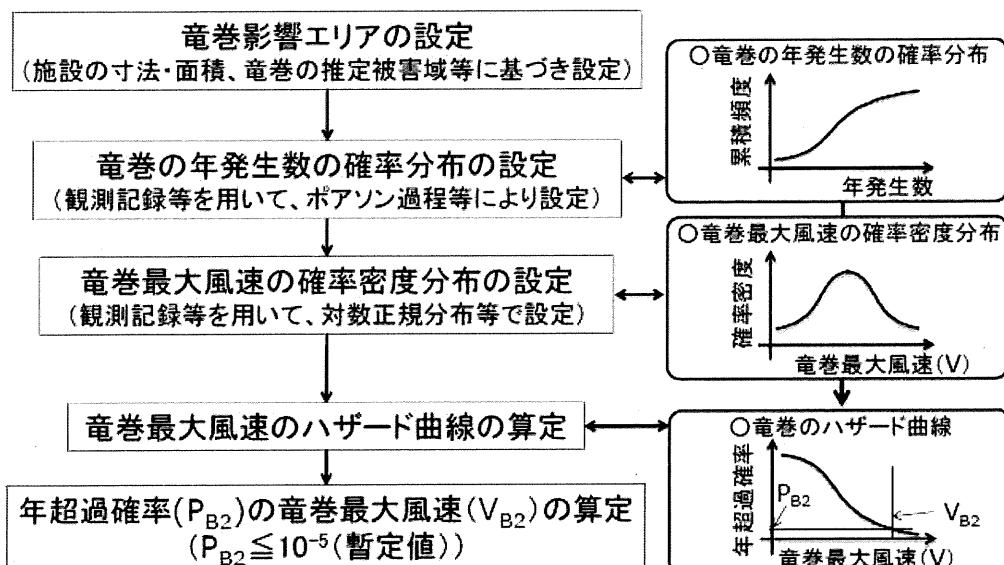


図5 竜巻最大風速のハザード曲線による最大風速 ( $V_{B2}$ ) の算定フロー

\*5 ポアソン過程とは、ある現象がランダムに起こる場合に、今までの発生状況がそれ以降の発生に影響を与えることなく、かつ発生が時間的に一様に推移する現象を表す数学的モデルであり、以下のような仮定に基づいている。

①事象は時間・空間のいかなる場所でもランダムに発生する。

②与えられた時間・空間の区間内で、事象の発生は他の任意の区間にに対して独立である。

③微小区間  $\Delta t$  における事象発生確率は  $\Delta t$  に比例する。 $\Delta t$  の間に事象が 2 回以上発生する確率は無視できる。

\*6 確率変数の自然対数が正規分布（平均値を中心とした左右対称の釣鐘型のような形状となる分布）に従う確率分布。

#### ウ J E F スケールの適用について

平成27年に気象庁が策定し、平成28年4月から竜巻等の突風の調査に使用しているJ E Fスケールについては、日本の建築物等の種類や特性を踏まえた被害指標及び被害度が用いられており、個別被害から求められる風速の精度の向上が図られている。一方、J E Fスケールにより評定された竜巻の風速等に関するデータの蓄積が少なく、そのデータのみによって竜巻影響評価ガイドにおいて評価が定められている竜巻最大風速の大きさと発生頻度との関係を把握することは困難であることから、 $V_B$ の設定において、J E Fスケールによるデータを用いず、平成28年3月以前に藤田スケールにより評定された竜巻の風速等に関するデータを用いて評価を行うものとする。ただし、これまでに日本国内において観測された最大の竜巻である藤田スケールの階級F3の最大風速92m/sに近い値又はそれを超える値が気象庁等により評定された場合には、設計竜巻荷重( $F_D$ )の設定に影響が出る可能性があるため、観測された風速の扱いを別途検討する。

## § 5 5-6 竜巻

5-6-4 竜巻影響評価ガイドにおける設計竜巻、設計竜巻荷重、設計荷重の設定及び竜巻随伴事象に対する考慮の評価方法はどのようなものなのか（概要）。

### 1 設計竜巻の設定及び設計竜巻荷重の設定

図1のとおり、基準竜巻の最大風速 ( $V_B$ ) の設定がなされると、次に、設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) 及び特性値を設定し、さらに、設計竜巻荷重を設定する。以下、設計竜巻の最大風速の設定・特性値の設定及び設計竜巻荷重について、それぞれ詳述する。

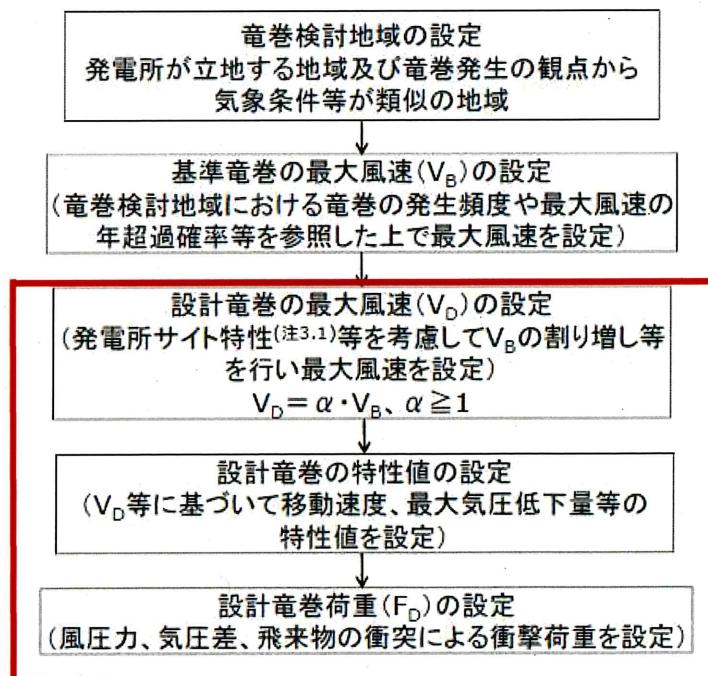


図1 基準竜巻・設計竜巻の設計に係る基本フロー

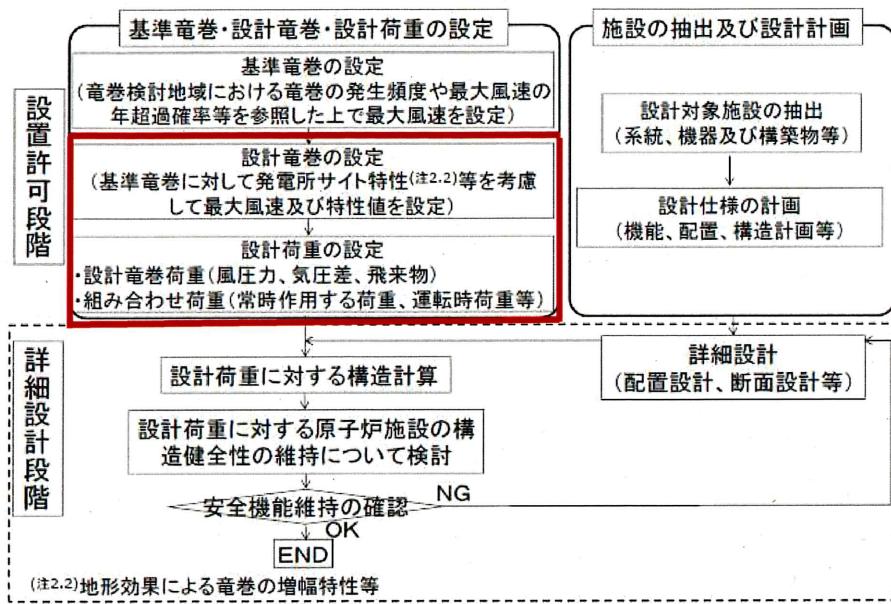


図2 設計の基本フロー

## 2 設計竜巻の設定

### (1) 設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) の設定

設計竜巻の設定では、設計竜巻の最大風速<sup>\*1</sup> ( $V_D$ ) 及び特性値を設定する。すなわち、設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) は、原子力発電所が立地する地域の特性（地形効果による竜巻の増幅特性等）等を考慮して、科学的見地等から基準竜巻の最大風速 ( $V_B$ ) の適切な割り増し等を行って設定する。なお、 $V_D$ は $V_B$ を下回らないものとする。

原子力発電所が立地する地域の特性（地形効果による竜巻の増幅特性等）としては、丘陵等による地形効果によって竜巻が増幅する可能性があると考えられることから、原子力発電所が立地する地域において、設計対象施設の周辺地形等によって竜巻が増幅される可能性<sup>\*2</sup>について検討を行い、その検討結果に基づいて設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) を設定する。なお、竜巻が丘陵や段差等の上空を通過した際には、竜巻が減衰

\*1 最大瞬間風速。

\*2 例えば、竜巻が地表面の勾配の変化により増幅する知見が得られている。

する可能性が指摘されているが、保守性を考慮して、 $V_D$ の設定においては、そのような減衰の効果は考慮しない。

## (2) 設計竜巻の特性値の設定

設計竜巻の特性値は、設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ )、及び竜巻検討地域において過去に発生した竜巻の特性等を考慮して適切に設定する。具体的には、竜巻検討地域で観測された竜巻に関する情報、及び設計竜巻の最大風速 ( $V_D$ ) 等に基づいて、移動速度、最大接線風速、最大接線風速半径、最大気圧低下量、最大気圧低下率を設定する。

## 3 設計竜巻荷重の設定

設計竜巻荷重 ( $F_D$ ) の設定においては、①設計竜巻の最大風速による風圧力、②設計竜巻における気圧低下によって生じる設計対象施設内外の気圧差による圧力及び③設計竜巻によって設計対象施設に衝突し得る飛来物（設計飛来物）が設計対象施設に衝突する際の衝撃荷重について、それぞれの技術的見地等から妥当な荷重を設定する。

## 4 設計荷重の設定

設計荷重の設定とは、設計竜巻荷重及び設計竜巻荷重と組み合わせる荷重の設定をいう。設計竜巻荷重と組み合わせる荷重とは、①設計対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等及び②竜巻以外の自然現象<sup>\*3</sup>による荷重、設計基準事故荷重等をいう。

なお、②の荷重については、竜巻以外の自然現象及び事故の発生頻度等を参照して、①の荷重に組み合わせることの適切性や設定する荷重の大きさ等を判断する。

そして、上記により算出された設計荷重に対して、設計対象施設、あるいはその特定の区画<sup>\*4</sup>の構造健全性が維持されて安全機能が維持される方針であることを確認する。具

\*3 竜巻との同時発生が想定され得る雷、雪、雹及び大雨等の自然現象を含む。

\*4 竜巻防護施設を内包する区画。

体的には、建屋、建築物等の構造健全性の確認や、設備の構造健全性の確認等であり、  
①外殻となる施設等による防護機能が確認された竜巻防護施設を除く竜巻防護施設においては、設計対象施設が終局耐力等の許容限界に対して妥当な安全余裕を有していることを確認し、②竜巻防護施設に波及的影響を及ぼし得る施設においては、設計対象施設あるいはその特定の区画が、終局耐力等の許容限界に対して妥当な安全余裕を有していること、及び設計飛来物が設計対象施設あるいはその特定の区画に衝突した際に、竜巻防護施設の安全機能の維持に影響を与えないことなどを確認する。

## 5 竜巻随伴事象に対する考慮

竜巻随伴事象に対する考慮とは、竜巻随伴事象に対して、竜巻防護施設の安全機能が維持される方針であることを確認することをいう。

検討対象とする竜巻随伴事象は、原子力発電所の図面等を参照して十分に検討した上で設定する。ただし、竜巻随伴事象として容易に想定される火災、溢水等及び外部電源喪失という事象については、その発生の可能性について検討を行い、必要に応じてそれら事象が発生した場合においても安全機能が維持される方針であることを確認する。

## § 5 5-6 竜巻

5-6-5 竜巻影響評価ガイドにおいて、基準竜巻の最大風速の設定には既往最大風速が用いられているが、地球温暖化といった気象現象の将来的変化については考慮されているのか。

### 1 基準竜巻の最大風速の設定手法に係る考え方

一般論として、ある自然現象に関して想定する水準（ハザード・レベル）を設定する際には、次に述べる手法のうちのいずれか又は複数を用いることが合理的である。

すなわち、まず、①既往最大の観測値等に基づきハザード・レベルを設定する手法がある。次に、②理論的評価に基づきハザード・レベルを設定する手法がある。同手法には、②-1 ある現象をモデル化するなどして、科学的に合理的な範囲で最大のハザード・レベルを予測して設定する、決定論的手法を用いたハザード・レベルの設定方法と、②-2 観測された複数の事例等からハザードカーブを作成し、ある確率以下のハザードをスクリーニングしてハザード・レベルを設定する、確率論的手法を用いたハザード・レベルの設定方法がある。

基準竜巻の最大風速の設定に関しては、①及び②-2 の手法を用いている。すなわち、他の自然現象に比べて、竜巻の発生メカニズム解明や過去の観測記録のデータが不十分であることから、②-1 のようにあるサイトにおいて起こり得る竜巻の最大風速を計算等により予測する手法が確立されていない。一方、国内での最大風速の観測値等のうち既往最大のものを用いることは可能であり、また、確率論的手法を用いて設定すべき最大風速を推定する手法も確立している。よって、現在の科学技術水準を踏まえれば、①及び②-2 の手法を用いてハザード・レベルを設定することが最も合理的であり、したがつて竜巻影響評価ガイドは①及び②-2 の手法を用いて基準竜巻の最大風速を設定することを求めている（「5-6-3」参照）。

## 2 竜巻影響評価ガイドへの最新情報の反映

竜巻影響評価ガイドは「また、竜巻等の発生頻度、特性及びメカニズム等に関する情報、並びに竜巻等による被害の実情に関する情報等が不足している現在の日本の状況では、竜巻等に係る最新情報の調査・入手に努めるとともに、本ガイドは、最新情報を反映して適宜見直しを行うものとする。なお、将来に観測された竜巻の最大風速が、過去に観測された竜巻の最大風速を上回った場合は、本設計の妥当性について再度見直すこととする。」（6. 附則）としており、仮に地球温暖化という気象現象によって、竜巻の発生頻度や規模に影響を与えるというメカニズムが科学的知見によって明らかになった場合や、上記気象現象によって竜巻の最大風速が過去の最大風速を上回った場合には、上記附則によって本ガイドは、適宜見直すことになるので、本ガイドは、気象現象の将来的変化を考慮したものとなっている。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-1 立地審査指針は、どのようなもので、どのような役割を果たしていたのか。

### 1 立地審査指針の概要

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（以下「立地審査指針」という。）は、原子力委員会が昭和39年に決定し、原子力安全委員会が平成元年に一部改訂<sup>\*1</sup>した。

これは、平成24年に改正する前の原子炉等規制法24条1項4号（現43条の3の6第1項4号に相当）における「災害の防止上支障がないものであること」の基準を具体的に記載した指針の一つで、「陸上に定置する原子炉の設置に先立って行う安全審査の際、万一の事故に関連して、その立地条件の適否を判断するためのもの」であった。

### 2 立地審査指針の構造

立地審査指針は、「基本的考え方」、「立地審査の指針」及び「適用範囲」を示す「原子炉立地審査指針」（別紙1）、並びに、「原子炉立地審査指針を適用する際に必要な暫定的な判断のめやす」（別紙2）で構成されている。

そして、別紙1の「基本的考え方」は、「原則的立地条件」と「基本的目標」で構成されている。

#### （1）原則的立地条件

「原則的立地条件」は、万一の事故に備え公衆の安全を確保するために必要

\*1 改訂内容は、原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていることを判断するためのめやすとして、「国民遺伝線量」という指標を使用していたものを、「集団線量」という指標に置き換えたことや、被ばく線量の単位をレムからシーベルトに変更したもの。

な、以下の①から③の条件を規定している。

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と (立地審査指針 1. 1 (1))。

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 (立地審査指針 1. 1 (2))。

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 (立地審査指針 1. 1 (3))。

①は、原子炉施設の安全性に関し外部事象<sup>\*2</sup>の影響について定めたもので、大きな事故の誘因となる外部事象がない地点を選ぶためのもの、

②は、原子炉施設で発生しうる大きな事故が敷地周辺の公衆に放射線による確定的影响を与えないための要求で、原子炉施設の公衆からの一定の離隔を要求するもの、

③は、原子炉施設周辺の社会環境への影響が小さい場所を選ぶためのもので、必要に応じ防災活動を講じうる環境にあることも意図したものである。

## (2) 基本的目標

「基本的目標」は、上記の「原則的立地条件」を踏まえて達成すべき目標を設定するものである。立地審査指針は、「万一の事故時にも、公衆の安全を確保し、かつ原子力開発の健全な発展をはかること」を方針として、この指針によって達成しようとする基本的目標として、下記の 3 つのものを示している。

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

---

\*2 地震などの自然現象と外部人為事象（故意によるものは除く。）といった発電所外の事象。

## 障害を与えないこと

- 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。）（例えば、(旧)重大事故を想定する際には効果を期待した安全防護施設のうちいくつかが動作しないと仮想し、それに相当する放射性物質の放散を仮想するもの）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

また、「立地審査の指針」において、この基本的目標を達成するため、少なくとも以下の3つの条件が満たされていることを確認しなければならないと定められている。

### (ア) 基本的目標aを達成するために確認すべき条件について

基本的目標aは、いわゆる「公衆との離隔」を要求する原則的立地条件②と関係している。「立地審査の指針」においては、基本的目標aを達成するため、少なくとも「原子炉の周辺は、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること」の条件が充たされることを要求している。

ここでいう「ある距離の範囲」としては、(旧)重大事故の場合、もし、その距離だけ離れた地点に人がい続けるならば、その人に放射線障害を与えるかもしれないと判断される距離までの範囲をとるものとし、「非居住区域」とは、公衆が原則として居住しない区域をいうものとするとしている。

この「ある距離の範囲」の判断のめやすとしては、甲状腺（小児）に対し、  
1. 5 Sv、全身に対して0.25 Svとしている（立地審査指針別紙2の1）。

### (イ) 基本的目標bを達成するために確認すべき条件について

基本的目標bは、必要に応じ防災活動を講じうる環境にある地帯を要求する原則的立地条件③と関係している。「立地審査の指針」においては、当該「基

本的目標」を達成するため、少なくとも「原子炉からある距離の範囲内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯であること」の条件が充たされていることを要求している。

ここにいう「ある距離の範囲」としては、(旧)仮想事故の場合、何らの措置を講じなければ、範囲内にいる公衆に著しい放射線災害を与えるかもしれないと判断される範囲をとるものとし、「低人口地帯」とは、著しい放射線災害を与えないために、適切な措置<sup>\*3</sup>を講じうる環境にある地帯（例えば、人口密度の低い地帯）をいうものとするとしている。

この「ある距離の範囲」の判断のめやすとしては、甲状腺（成人）に対し $3\text{ Sv}$ 、全身に対して $0.25\text{ Sv}$ としている（立地審査指針別紙2の2）。

#### (ウ) 基本的目標cを達成するために確認すべき条件について

基本的目標cは、集団線量の見地から社会的影響を低減することを要求する原則的立地条件③と関係している。「立地審査の指針」においては、当該「基本的目標」を達成するため、少なくとも「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」の条件が充たされていることを要求している。

ここでいう「ある距離」としては、(旧)仮想事故の場合、全身線量の積算値が、集団線量の見地から十分受け入れられる程度に小さい値になるような距離をとるものとするとしている。

この「ある距離」の判断のめやすとしては、外国の例（例えば2万人Sv）を参考とすることとしている（立地審査指針別紙2の3）。

### (3) 立地審査指針により判断する事項

以上をまとめると、立地審査指針は、まず、事故時に公衆の安全を確保するために必要な「原則的立地条件」を定め、これを踏まえて達成すべき「基本的目標」を設定し、

---

\*3 例えば、公衆の避難など。

- a 敷地周辺の公衆に放射線による確定的影響を与えないため、(旧)重大事故を仮定したうえで、めやすとして、甲状腺（小児）に対し $1.5\text{Sv}$ 、全身に対して $0.25\text{Sv}$ を超える範囲は非居住区域であること（立地審査指針別紙2の1）。
- b 防災活動を講じうる環境にある地帯とするため、(旧)仮想事故を仮想したうえで、めやすとして、甲状腺（成人）に対し $3\text{Sv}$ 、全身に対して $0.25\text{Sv}$ を超える範囲は低人口地帯であること（立地審査指針別紙2の2）
- c 社会的影響を低減するため、(旧)仮想事故を仮想したうえで、めやすとして、全身線量の人口積算値が例えば2万人Svを下回るように、原子炉敷地が人口密集地帯から離れていることをそれぞれ判断していた。

### 3 深層防護の考え方と立地審査指針の関係

#### (1) 深層防護の考え方について

深層防護は、本資料「§ 2 2-4」で述べているとおり、国際原子力機関（IAEA）においても採用されてきた考え方である。

#### (2) 深層防護に対する立地指針の役割

改正前原子炉等規制法においては、深層防護の第4の防護レベルであるシビアアクシデント対策については、法的要件とされておらず、事業者の自主的な対応という位置付けに留まっていた。

これについて、立地審査指針は、(旧)重大事故を想定した上で、人に対するめやす線量を設定し、その条件を満たす離隔距離を確保することで、放射線リスクの抑制という目標を達成することにより、深層防護の第4の防護レベルのシビアアクシデント対策が法的要件とされていない中で、一定の役割を担

ってきた。

また、立地審査指針において要求している低人口地帯は、急性障害を避けるための非居住区域と異なり、避難など適切な措置を講じることにより放射線による影響を低減することが想定されている地域であり、そのような地域において防災を考える際の、避難のしやすさを考慮したものである。これは、深層防護の第5の防護レベルそのものではないものの、深層防護の第5の防護レベルの領域である防災活動を容易にする効果を意図するものであった。

#### 4 既許可の原子炉施設に対する立地審査指針の適用結果

既許可の原子炉施設に立地審査指針の基本的目標を適用した結果は、以下のとおりであった。

- a (旧) 重大事故の発生を仮定した上で、めやす線量（甲状腺（小人）に対して $1.5 \text{ Sv}$ 、全身に対して $0.25 \text{ Sv}$ ）を超える区域、すなわち敷地周辺の公衆に放射線による確定的影响を与えないための区域である「非居住区域」は、発電所敷地内におさまっていたため、敷地外において「非居住区域」の設定はされず、敷地境界ではめやす線量未満となっていた。
- b (旧) 仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して $3 \text{ Sv}$ 、全身に対して $0.25 \text{ Sv}$ ）を超える地帯、すなわち適切な措置を講じうる環境にある地帯である「低人口地帯」は、発電所敷地内におさまっていたため、敷地外は「低人口地帯」である必要はなく、敷地境界ではめやす線量未満となっていた。
- c (旧) 仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（全身線量の人口積算値は2万人Sv）を超えるような人口密集地帯に近接した立地地点は、日本国内に存在しなかった。なお、大都市である東京や大阪が含まれる方位に放射性物質が流れるという想定をする場合が、全身線量の人口積算値が最大となることが多いが、その場合においてもめやす線量未満となっていた。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-2 現在の立地審査指針の位置づけはどのようなものか。

### 1 東京電力福島第一原子力発電所事故及び新規制基準策定後の立地審査指針の位置付け

東京電力福島第一原子力発電所事故の教訓により、原子炉等規制法の改正、新規制基準の策定が行われ、深層防護の考え方をより厳格に適用し、重大事故等対策が法的要件となり、新規制基準である設置許可基準規則等では、重大事故等対策を具体的に要求することとなった。

#### (1) 立地審査指針の法的な位置付け（総論）

平成24年改正原子炉等規制法は、その第3段階目の施行により、原子炉設置許可の要件として、新たに重大事故等対策を要件とした。

改正原子炉等規制法43条の3の6第1項4号は、「発電用原子炉施設の位置、構造及び設備が核燃料物質若しくは核燃料物質によって汚染された物又は発電用原子炉による災害の防止上支障がないものとして原子力規制委員会規則で定める基準に適合するものであること」と規定され、同号の要件の審査基準は、原子力規制委員会が定める規則に委任された。この同号の委任を受けて原子力規制委員会が策定した設置許可基準規則においては、立地審査指針は採用されず、また、同規則の解釈においても立地審査指針は引用されていない。

つまり、立地審査指針自体は、東京電力福島第一原子力発電所事故後においても、規制機関によって改廃されていないが、規則ではないため、平成24年改正原子炉等規制法の施行後においては、同法43条の3の6第1項4号の審査基準ではなく、また、設置許可基準規則の解釈においても引用されていない。

## (2) 立地審査指針の内容と設置許可基準規則等の関係

現在、立地審査指針は、審査基準として使用されていないが、立地審査指針における原則的立地条件は設置許可基準規則等の現在の法体系において、以下のように考慮・判断された。

### ア 原則的立地条件①について

立地審査指針の原則的立地条件のうち、上記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」については、設置許可基準規則においては、原子炉施設の敷地及び周辺の外部事象に関する審査事項として、地盤（設置許可基準規則3条）、地震（設置許可基準規則4条）、津波（設置許可基準規則5条）及びその他火山、洪水、台風、竜巻などの外部事象（設置許可基準規則6条）などによる損傷防止の観点で、個別具体的に要求されている。例えば、耐震重要施設を断層の露頭の存する地盤に設置しようとする場合や火砕物密度流が到達する恐れがある場所等は、立地不適と評価する（設置許可基準規則3条3項、同規則の解釈 別記1第3条3項、原子力発電所の火山影響評価ガイド6.2）。また、これらの外部事象により安全機能が損なわれると評価される場合には、許可されないことにより、立地が制限される。

したがって、立地審査指針の上記①の事項は、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。

### イ 原則的立地条件②について

立地審査指針の原則的立地条件のうち、上記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」は、立地評価に係る事項であるが、設置許可基準規則においては採用されていない（設置許可基準規則第1章・第2章）。

新規制基準策定以前については、原子炉施設を構成する安全上重要な構築物・系統・機器は、安全設計審査指針によりその信頼性が担保されており、かつ、原子炉施設全体としての安全設計は発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（以下「安全評価指針」という。）により安全評価を行うことで、その適切性が担保されていた。さらにその上で、設計基準事故より厳しい解析条件を（旧）重大事故の想定において設定して立地評価を実施していた。

しかし、東京電力福島第一発電所事故の発生を契機に、深層防護の考え方をより厳格に適用することとされ、改正原子炉等規制法43条の3の6第1項の施行によって、従前、自主的対策として強く推奨されていた原子炉施設の重大事故等対策が、新たに設置（変更）許可にかかる規制要求事項として追加された。そして、同項4号の委任を受けた設置許可基準規則は、設計基準対象施設（同規則第2章）と重大事故等対処施設（同規則第3章）についての要求事項を定めた。

このように、改正原子炉等規制法により重大事故等対策が法的な要求事項として追加されたことから、従前、立地審査指針及び安全評価指針を用いて設計基準事故を超える事象の想定をしていた内容が再検討された。立地審査指針に基づく上記原則的立地条件②については、無条件に原子炉格納容器が健全であることを前提に評価しているとの批判もあり、他方、福島第一発電所事故を踏まえて重大事故等対策を法的要件としたことから、そのような前提による評価よりも、炉心の著しい損傷や原子炉格納容器破損に至りかねない事象を具体的に想定した上で重大事故等対策自体の有効性を評価することが、より適切に、「災害の防止上支障がないこと」について判断できると評価した。

そして、設置許可基準規則においては、立地審査指針における立地評価に係る事項（上記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」)を、基準として採用しなかった。

#### ウ 原則的立地条件③について

##### 1) 現在の法体系における深層防護の考え方

改正原子炉等規制法は、上記のとおり、深層防護の第4の防護レベルに相当する重大事故等対策を法的の要求事項とし、設置許可基準規則は、重大事故等対策について規定した。

また、原子力災害対策特別措置法等により、我が国の法体系は、深層防護の考え方の第5の防護レベルにも対応しており、国際原子力機関(IAEA)作成の安全基準である「原子力発電所の安全：設計」における深層防護の考え方と整合している。

##### 2) 現在における、立地審査指針に対する評価

立地審査指針により要求していた、(旧)仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量(甲状腺(成人)に対して3Sv、全身に対して0.25Sv)を超える地帯、すなわち適切な措置を講じうる環境にある地帯である「低人口地帯」は、既許可の原子炉施設では発電所敷地内に収まっていた。また、立地審査指針策定時には制定されていなかった原子力災害対策特別措置法等により原子力災害防止対策の強化がなされていることなどから、立地審査指針における要求(上記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」のために低人口地帯を設定すること)はその役割を終えたと判断した。

また、立地審査指針が、社会的影響の観点から、集団線量を考慮して「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」を要求することについては、本資料「§6 6-1-6」で詳述するとおり、合理的ではないと判断した。

したがって、現在の原子炉等規制法において、立地審査指針における要求(上記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」)は採用していない。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-3 立地審査指針の「(旧) 重大事故」、「(旧) 仮想事故」と原子炉等規制法、設置許可基準規則の「重大事故」は同じ意味か。

### 1 立地審査指針における「(旧) 重大事故」と「(旧) 仮想事故」

立地審査指針における、「(旧) 重大事故」とは、立地審査指針における「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、最悪の場合には起こるかもしれないと考えられる重大な事故」である。

更に厳しい条件の設定である「(旧) 仮想事故」とは、立地審査指針における「(旧) 重大事故を超えるような技術的見地からは起こるとは考えられない事故」であり、例えば、「(旧) 重大事故を想定する際には効果を期待した安全防護施設のうちのいくつかが動作しないことを仮想し、それに相当する放射性物質の放散を仮想するもの」である。

これらは、いずれも、設計基準事故を超える条件を想定しており、(旧) 重大事故や(旧) 仮想事故の発生を想定しても、公衆の安全が確保される程度に原子炉と公衆とが隔離されているか等を確認することにより、立地が適切であるかを評価していた。

具体的には、立地審査指針における「(旧) 重大事故」及び「(旧) 仮想事故」は、例えば、核燃料が損傷し放射性物質が一定程度放出されると仮定する一方、ECCS（非常用炉心冷却設備）が運転できること、交流動力電源も利用できること、放射性物質の漏えい条件については、原子炉格納容器内の圧力に対応した漏えい率に余裕を見込んだ値を仮定するものの、原子炉格納容器は破損しないこと等を前提とした評価条件を設定した上で、事故の具体的な事故シナリオ等を考慮せず、事故を想定し評価していた。

## 2 改正原子炉等規制法、設置許可基準規則における「重大事故」及びその対策

原子炉等規制法の委任規則である設置許可基準規則における「重大事故」とは、炉心、核燃料物質貯蔵設備に貯蔵する燃料体又は使用済燃料が著しく損傷すること（実用炉規則4条）をいう。

設置許可基準規則における重大事故等対策においては、①炉心の著しい損傷（つまり重大事故）に至るおそれがある事故について、具体的な事故シナリオを検討し、その事故シナリオに対して講じた対策が有効であることを評価し（設置許可基準規則37条1項）、また、②炉心の著しい損傷が発生したとしても、格納容器の破損を防止するため、具体的な事故シナリオを検討し、その事故シナリオに対して講じた対策が有効であることを評価する（設置許可基準規則37条2項）。これらの事故シナリオは、最新の科学的知見を踏まえた確率論的リスク評価の手法を用いて、具体的な事故の進展を検討し、用意した重大事故等に対する対策の有効性を評価する。この評価においては、例えば、ECCSの機能が喪失する事故を想定する場合、必要に応じて全交流動力電源の喪失等の事故も同時に発生すると仮定し、一度機能喪失した機器等は、機能復旧を認めないと、厳しい条件を設定した上で、重大事故等対策の有効性を評価する。

（なお、確率論的リスク評価については、本資料「§3-3」において述べる。）

さらに、格納容器が破損した場合において、工場等外へ放射性物質の拡散を抑制するために必要な設備も要求している（設置許可基準規則55条）。

## 3 結論

したがって、設置許可基準規則と立地審査指針は、同じ「重大事故」という用語を使用しているものの、50年以上前に策定された立地審査指針で想定することとされていた「（旧）重大事故」と「（旧）仮想事故」よりも、技術的には、設

置許可基準規則における「重大事故」の方が、最新の科学的知見を踏まえ、事故の条件として具体化され、大幅に厳しい状態における対策を要求している。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-4 立地審査指針で要求していた、原子炉施設で発生し得る大きな事故が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いう観点について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。

### 1 立地審査指針における要求とその内容

#### (1) 立地審査指針における要求

立地審査指針では、原子炉施設で発生し得る大きな事故が敷地周辺の公衆に放射線による確定的影響を与えないため、「原子炉の周辺は、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること」を要求している。ここでいう「ある距離の範囲」としては、(旧)重大事故の場合、もし、その距離だけ離れた地点に人がいつづけるならば、その人に放射線障害を与えるかもしれないと判断される距離までの範囲をとるものとし、「非居住区域」とは、公衆が原則として居住しない区域をいうものとする。

この「ある距離の範囲」の判断のめやすとしては、甲状腺（小児）に対し、 $1.5 \text{ Sv}$ 、全身に対して  $0.25 \text{ Sv}$  としている（立地審査指針別紙2の1）。

#### (2) (旧)重大事故の想定内容

発電用原子炉施設の立地の妥当性を評価するにあたり、立地審査指針における「(旧)重大事故」は、設計基準事故を超えるものとして、その影響を評価する際、事故の具体的な進展等を考慮せず、安全評価指針に定められた評価条件を前提として設定し、評価していた。

この評価条件は、例えば、核燃料が多少損傷し、核分裂生成物が一定程度放出されると仮定する一方、ECCS（非常用炉心冷却設備）が運転できるこ

と、交流動力電源も利用できること、放射性物質の漏えい条件については、原子炉格納容器内の圧力に対応した漏えい率に余裕を見込んだ値を仮定して評価するものの、原子炉格納容器は破損しないこと等を前提としたものであった。

### (3) (旧) 重大事故の想定を基に「非居住区域」に設定すべき区域を評価した結果

既許可の発電用原子炉施設の審査において「非居住区域」に設定すべき区域を評価した結果、その範囲は発電所敷地内に収まっていたため、敷地外における「非居住区域」の設定はされず、敷地境界で受ける線量は、甲状腺（成人）に対して  $3 \text{ Sv}$  未満、全身に対して  $0.25 \text{ Sv}$  未満となっていた。

## 2 設置許可基準規則等における考え方

### (1) 設置許可基準規則等における要求

平成24年改正原子炉等規制法は、その第3段階目の施行により、原子炉設置許可の要件として、新たに重大事故等対策を要求事項とした。具体的には、設置許可基準規則において、発電用原子炉施設は、設計基準事故を超えるものとして、重大事故（つまり炉心の著しい損傷）に至るおそれがある事故が発生した場合において、炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置を講じたものであることを要求している（設置許可基準規則37条1項）。

### (2) 設置許可基準規則等における事故の想定内容

上記炉心の著しい損傷を防止するために必要な措置については、事故の発生及び具体的な事故の進展を検討し、その事故の進展に対して講じた対策が有効であることを評価する。その際、最新の科学的知見を踏まえた確率論的リスク評価の手法を用いることで、具体的な事故の進展を検討する。

また、この評価においては、例えば、ECCSの機能が喪失する事故を想定

する場合、一度機能喪失した機器等は、機能復旧を認めないと、厳しい条件を設定した上で、事故対策の有効性を評価する。

上記のような、炉心の著しい損傷を防止する対策の有効性を評価した結果、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、BWRにおいては、除熱のためフィルタ・ベント設備等の格納容器圧力逃し装置を使用し、放射性物質が放出される事態が想定されるため、その場合においても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ように、敷地境界において、発生事故当たり概ね  $5 \text{ mSv}$  以下であることを要求している。原子力発電所の敷地は人が居住しない区域であるため、この要求は言い換えると、発生事故当たり概ね  $5 \text{ mSv}$  ( $0.005 \text{ Sv}$ ) 以上の区域は、非居住区域であることを要求していることと同等であり、立地審査指針における非居住区域を定めるめやす線量（甲状腺（小児）に対し、 $1.5 \text{ Sv}$ 、全身に対して  $0.25 \text{ Sv}$ ）より大幅に厳しい基準となっている。

### 3 結論

上記のとおり、立地審査指針の「原子炉施設で発生しうる大きな事故が敷地周辺の公衆に確定的影響を与えない」こと、すなわち「原子炉の周辺は、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること」に関する要求は、事故の具体的な進展などを考慮せず、安全評価指針に定められた評価条件を前提とした上で、「非居住区域」の境界における線量は  $0.25 \text{ Sv}$  以下等であることとしていた。更に実態上、「非居住区域」は発電所の敷地内に収まっていた。

一方、設置許可基準規則等における要求は、最新の科学的知見を踏まえた確率論的リスク評価の手法を用いて具体的な事故の進展を検討し、一度機能喪失した機器等は機能復旧しないなど、立地審査指針より厳しい条件を設定した上で、炉

心の著しい損傷を防止し、放射性物質が放出されないような対策について、その有効性を評価することを要求している。また、放射性物質が一部放出される場合においても、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ため、敷地境界において、発生事故当たり概ね  $5 \text{ mSv}$  以下であることを要求している。

よって、発電用原子炉施設の立地の妥当性を評価するにあたり、立地審査指針が「原子炉の周辺は、原子炉からある距離の範囲内は非居住区域であること」を要求することで達成しようとしていた、「原子炉施設で発生しうる大きな事故が敷地周辺の公衆に確定的影響を与えない」ことについては、設置許可基準規則等により、設計段階においてより厳しい条件を設定した上でより厳しい基準を達成できることを要求している。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-5 立地審査指針で、「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」の観点から要求していた「原子炉からある距離の範囲内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯であること」について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。

### 1 立地審査指針における要求とその内容

#### (1) 立地審査指針における要求

立地審査指針では、原子炉施設敷地周辺の社会環境への影響が小さい場所を要求するため、必要に応じ適切な措置を講じうる環境にある地帯として、「原子炉からある距離の範囲内であって、非居住区域の外側の地帯は、低人口地帯であること」を要求している。

ここでいう「ある距離の範囲」としては、(旧)仮想事故の場合、何らの措置を講じなければ、範囲内にいる公衆に著しい放射線災害を与えるかもしれないと判断される範囲を取るものとし、「低人口地帯」とは、著しい放射線災害を与えないために、適切な措置（住民の避難など）を講じうる環境にある地帯（例えば、人口密度の低い地帯）をいうものとしている。

この「ある距離の範囲」の判断のめやすとしては、甲状腺（成人）に対し、 $3 \text{ Sv}$ 、全身に対して $0.25 \text{ Sv}$ としている（立地審査指針別紙2の2）。

#### (2) (旧) 仮想事故の想定内容

発電用原子炉施設の立地の妥当性を評価するにあたり、立地審査指針における「(旧) 仮想事故」は、(旧)重大事故と同様、その影響を評価する際、事故

の具体的な進展などを考慮せず、安全評価指針に定められた評価条件を前提として設定し、評価していた。

この評価条件は、例えば、核燃料が著しく損傷し、核分裂生成物が原子炉格納容器内に大量に放出されると仮定する一方、ECCS（非常用炉心冷却設備）が運転できること、交流動力電源も利用できること、放射性物質の漏えい条件については、原子炉格納容器内の圧力に対応した漏えい率に余裕を見込んだ値を仮定して評価するものの、原子炉格納容器は破損していないこと等を前提としたものであった。

### (3) (旧) 仮想事故の想定を基に「低人口地帯」である地帯を評価した結果

既許可の発電用原子炉施設の審査において、(旧) 仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して 3 Sv、全身に対して 0.25 Sv）を超える地帯、すなわち適切な措置を講じうる環境にある地帯である「低人口地帯」であるべき地帯を評価した結果、その範囲は発電所敷地内に収まっていたため、敷地外が「低人口地帯」である必要はなかった。

### (4) 立地審査指針の役割

#### ア 立地審査指針の決定当時の原子力防災について

立地審査指針の決定当時においては、原子力災害は災害対策基本法において対応することとなっており、原子力防災体制は、現在の原子力災害対策特別措置法による原子力防災対策と比較すると弱いものであった（原子力防災対策（避難計画）については、本資料「§ 2 2-5」において述べる。）。

そのような状況において、立地審査指針において要求している、(旧) 仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して 3 Sv、全身に対して 0.25 Sv）を超える地帯は、適切な措置を講じ得る環

境にある地帯である「低人口地帯」であることについては、例えば、原子炉の立地が、避難を容易にする環境であることで、その地域の公衆に著しい放射線災害を与えないようするためのものであるが、深層防護の第5の防護レベルである原子力防災そのものの要求をしているわけではなかった。

#### イ 現実の防災活動と低人口地帯の設定との関係

また、上記のとおり、実際の既許可の発電用原子炉施設の審査においては、（旧）仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して3Sv、全身に対して0.25Sv）を超える地帯、すなわち適切な措置を講じる環境にある地帯である「低人口地帯」に設定すべき区域を評価した結果、敷地境界で受ける線量は、0.25Sv未満となっており、その範囲は発電所敷地内におさまっていたため、敷地外が「低人口地帯」である必要はなく、敷地外での防災活動に役立つものではなかった。

## 2 原子力防災対策の充実・強化

上記のとおり、50年以上前の立地審査指針の決定当時においては、原子力災害については災害対策基本法において対応することとなっていた。しかしながら、平成11年のウラン加工工場での臨界事故の発生を契機に、災害対策基本法の特別法として原子力災害対策特別措置法を制定し、異常発生時における事業者から国や関係自治体への通報の義務化、通報基準及び原子力緊急事態宣言等の発出に係る基準の明確化、原子力災害対策本部を設置しその本部長（内閣総理大臣）に強力な権限を付与する等の国の緊急時対応体制の強化といった、原子力防災対策の充実・強化を行った。また平成23年の東日本大震災の発生を契機に、原子力災害対策特別措置法を改正して新たに法定化された原子力災害対策指針において、段階的避難の考え方を導入し（PAZ、UPZの導入）、防護措置の判断基準を具体的に規定し（EAL、OILの導入）、要配慮者の防護措置について

て規定するなど、原子力防災対策を大幅に充実・強化した。したがって、立地指針の決定当時に比べ、深層防護の第5層である原子力防災対策は格段に充実・強化されている。

### 3 結論

以上の通り、

①発電用原子炉施設の立地の妥当性を評価するにあたり、立地審査指針は、

(旧) 仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して $3\text{Sv}$ 、全身に対して $0.25\text{Sv}$ ）を超える地帯は、措置を講じ得る環境にある地帯である「低人口地帯」であることを要求していたが、その範囲は発電所敷地内に収まっていたため、敷地外が「低人口地帯」である必要はない、現実には、具体的な防災の実行と結びついてはいなかった。

②原子力防災体制は、50年以上前の立地審査指針の決定当時と比較し、大幅に強化された。

以上のことから、立地審査指針において(旧)仮想事故の発生を仮想した上で、めやす線量（甲状腺（成人）に対して $3\text{Sv}$ 、全身に対して $0.25\text{Sv}$ ）を超える地帯は、措置を講じうる環境にある地帯である「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おり、この点において立地審査指針は、その役割を終えている。

## § 6 6-1 立地審査指針

6-1-6 新規制基準等において、社会的影響の観点から、「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」について、現在の法体系においてはどのように考えられているか。

### 1 立地審査指針における要求とその内容

立地審査指針では、原子炉施設で発生し得る大きな事故による社会的影響を低減するために、「原子炉敷地は、人口密集地帯からある距離だけ離れていること」を要求している。これは、（旧）仮想事故の場合、集団が被る放射線リスクの社会的影響を評価したものであり、「ある距離だけ離れていること」の判断のめやすとしては、全身線量の積算値（例として、2万人Sv）を考慮するとしている（立地審査指針別紙2の3）。

### 2 社会的影響の適切な考慮

この「人口密集地帯からある距離だけ離れていること」の評価においては、実際には、大人口地帯である東京や大阪といった大都市の方向が評価対象となってしまい、極めて低線量（数十 $\mu$ Sv程度）と非常に大きな人口数の積算により定まっていた。

集団線量については、国際放射線防護委員会の2007年勧告でも、「大集団に対する微量の被ばくがもたらす集団実効線量に基づくがん死亡数を計算するのは合理的ではなく、避けるべきである。集団実効線量に基づくそのような計算は、意図されたことがなく、生物学的にも統計学的にも非常に不確かであり、推定値が本来の文脈を離れて引用されるという繰り返されるべきでないような多くの警告が予想される。このような計算はこの防護量の誤った使用法で

ある。」と指摘されている。

そこで、社会的影響については、東京電力福島第一原子力発電所事故を踏まえ、半減期の長い放射性物質の総放出量という観点から規制を行うことが合理的と考えられ、環境保全（原子力基本法2条2項、原子炉等規制法1条）の観点からも適切であるといえる。また、東京電力福島第一原子力発電所事故の知見を踏まえると、重大事故が生じた際、仮に、原子炉発電所サイトの近隣に居住する住民が避難する事態が生じたとしても、長期間帰還できない地域を生じさせないことが、より重要であるといえる。

### 3 新規制基準等における社会的影響の考慮

設置許可基準規則においては、発電用原子炉施設は、重大事故が発生した場合において、原子炉格納容器の破損及び工場等外への放射性物質の異常な水準の放出を防止するために必要な措置を講じたものであることを求めている（設置許可基準規則37条2項）。そして、放射性物質の総放出量については、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求められているところ（同規則37条2項の解釈2-3(c)）、実用発電用原子炉に係る炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策の有効性評価に関する審査ガイドでは、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とした（同ガイド3.2.1(6)）（具体的には、BWRの場合、炉心損傷後、事故が拡大し格納容器内の圧力が高まることにより格納容器の破損が懸念される場合、例えば、格納容器内を減圧するためベントを行うが、フィルタ・ベントを使用することにより、放射性物質の放出量が大幅に低減できているか等を評価する。PWRの場合、格納容器再循環ユニット（格納容器内を冷却するための熱交換器）があるため、格納容器内を減圧するためフィルタ・ベントを使用する必要はないが、例えば、放射性物質が電線貫通部等を通じて一部、外部に漏えいするため、その放出

量を評価する。)。

これは、原子力発電所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、想定される放出量が多く、半減期が約30年と長いセシウム137の放出量を元に評価することを求めている。

なお、東京電力福島第一原子力発電所事故では、福島第一原子力発電所から環境へのセシウム137の総放出量は約1万テラベクレルであったと評価されている。このため、セシウム137の総放出量が約100テラベクレル以下であれば、環境への放射性物質による汚染の影響を抑えることができ、長期避難を余儀なくされる区域が発生するほどの環境の汚染が生じるリスクは、相当程度少なくなることが見込まれることから、社会的影響を低く抑えることが出来る数値である。

#### 4 結論

このように、放射線リスクの社会的影響として、立地審査指針における、大人口が極めて低線量の被ばくを受けることを含んだ集団線量の見地に基づいて評価するのは効果的でないため、設置許可基準規則においては、これを採用しなかつた。他方で、長期間に渡って帰還できない地域を生じさせないことが重要であることから、設置許可基準規則においては、半減期の長い放射性物質であるセシウム137の総放出量を規制することとしており、より実効的な規制が行われることとなっている。