

リスク情報を活用した原子力安全規制の検討状況

平成16年6月14日

原子力安全・保安院

1. はじめに

原子力安全規制の目的は、原子力利用が施設周辺の公衆の健康や社会・環境にもたらし得る潜在的なリスクに対して、設置者が適切な防護手段を講じていることを確認することにより、原子力災害の発生を未然に防止することである。

近年、原子力利用がもたらすリスクを系統的手法で定量評価する「確率論的安全評価(PSA: Probabilistic Safety Assessment)」の手法の整備が進み、評価結果として得られる「リスク情報」を安全規制や安全管理に利用することが可能となっており、リスク情報の原子力安全規制への活用が進んでいるところである。

このような状況の下、我が国では、原子力安全委員会が、昨年8月に安全目標に関する中間とりまとめを行うとともに、同年11月には「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」を決定し、その中で規制行政庁・事業者に対する期待として、この基本方針に基づき、具体的な安全確保・安全規制の活動へのリスク情報の活用について積極的な検討を進めることを求めている。

これを受け、当院は、昨年12月17日の原子力安全・保安部会において、原子力安全規制に、より広範にリスク情報を活用するための具体的検討を行う旨を表明するとともに、リスク情報活用に向けてのアプローチとして、以下の基本的な考え方を示した。

リスク情報の活用は、原則としては、当院が規制責任を有するあらゆる原子力施設における、立地、設計、建設、運転、検査、廃止措置等のすべての段階を対象として検討する。

リスク情報を活用することにより、当院の安全規制に係る制度や活動の全般にわたって、今後改善すべき課題を抽出し、より効果的かつ効率的な安全規制の実現を図る。具体例としては、安全規制における判断基準である審査指針、技術基準等の改訂等の検討、重大な事故・トラブルの再発防止策の検討、より良い検査の在り方の検討等における活用を図る。

ただし、それぞれの原子力利用分野及び段階において、リスク情報活用の重要性・緊急性やリスク評価の方法論の成熟度が異なることから、具体的な検討の対象を設定する際には、リスク情報の活用によって、安全規制の実効性の向上や規制資源投入の効率性の向上が期待される分野であって、かつ、リスク評価手法が成熟しているところから、順次検討に着手していくこととする。

このような観点から、当面の主たる検討対象を、原子力施設のうち、これまでにリスク情報の活用実績があり、PSA手法に関する研究成果の蓄積や運転経験の蓄積のある原子力発電所とし、また、レベル1 PSAの結果得られるリスク情報(炉心損傷頻度、それへの寄与因子、不確実さ等の情報)を活用できる分野とする。(ただし、炉心損傷頻度に係る性能目標については、今後原子力安全委員会安全目標専門部会において検討される予定であり、その検討状況を十分踏まえる必要がある。)

中でも、今般の不正問題等により検査制度の重要性が指摘されていること、原子力安全委員会の基本方針でも特に検査の問題が取り上げられていること、米国等において検査におけるリスク情報の利用が進んでいることから、定期検査、定期事業者検査等の検査制度におけるリスク情報の活用を当面の最優先課題とする。

リスク情報の活用は、本格的な適用に先だって、課題の抽出・解決のための試行を行う(例えば、パイロットプロジェクトの実施)など、十分な検討と経験の蓄積を図りつつ行っていくこととする。

リスク情報の活用の際して、安全目標の適用について原子力安全委員会安全目標専門部会が、当面は、安全規制活動の包括的評価、審査指針や技術基準類の整備・改訂、定期的な規制検査計画のあり方の検討等、規制活動の全体にわたる判断の参考とすることから開始し、個別の施設に対する規制等、より踏み込んだ適用は、事業者側、規制側ともに経験を積んだ段階で着手するのが適切、としている点に留意する。

リスク情報の活用に先立って、標準的なPSA手法が学協会で規格化され、その手法によってPSAが実施されることが必要である。当院としては、学協会のPSA手法レビューに協力するとともに、事業者に対してもこうして規格化された手法でのPSAの実施を勧めていく。

このような基本的考え方にに基づき、当院は、具体的な検討を開始したところであるが、本資料では、リスク情報活用の将来イメージ、米国におけるリスク情報活用の経緯と現状、PSA手法やデータの整備状況について調査検討状況を取りまとめるとともに、今後検討すべき課題を整理した。

2. リスク情報活用の将来イメージ

当院としては、原子力発電所を対象に、レベル1PSAの結果得られるリスク情報を、安全規制のいかなる分野にどのように活用していくかについて具体的な検討を進めていくこととしている。

その予備的検討として、将来も視野に入れた場合に、どのような分野においてリスク情報の活用可能性があるのか洗い出しを行ったところ、原子力発電所の設計・建設、検査・運転、事故・防災、基準・指針にわたる広い安全規制分野において、様々な形でリスク情報の活用を図ることにより、安全規制をより効果的かつ効率的なものとする事ができる可能性があると期待される。(別添1参照)

(活用可能性の例)

設計・建設分野

- ・ 新知見等による設計変更の要否等の判断
- ・ 設置許可等の安全審査における評価・判断 等

検査・運転分野

- ・ 保安規定における許容待機除外時間¹の妥当性評価
- ・ 検査時に発見された指摘事項の重要度評価
- ・ 機器・系統の重要度に応じた保守管理 等

事故・防災分野

- ・ 事故・トラブルの評価 等

基準・指針分野

- ・ 技術基準の妥当性評価
- ・ 安全機能の重要度分類の見直し 等

一方、リスク情報を安全規制に活用するためには、その基盤として、PSA手法の確立、データの整備、PSAの品質の確保等が必要であるが、これらの内容や確立の程度については、リスク情報を活用しようとする分野や内容に応じて異なってくるものと考えられる。

このため、今後の検討に当たっては、それぞれの活用分野や内容ごとに、適用方法と同

¹ 非常用ディーゼル発電機等の冗長性のある機器等において、待機除外のまま原子力発電所の運転継続が許容される時間

時に、そのために必要なPSA手法、データの整備、PSAの品質の確保等について検討することが必要である。

3. 米国におけるリスク情報を活用した原子力安全規制の経緯と現状

リスク情報の原子力安全規制への活用は、特に米国において進んでいることから、我が国における検討の参考とするため、米国における経緯と現状についてとりまとめた。(別添2及び3参照)

(1) 米国におけるリスク情報の活用の経緯

米国では、原子力規制委員会(NRC: Nuclear Regulatory Commission)が、1970年代初頭から原子力発電所への確率論的リスク評価(PRA: Probabilistic Risk Assessment)²の活用の検討を開始し、1975年(昭和50年)に「原子炉安全研究」(WASH-1400)を発表して原子力発電所の事故リスクを確率論的に定量評価する手法の枠組みを確立した。

その後、1979年(昭和54年)に、米国のTMI-2号機において、炉心が著しく損傷する事故(シビアアクシデント)が発生し、これを契機にPRAの重要性が強く認識されることとなり、シビアアクシデント現象に関する研究が本格的に実施されるようになった。

一方、TMI-2号機の事故の後、原子力発電所の安全は「どこまで安全なら十分安全といえるのか(How safe is safe enough?)」について明確にする観点から、NRCは、1986年(昭和61年)に原子力発電所の運転に関する安全目標の政策声明を公表し、公衆の健康リスクに関する安全目標及び補助的数値目標として炉心損傷頻度等を定めた。

また、NRCは、1985年にシビアアクシデント政策声明を公表し、その後、1988年には、シビアアクシデントに対する脆弱性を把握するために個別プラントごとのPRA評価(IPE: Individual Plant Examination)を事業者に要請した。

その後、規制によるプラント運転コストの増加を懸念した産業界が、1992年(平成4年)にNRCに対して、規制緩和の観点からリスクベース規制を導入して運転コストを合理的に抑制すべきと提言した。これを受けて、NRCは規制活動におけるPRAの活用を推進

² 我が国では、確率論的安全評価(PSA)と呼んでいる。

するための全体政策の検討を行い、1995年(平成7年)に、原子力施設の安全規制における PRA 活用に関する最終政策声明を公表し、この中で、決定論的手法を補完し、従来からの深層防護の思想を支援する方法で、技術的に可能な範囲で PRA の活用を拡大すべきなど規制活動における PRA 活用方法に関する基本的な方針を示した。

さらに、この政策声明に基づき、NRC は PRA の活用のために研究や検討が必要なものを同定した上で、1996年(平成8年)に、PRA の具体的な活用に向けてのリスク情報活用に関するパイロット研究(供用期間中試験の試験頻度の見直し、技術仕様書の見直し、等級別品質保証の導入検討、供用期間中検査の検査項目の見直し等におけるリスク情報の活用)を実施した。

パイロット研究の実施結果を踏まえ、1998年(平成10年)には、原子力発電所の許認可事項変更の際にリスク情報を活用するための一般規制ガイドライン(R.G.1.174)及び上記パイロット研究の実績を反映した個別規制ガイドライン(R.G.1.175～R.G.1.178)を順次発効した。

また、最近では、原子力発電所の構築物、系統及び機器の重要度分類に関する規則の見直しや、設計基準事象に関する規則の見直しなど、設計分野にリスク情報を活用することについても積極的に検討を進めている。

このような動きと併行して、NRCは、PRA の結果から得られる情報を規制の意思決定に活用する際には、それに耐えうる十分な PRA の品質(技術的妥当性、信頼性及び充分性)が必要となるとの観点から、数年にわたる検討を重ねた後、2004年(平成16年)2月に、リスク情報を活用した総合的意思決定プロセスにおける PRA の技術的妥当性を判定することや学協会において策定された民間規格を是認することを目的とした規制ガイドライン(R.G.1.200)を試行用として発行した。

このように、米国では長い年月をかけて検討や議論を重ね、また、パイロット事業等により検証を行いながら、リスク情報を活用した原子力安全規制体系の構築を進めてきており、特に近年は、供用期間中試験、供用期間中検査、技術仕様書、原子炉監督プロセス等の検査・運転分野での活用を積極的に行うとともに、さらに設計分野への活用にも取り組んでいる。

(2) 我が国の状況との比較

我が国においては、1992年(平成4年)以降、アクシデントマネジメントの有効性評価、定期安全レビューにおける安全評価等において PSA の活用が図られてきており、これは、米国における個別プラントごとの PRA 評価(IPE)、アクシデントマネジメントと同等の取り組みであると考えられる。

一方、米国が既に1986年に定めた安全目標については、我が国では、原子力安全委員会が、2003年(平成15年)8月に、公衆の健康リスクに関する安全目標案を示したところであり、今後さらに、炉心損傷頻度等の性能目標について検討を進める予定になっている。

また、米国が1990年代から積極的に取り組み始めたリスク情報の安全規制への活用については、原子力安全委員会が、昨年11月に「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」を決定し、これを受けて、当院は、原子力安全規制に広範囲にリスク情報を活用するための具体的な検討を開始したところである。

このように、リスク情報を活用した原子力安全規制については、米国が相当程度先行していることから、我が国としても引き続き米国の取り組みを十分に調査把握し、参考にしていく必要がある。また、併せて欧州各国における状況についても調査が必要である。

4. PSA 手法や PSA のためのデータ整備の現状と課題

リスク情報を原子力安全規制における判断のために活用するためには、PSA の技術的妥当性や信頼性が確保されることが重要であり、また、このためには、PSA 手法の確立やデータの蓄積が不可欠であることから、これらの状況について整理した。(別添4から6参照)

(1) PSA手法について

米国では、1975年(昭和50年)に米国 NRC が実施した「原子炉安全研究」(WASH-1400)において PRA 手法の枠組みが確立された後、米国のTMI-2号機の事故を契機に PRA の有用性についての認識が高まり、機器故障等の内的事象を対象とした PRA 手法の技術的確立が進んだ。また、地震等の外的事象を対象とした PRA や公衆の健康リスクを評価する PRA 手法についても開発が進んできている。さらに、米国では学協会による PRA 手法に関する民間規格の整備が進められてきている(別添5参照)。

我が国においては、1992年(平成4年)に定期安全レビューの安全評価やアクシデン

トマネジメントの有効性評価において PSA を活用する以前から、PSA 手法の開発が進められてきており、特に原子力安全基盤機構(JNES、旧 NUPEC)においては1980年後半頃から本格的に手法整備を進めてきている。(別添4参照)。このような成果を踏まえて、現在、(社)日本原子力学会において、機器故障等の内的事象を対象とした炉心の著しい損傷頻度を評価するレベル1PSA等の規格化が進められており、また、地震時PSA手法等の規格化が予定されている(別添5参照)。今後、公衆の健康リスクを評価するレベル3PSA や地震以外の津波等の外的事象に伴うPSA手法の規格化や、経年変化の影響を考慮したPSA手法等の開発が期待される。

(2) データ整備について

米国においては、NRC が法令により報告を求めている事故・トラブル等の情報(LER:年間300~3,000件)に加え、TMI-2号機の事故を契機に事業者が設立した「原子力発電運転協会(INPO)」において、各施設の個々の機器の故障に関する膨大なデータ(年間3,000~5,000件)を収集し、「米国機器故障率データベース(1974年~1996年: NPRDS、1997年~: EPIX)」を構築している。そして、これらの情報等を元に、NRCによる「LER故障率」や「米国電気電子協会(IEEE)」のStd.500等の機器故障率データベースが作成され、PSAに用いられている。

一方、我が国では、規制当局が法律及び通達により報告を求めている事故・トラブル情報の対象範囲が米国のLER情報に比べて狭く、PSAの実施の観点からは十分でないことから、事業者は、1984年(昭和59年)に、(財)電力中央研究所にデータベースを構築し、法律及び通達の対象とならないトラブル情報を自主的に収集してきた。そして、これらの情報を元に、PSAに使用される主要機器についての機器故障率データベースの整備を進めてきた。今後、(社)日本原子力学会において、当該データベースのレビューが予定されている。

ただし、これまでのところ、我が国の定期安全レビューやアクシデントマネジメント対策におけるPSAにおいては、米国のデータベースが用いられており、国内の機器故障率データは感度解析用として部分的な利用にとどまっている。

事業者は、昨年10月から、(財)電力中央研究所に原子力発電情報公開ライブラリー「ニューシア」を設置し、当院への報告対象とならない安全に関わる事象についても、保全品質情報として全て収集し公開することとした。(別添6参照)。しかしながら、現時点では、

米国のINPOが収集している各プラントの個々の機器故障データの範囲とニューシアに登録されている機器故障データの範囲には相違があると考えられる。どのようなデータを収集しデータベースとする必要があるかは、どのような分野でどのようにリスク情報の活用を進めるかにもよると考えられるが、今後我が国のリスク情報活用の検討に対応して構築が必要なデータベースについて検討し、データの収集、蓄積を速やかに図っていく必要がある。

このようなデータの整備は、事業者が主体的に整備していく必要があることから、事業者において「ニューシア」におけるPSAのためのデータの拡充等、データ整備の在り方について積極的かつ速やかに検討が行われることが期待される。また蓄積されたデータについては、その信頼性について学協会によるレビューを受けるなど、透明性・客観性の確保が必要である。

さらに、PSA手法やデータに共通する課題として、発生件数が少ないためデータの蓄積が困難な共通原因故障の取扱いや、人的過誤や組織的問題の取扱い等について従来から手法の検討が進められてきているが、今後も継続的な検討が必要である。例えば、人の失敗確率等の算出については、米国NRCが作成した手引書(NUREG/CR-1278)の手法及び元データをそのまま用いて行っており、我が国独自のデータ整備はなされていない現状にあり、今後、人的因子に関する研究も踏まえながら我が国としてのデータ整備のあり方について検討を行っていく必要がある。

これらに加えて、PSAの結果から得られる情報を規制の意思決定に用いる際には、PSAの不確実さを適切に考慮するために不確実さ解析や感度解析を実施し、総合的な判断を行うことが重要であるが、これら不確実さ解析や感度解析の取扱いについても継続的な検討が必要である。

(3) PSAの品質について

我が国で、1992年(平成4年)以降、定期安全レビューの安全評価やアクシデントマネジメントの有効性評価においてPSAの活用を行ってきた際には、事業者は、(財)原子力安全研究協会が発行した出力運転時内的事象のPSA手順書等を活用してPSAを実施するとともに、当院としても、JNESの有する知見や学識経験者等の意見を踏まえ、その妥当性を評価してきた。ただし、これまでのケースでは、規制上の意思決定の根拠として

直接活用してこなかったこともあり、PSA の品質(技術的妥当性、信頼性及び十分性)や透明性については厳密には要求してこなかった。

米国 NRC では、数年にわたる検討を重ねた後、2004年(平成16年)2月に、リスク情報を活用した総合的な意思決定プロセスにおけるPRAの技術的妥当性を判定することや学協会において策定された民間規格を是認することを目的とした規制ガイドライン(R.G.1.200)を試用用として発行したところであり、我が国においても、規制上の意思決定に活用する際に要求される PSA の品質に関する規制ガイドラインの策定について検討する必要がある。

なお、リスク情報の活用にあたっては、その活用分野(規制制度・規制活動)やその目的に応じて求められる品質レベルが異なるため、品質レベルに応じた PSA 手法やデータベースの学協会による規格化が期待される。さらに、PSA の品質確保の観点から専門家同士が相互にレビューするピアレビューが重要であり、米国ではピアレビュープロセスに関する民間規格が既に策定されているところであるが、我が国においても PSA の品質の観点から学協会による規格化が期待される。

透明性の観点からは、PSA に用いられるデータ、手法、評価基準等が、一般に公開され、理解可能かつ利用可能なものとするのが求められる。

5. 当面の検討課題

以上のような状況を踏まえ、今後、原子力発電所の安全規制におけるリスク情報の活用を推進するため、以下の課題について検討していくこととする。

(1) リスク情報活用の可能性分野及び具体的推進方策の検討

原子力発電所に関する全ての規制制度・規制活動を対象として、レベル1PSAの結果得られるリスク情報の活用の可能性やそのための課題等について整理し、具体的検討を進めるべき分野の抽出、検討、優先付け等を行う。その際、米国におけるリスク情報の活用の進んでいる分野や、リスク情報の活用によって安全規制の高度化や規制資源投入の効率性の向上が期待される分野を優先することとする。

これらの検討により、優先的に検討すべきとされた分野について、リスク情報の活用のための具体的内容や手順について詳細な検討に着手していく。その際、本格的な活用に先だって、課題の抽出・解決のための試行(パイロットプロジェクトの実施等)を行うなど、段階的なアプローチについて検討していく。

(2) リスク情報活用に関する実施方針等の体系的整備(別添7参照)

米国においては、安全目標を頂点として、PSA の活用方針、PSA を規制に活用する際の規制ガイドライン、リスク情報活用に関する民間規格等が体系的に整備されてきている。

我が国においては、現在、原子力安全委員会が、安全目標の検討を進めるとともに、リスク情報を活用した安全規制の導入の基本方針を示しており、これを受けて、当院において、安全規制にリスク情報を活用するための具体的方法の検討方針を表明したところである。これらを踏まえつつ、リスク情報を活用した安全規制の実施方針や規制ガイドラインの整備など、我が国としての体系的な文書の整備について、順次検討する。

(3) PSA 手法及び PSA のためのデータ整備の推進方策

リスク情報を安全規制の意思決定に活用するためには、信頼性の高いPSA手法やデータの整備が不可欠であり、関係者が手法の開発やデータの蓄積に一層努力するとともに、学協会において、公衆審査を含む公正・中立な手続きの下でレビューされ標準化されていくことが重要である。

PSA手法については、学協会場で標準化が進められていることから、その検討には当院及びJNESの職員も積極的に参画するとともに、規格化された手法については、当院として安全規制に活用する観点から技術的妥当性を評価していく。

また、PSAに必要なデータの整備は、基本的には事業者が主体的に行っていくべきものであり、我が国でも「ニューシア」を構築するなどの努力は見られるものの、米国では事業者がINPOを設立し、長年にわたり機器故障データの膨大な蓄積を図ってきたのを踏まえ、我が国の事業者によるデータ蓄積について、今後更なる充実を図っていく必要がある。リスク情報の活用分野や活用方法によって必要となるデータは異なると考えられるため、具体的検討の一環として、我が国において蓄積すべきデータについて検討するとともに、事業者が主体的にデータの蓄積を図っていく体制の強化を強く促していく。

さらに、安全規制の意思決定においてリスク情報を活用する観点から、活用分野やその目的内容に応じたPSAの品質レベルに関する要求事項についても明確にすることを検討する。

(4) 国民の広い理解を得る方策の検討

リスク情報の安全規制への活用にあたっては、リスク概念やリスク情報を活用した安全

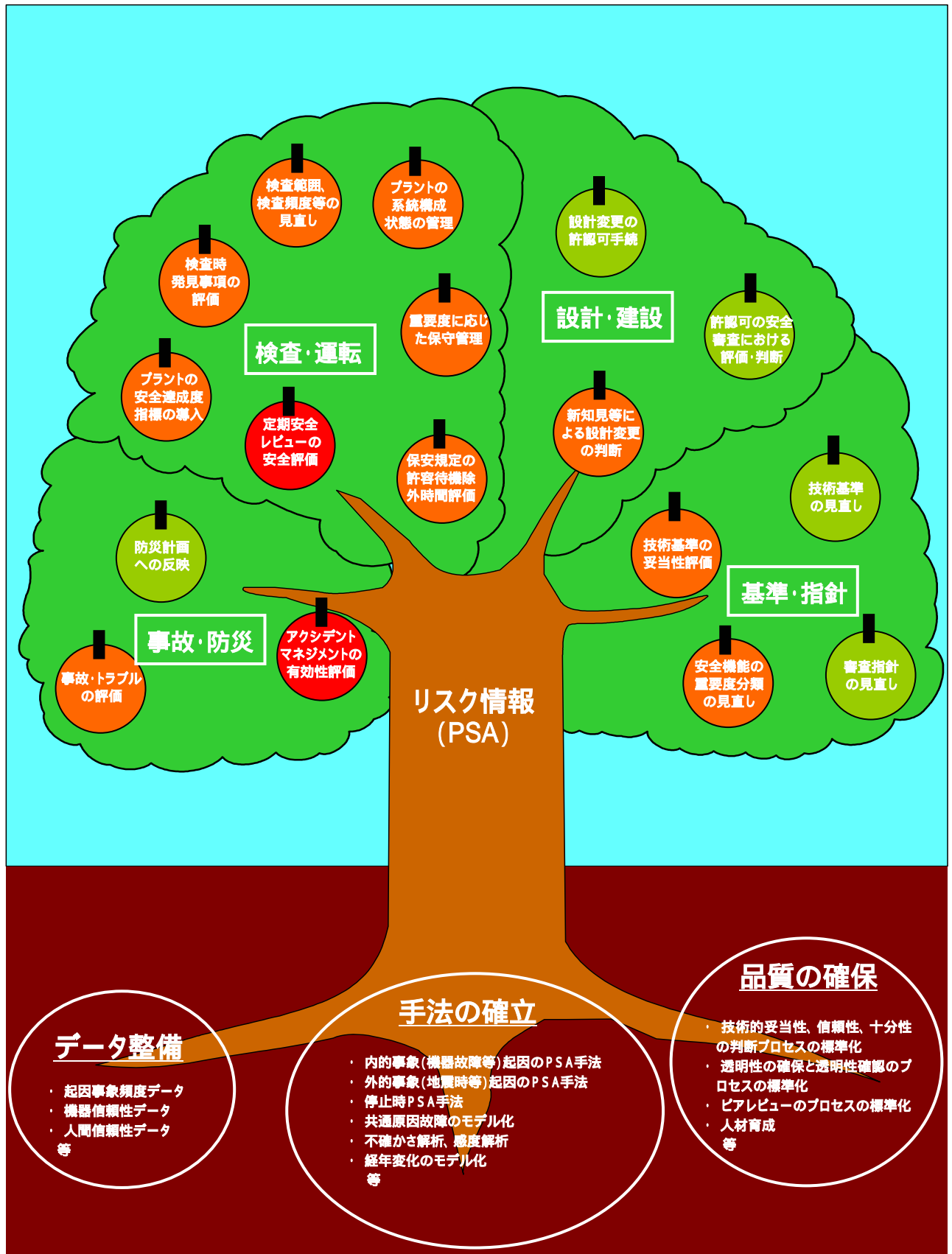
規制について、国民の幅広い理解を得つつ進めることが重要である。その際には、リスク概念やリスク情報を活用した安全規制に関して、当院の安全規制の活動等に関する情報発信と同様に、わかりやすい情報発信を行うとともに、国民意見を広く集め反映して行く必要がある。このため、国民に向けたわかりやすい情報発信の在り方や国民意見の広聴の在り方について検討する。

(5)原子力安全規制を担う職員の人材育成

リスク情報の安全規制への活用にあたっては、原子力発電所の安全規制を担う原子力安全・保安院や原子力安全基盤機構の職員全般が PSA 手法、PSA のためのデータ、PSA の品質等について一定水準の知識を有し理解していることが必要であり、また、PSA の技術的妥当性等を判断できるよう高い専門性を持つ職員の育成も必要である。このため、原子力安全・保安院や原子力安全基盤機構の職員の養成や研修の在り方について検討する。

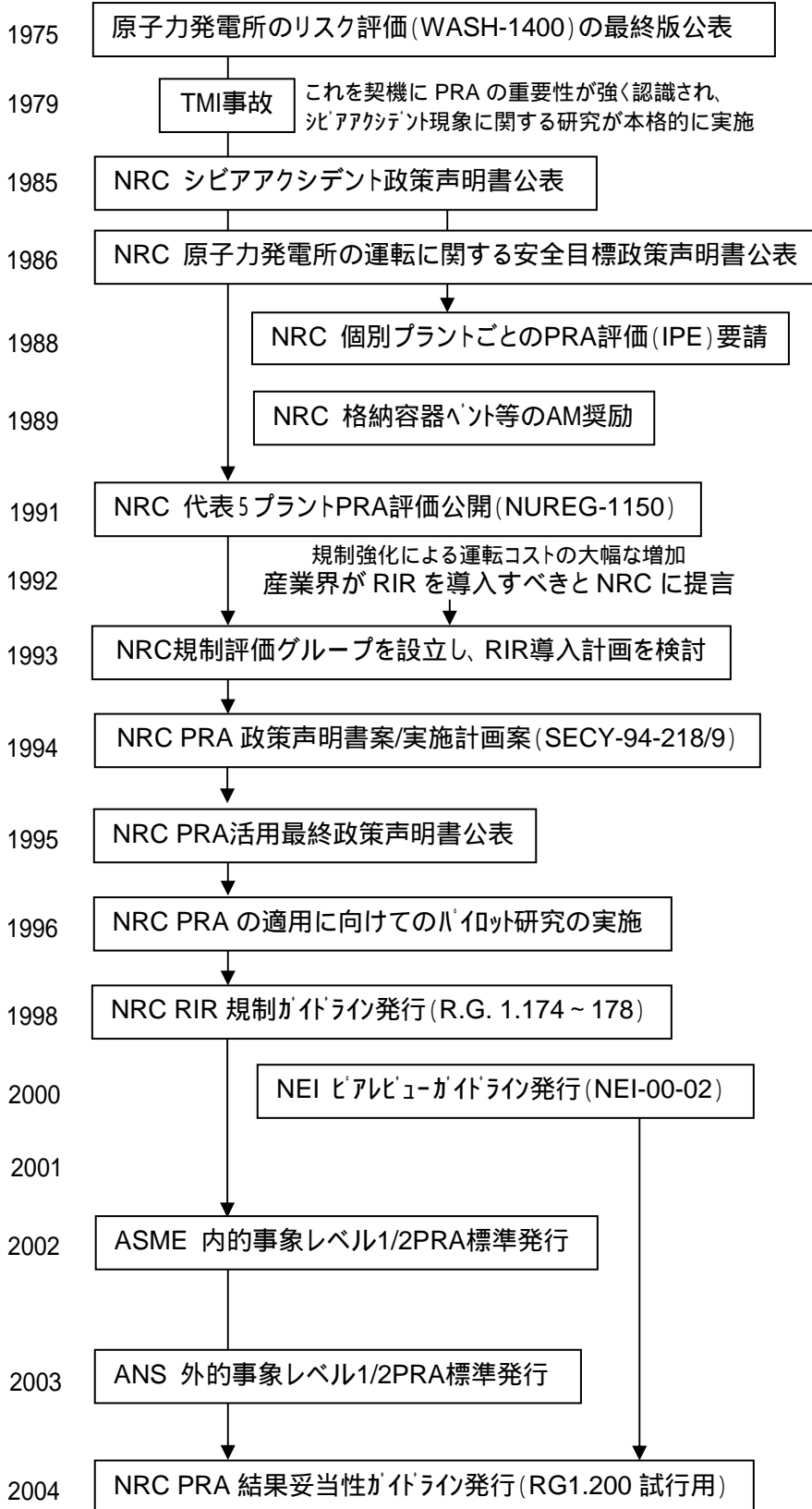
以上

リスク情報活用の将来イメージ(予備的検討段階)



米国におけるリスク情報を活用した安全規制の経緯

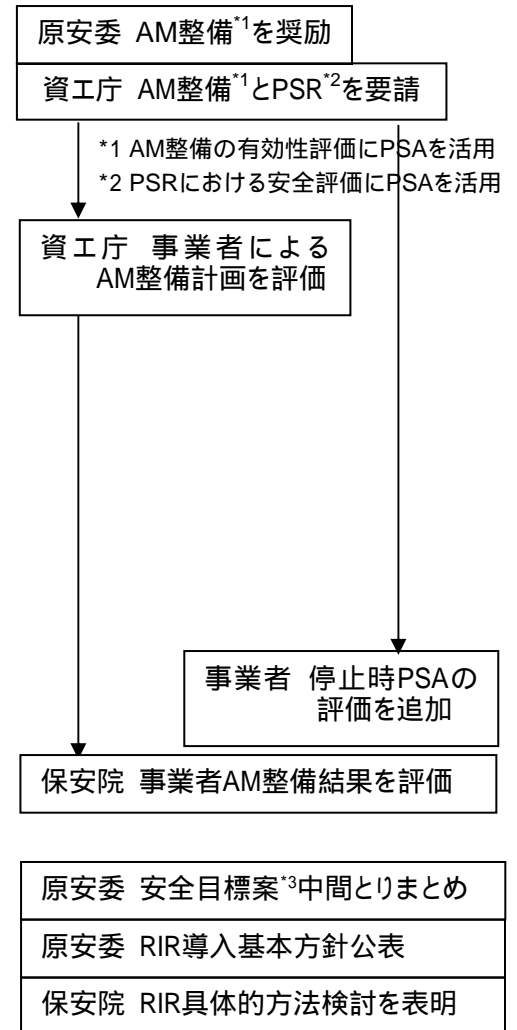
米 国



(略語)

- AM: Accident Management, アクシデントマネジメント
- ANS: American Nuclear Society, 米国原子力学会
- ASME: American Society of Mechanical Engineers, 米国機械学会
- NEI: Nuclear Energy Institute, 原子力エネルギー協会
- NRC: Nuclear Regulatory Commission, 原子力規制委員会
- RIR: Risk Informed Regulation, リスク情報を活用した安全規制
- PSR: Periodical Safety Review 定期安全レビュー
- TMI: Three Mile Island Nuclear Power Plant, スリーマイルアイランド原子力発電所

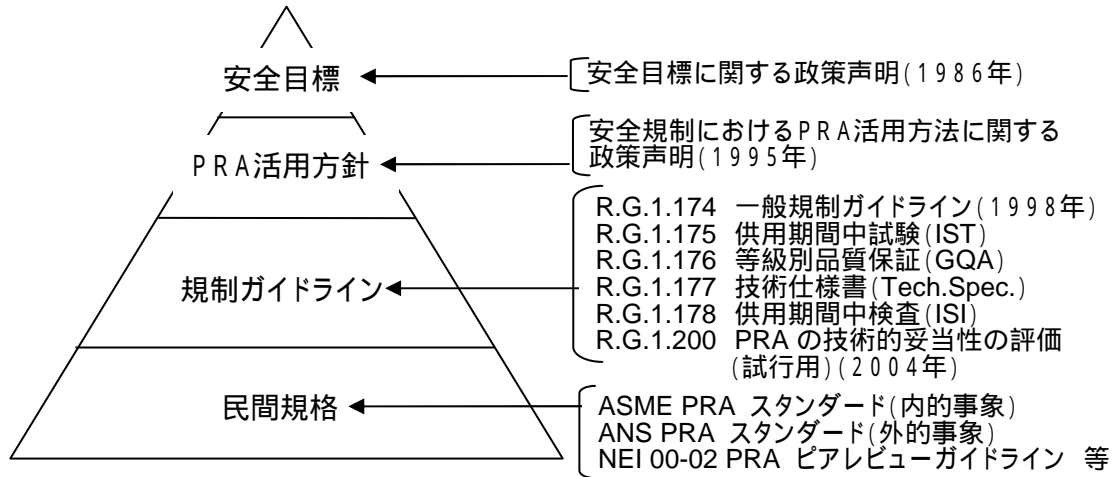
日 本(参 考)



*3 性能目標(補助的数値目標)は未整備

米国におけるリスク情報を活用した安全規制

1. リスク情報を活用した安全規制の体系



2. リスク情報活用に関する規制ガイドラインの概要

名称等	概要
R.G.1.174 一般規制指針	リスク情報を安全規制に活用する際の一般的な事項に関する指針
R.G.1.175 供用期間中試験(IST)	リスク情報を活用した供用期間中試験を実施する際の手法を定めた指針
R.G.1.176 等級別品質保証(GQA)	リスク情報を活用した(構築物、系統及び機器に関する)等級別品質保証を実施する際の手法を定めた指針
R.G.1.177 技術仕様書(Tech.Spec.)	リスク情報を活用し、技術仕様書の記載事項を変更する際の手法を定めた指針
R.G.1.178 供用期間中検査(ISI)	リスク情報を活用した供用期間中検査を実施する際の手法を定めた指針
R.G.1.200 PRAの技術的妥当性の評価(試用)	リスク情報を安全規制に活用する際のPRAの技術的妥当性の評価、及び民間規格(内的事象PRA(ASME)及びPRAピアレビュープロセス(NEI))の是認を定めた指針

3. リスク情報の安全規制への活用事例

活用分野	対象プラント	概要(変更申請の認可例等)
供用期間中試験 (IST)	<u>Comanche Peak(PWR)</u> San Onofre(PWR) Sequoyah(PWR) Davis-Besse(PWR) 等	RI-IST のパイロットプラントとして <u>Comanche Peak</u> にて実施。安全上の重要度低と評価された弁及びポンプの試験間隔を従来の試験間隔(ポンプの起動試験:3か月、弁の位置表示器の検査:2年、弁の開閉試験:3か月等)を6年に延長してもリスク増分は許容可能な範囲であるとして認可した。
等級別品質保証 (GQA)	<u>South Texas(PWR)</u> Palo Verde(PWR) Grand Gulf(BWR)	GQA のパイロットプラントとして <u>South Texas</u> にて実施。従来一律に適用されてきた構造物、系統及び機器(SSC)の品質保証の管理について <u>SSC の安全上の重要性に基づいた品質保証の変更</u> を認可した。
技術仕様書 (Tech.Spec.)	<u>North Anna(PWR)</u> San Onofre(PWR) Pilgrim(BWR) Comanche Peak(PWR) Browns Ferry(BWR) 等	<u>North Anna</u> において、全交流電源喪失時非常用ディーゼル発電機(EDG)の追設に伴い、EDG の許容待機除外時間(AOT)を従来の <u>72 時間を 14 日に延長</u> することを認可した。
供用期間中検査 (ISI)	<u>Surry(PWR)</u> Vermont Yankee(BWR) Browns Ferry(BWR) South Texas(PWR) 等	RI-ISI に関するパイロットプラントとして <u>Surry</u> にて実施。ASME で要求されている Class1,2,3 配管における非破壊検査箇所を従来の <u>358 箇所から 136 箇所に低減</u> することを認可した。
原子炉監督 プロセス(ROP)	全プラント	リスク上重要な項目に集中した検査の採用。 リスク上重要な性能指標(PI)を使用。

我が国における PSA 手法等の整備状況

項目 / 年度		1990 年	1995 年	2000 年	2005 年
JNES(旧 NUPEC) における PSA 手法の整備	a. 内の事象 PSA ・出力運転時	1986 年頃 ~ 1988 年頃 ~	レベル1PSA 手法の整備 レベル2PSA 手法の整備		最新技術の導入 ソースターム解析 レベル3PSA 手法の整備
	・停止時		レベル1PSA 手法の整備	レベル2PSA 手法の整備	
	b. 地震 PSA ・出力運転時		レベル1PSA 手法の整備	レベル2PSA 手法の整備 レベル3PSA 手法の整備	レベル1PSA 手法の整備
	・停止時			レベル1PSA 手法の整備	
c. 火災 PSA ・出力運転時 ・停止時			レベル1PSA 手法の整備	レベル1PSA 手法の整備	
d. データベースの整備 ・米国データを基にしたデータベース ・国内データベースの活用	1986 年頃 ~ PSA 用データベースの整備		感度解析として電中研データベースを使用し参考評価(レベル1PSA)		
PSA の標準化	a. 原安協 PSA 手順書	出力運転時内の事象 PSA(レベル1)手順書 92.4 出力運転時内の事象 PSA(レベル2)手順書 93.5			出力運転時地震 PSA(レベル 1/2) 手順書
	b. 日本原子力学会 PSA 標準			停止時内の事象 PSA(レベル1)標準 02.2	出力運転時地震 PSA(レベル1/2)標準... 出力運転時内の事象 PSA(レベル1/2)標準...
	c. データベース		原安協国内データベース 97.3		電中研 NUCIA 国内データベース

我が国におけるリスク情報の活用する際に必要な民間規格の整備状況

1. 我が国における民間規格(PSA手法)の整備状況

	標準等名称	制定等状況	学協会
P S A 手 法	確率論的安全評価(レベル1及び レベル2)基準 (内的事象 PSA)	原案作成中 (2005年以降)	日本原子力学会
	原子力発電所の停止状態を対象とし た確率論的安全評価手順 (停止時 PSA)	制 定 (2002年2月)	日本原子力学会
	地震時確率論的安全評価 (地震時 PSA)	2004年以降 検討開始予定	日本原子力学会

2. 米国における民間規格(PRA手法等)の整備状況

	標準等名称	制定等状況	学協会
P S A 手 法	原子力発電所への適用のための確率 論的リスク評価の規格 (内的事象 PRA)	制 定 (2002年4月)	米国機械学会 (ASME)
	米国標準規格、外的事象の確率論的 リスク評価の手法 (外的事象 PRA)	制 定 (2003年12月)	米国原子力学会 (ANS)
そ の 他	確率論的リスク評価のピアレビュープ ロセス指針	制 定 (2000年3月)	原子力エネルギー 協会(NEI)

注)米国での確率論的リスク評価(PRA: Probabilistic Risk Assessment)は、我が国では確率論的安全評価(PSA: Probabilistic Safety Assessment)と呼んでいる。

PSAのためのデータ整備の日米比較

1. 機器故障率・起因事象頻度データ

		米 国	日 本	備 考
元となるデータ	事象	(1) 法令に基づき、国への報告が必要となる事象 (約 300～3,000 件/年) 10CFR21 (不適合報告要件) 10CFR50.73(LER 要件)	(1) 法令に基づき、国への報告が必要となる事象(約 30 件/年) 炉規法、電事法、原災法 (2) 電中研で収集した(1)以外の軽微な事象(約 40～200 件/年) (1982 年以降のデータ)	PSAのために必要なデータが日本(1)(2)で十分かどうか要検討
		(2) 原子力発電運転協会(INPO)で収集した保守規則対象機器の故障、異常徴候等の報告事象 (約 3,000～5,000 件/年) (1974 年以降のデータ)	-	米国(2)に相当するデータの必要性について要検討
	運転情報	(1) 機器運転時間(実績、ただし1996 年以前は推定値) (2) 起動要求回数(実績、ただし1996 年以前は推定値) (1974 年以降のデータ)	(1) 機器運転時間(プラント運転時間等から推定) (2) 起動要求回数(実績から推定) (1982 年以降のデータ)	日本において実績データの必要性について要検討
機器故障率	データベース	(1) LER 故障率:NRC (2) EPIX(NPRDS)故障率:INPO (3) IEEE Std.500:IEEE (4) NUREG/CR-4550:NRC 等	(1) NUCIA(NICS)機器故障率データベース:電中研 (定期安全レビュー等におけるPSAでは、米国データを使用し、国内データ感度解析用に設定)	国内データの本格的な活用について要検討
起因事象頻度	データベース	(1) 米国の運転実績に基づいた一般のデータベース (2) 当該プラントの運転実績を反映した固有のデータも使用	(1) 国内の運転実績に基づいた一般のデータベース(一部の事象については、米国の運転実績を併用)	

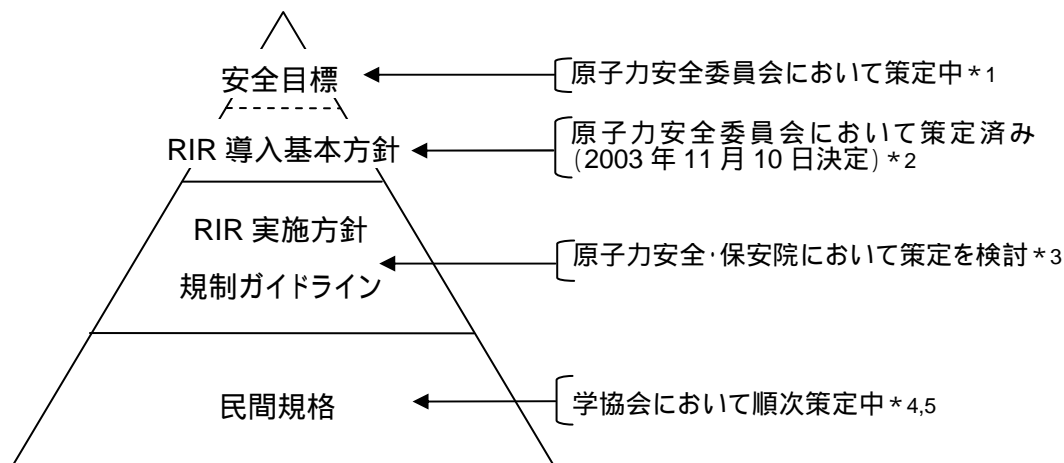
2. 人間信頼性データ

		米 国	日 本	備 考
人間信頼性	データベース	(1) NUREG/CR-1278 (2) シミュレータ実験 等	(1) NUREG/CR-1278	人的因子に関する研究を踏まえた我が国独自のデータ整備について要検討

注) 詳細については、今後調査を行う予定。

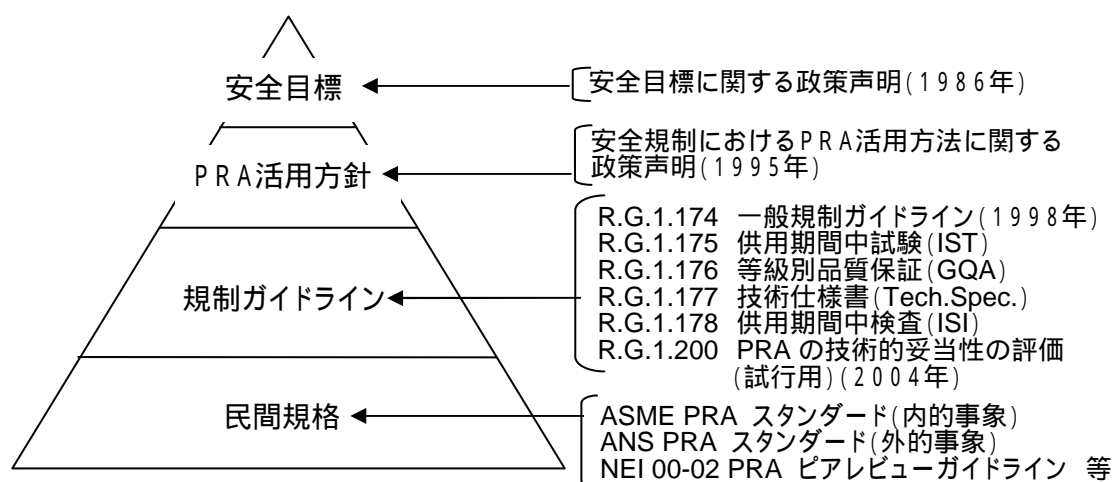
我が国におけるリスク情報を活用した安全規制の体系(案)について

1. 我が国におけるリスク情報を活用した安全規制の体系(案)



- *1 調査審議状況の中間取りまとめの中で、安全目標の考え方、安全目標案、今後の進め方等を記載。
- *2 「リスク情報を活用した原子力安全規制の導入の基本方針について」：活用の意義、我が国への導入の基本的考え方等を記載。
- *3 RIR 導入基本方針や RIR 検討方針(原子力安全・保安部会資料)を踏まえ、原子力安全・保安院としての政策声明である実施方針や、リスク情報を原子力安全規制に活用する際に具備すべき基本的要求事項を盛り込んだ規制ガイドラインの策定を検討。
- *4 学協会において策定した民間規格について、原子力安全・保安院が技術的妥当性を確認した上で認証し、最終的に原子力安全委員会が決定するプロセスも考えられる。
- *5 現在、日本原子力学会において、PSA(レベル 1・レベル 2)の標準化が進められており、また、地震 PSA、PSA 信頼性データベース、リスク情報活用ガイドライン等について標準化が予定されている。

2. 米国におけるリスク情報を活用した安全規制の体系(参考)



原子力安全の目的

原子力施設が潜在的に有する危険性

- 原子力施設内には大量の放射性物質が存在
- 万一、放射性物質の大量の放出、強い放射線の放射等があると、人間及び環境に大きな影響を与える

原子力安全の目的

原子炉事故や放射線被ばくなどのリスクを適切に管理する手段を講ずることにより、災害を未然に防止し、公衆や従業者の安全を確保し、社会や環境を守ること

安全目標

原子力安全委員会原子力安全目標専門部会において、昨年8月に我が国の原子力に関する安全目標についての考え方を中間的に取りまとめた

■ 定性的安全目標案

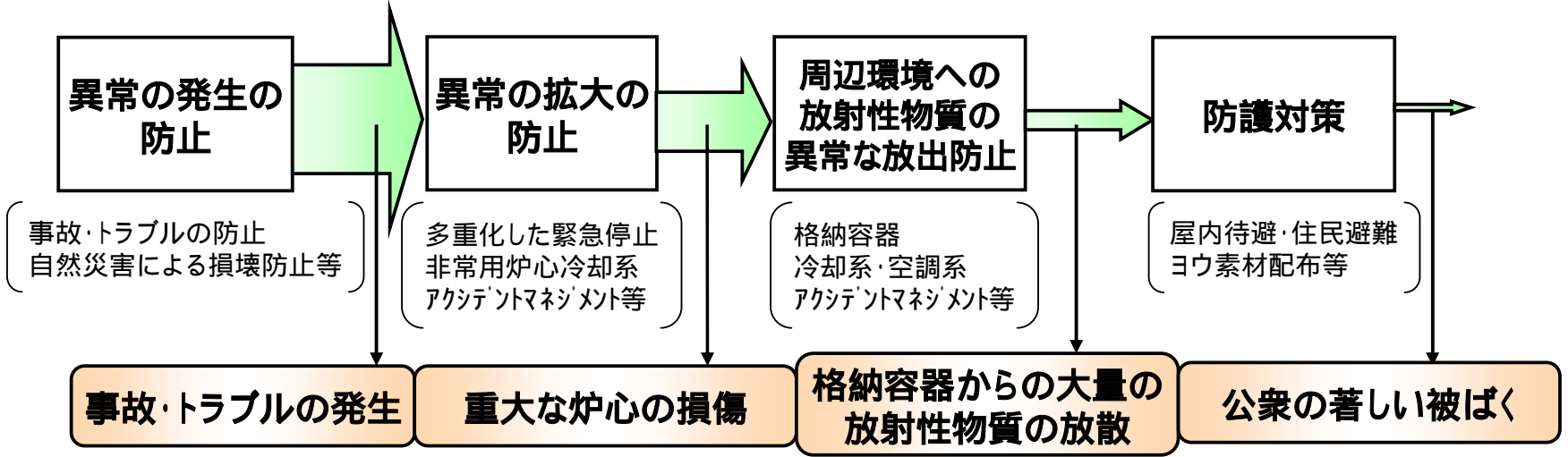
- 原子力活動によって放射線の放射や放射性物質の放散が発生した場合に、公衆の健康被害が発生する可能性は、公衆の日常的な生活に伴って発生する健康リスクを有意には増加させない程度(水準)に抑制されるべきである。

■ 定量的安全目標案

- 原子力施設の事故に起因する、施設の敷地境界付近の公衆の個人の放射線被ばくによる平均急性死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。
- また、原子力施設の事故に起因する、施設からある範囲の距離にある公衆の個人の放射線被ばくによって生じ得るがんによる平均死亡リスクは、年あたり百万分の1程度を超えないように抑制されるべきである。

PSA (確率論的安全評価) の概念

PSA: Probabilistic Safety Assessment



< 定量的なリスク情報 >

当面はレベル1 PSAの結果から得られるリスク情報を活用

炉心損傷頻度	格納容器破損頻度 早期大量放出頻度 ソースターム	公衆の健康リスク
レベル1 PSA	レベル2 PSA	レベル3 PSA

< 安全目標 >

性能目標 (今後検討予定)	安全目標 (案の提示)
------------------	----------------

アクシデントマネジメントの有効性評価におけるPSAの結果例

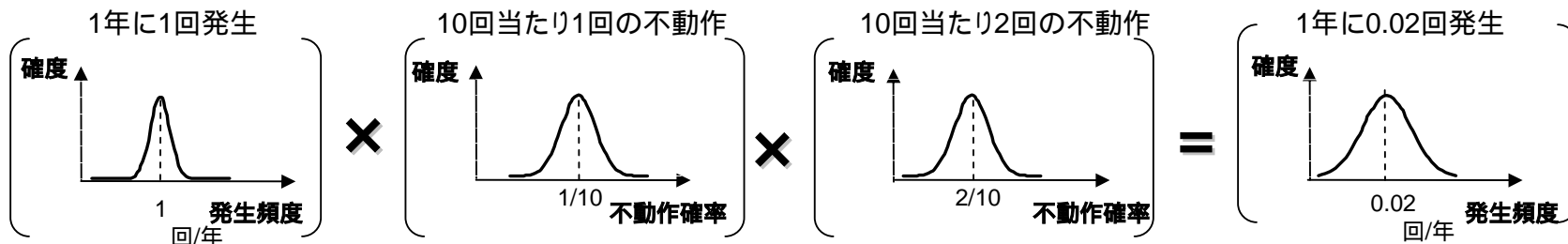
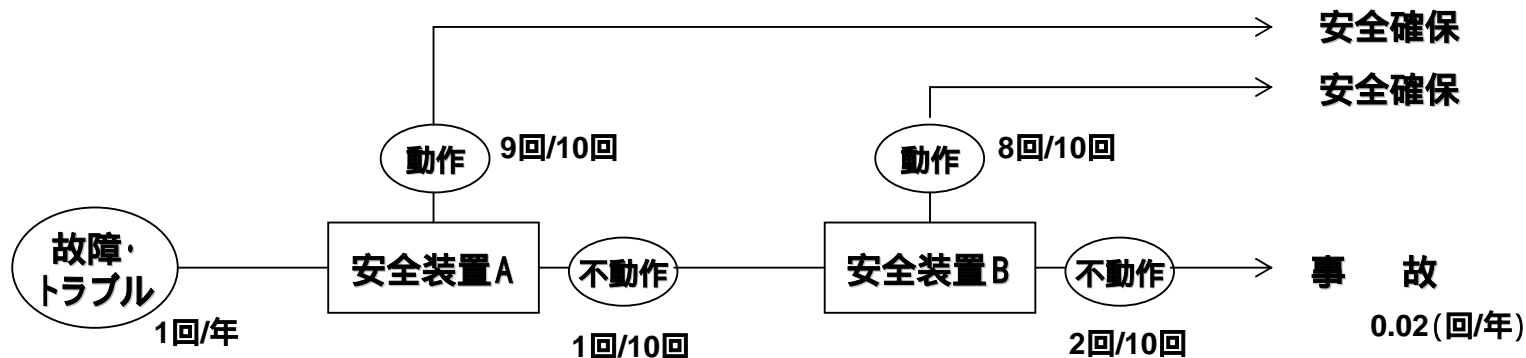
1) BWR型プラントの例(AM整備後)

項 目		電気事業者	NUPEC
炉心損傷頻度	Aプラント	約 3.1×10^{-7} /炉年	約 2.8×10^{-7} /炉年
	Bプラント	約 1.7×10^{-8} /炉年	約 2.5×10^{-8} /炉年

2) PWR型プラントの例(AM整備後)

項 目		電気事業者	NUPEC
炉心損傷頻度	Cプラント	約 6.0×10^{-7} /炉年	約 4.6×10^{-7} /炉年
	Dプラント	約 1.7×10^{-7} /炉年	約 9.6×10^{-8} /炉年

PSAの計算のイメージ(1 / 2)



安全装置Aの不動作確率

自動スイッチの故障 1回/5回

手動操作失敗 1回/4回

不動作 1回/20回

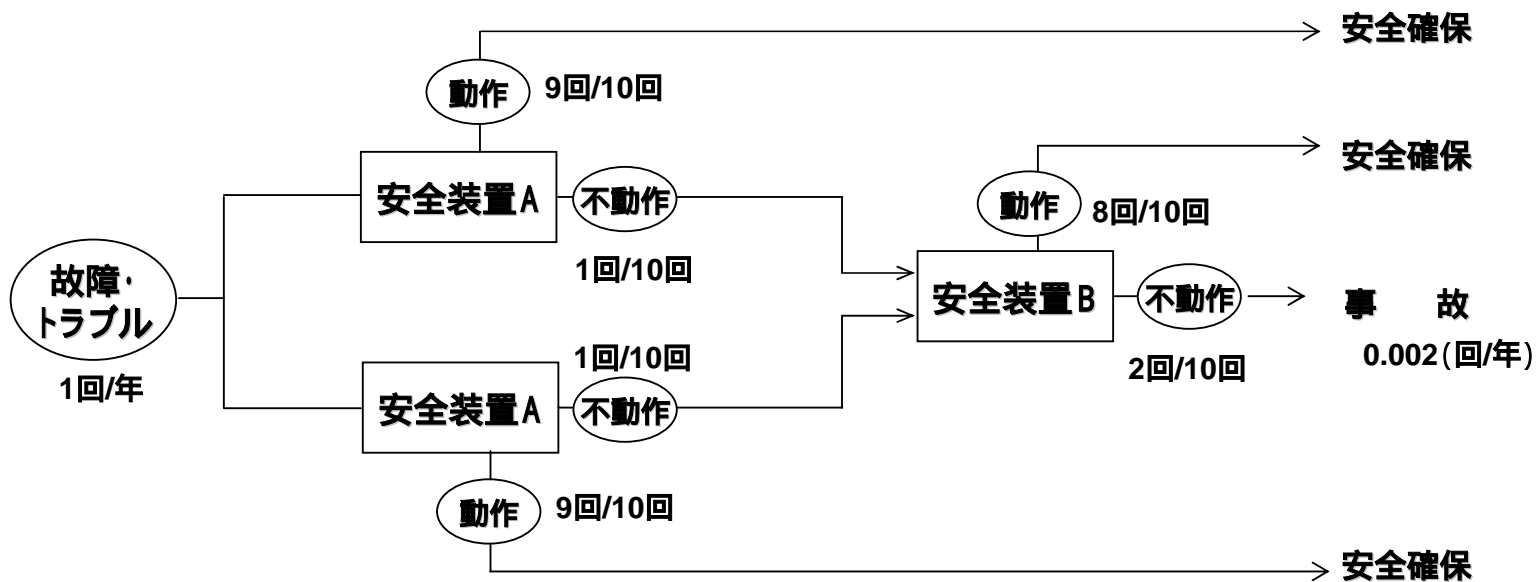
機械の故障

不動作 1回/20回

} 不動作確率 1回/10回

PSAの計算のイメージ(2 / 2)

< 安全装置Aが2台の場合の影響 >



PSAの計算に必要なデータ等の例

- ✓ 故障・トラブル(起因事象)の種類と発生頻度及び分布
- ✓ 安全装置の構成と事故に至るシーケンス
- ✓ 安全装置を構成する各機器・部品の故障確率及び分布
- ✓ 安全装置を操作する人の失敗確率及び分布等

決定論的安全評価と確率論的安全評価

■ 決定論的安全評価

- 決定論的安全評価では、代表的な通常考えうる最大級の異常・事象を想定して、その異常あるいは事故に至る過程を解析し、原子炉の損傷の程度や公衆の被ばく線量を評価するものである。

■ 確率論的安全評価

- 確率論的安全評価(PSA)とは、発生する可能性のあるさまざまな事象に対して、その発生の確率を考慮して安全性を評価することである。原子炉の場合、原子力施設等で発生し得るあらゆる事故を対象として、その発生頻度と発生時の影響を定量評価し、その積である「リスク(危険度)」がどれ程小さいかで安全性の度合いを表現する。