

解説記事**試験研究炉に係る新規制基準の概要**

近畿大学原子力研究所

芳原新也

はじめに

2011年3月の東北地方太平洋沖地震とそれに引き続いて発生した津波（東日本大震災）に端を発した東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、1F事故という）は、東北地方中通り地区を中心に広範囲に放射性物質による環境汚染（以下、放射性汚染という）を引き起こした。当時の民主党政権下における1F事故に対する行政府対応は、放射性汚染の発生もあり、世論からの非難を受けることとなった。当時の国会及び行政府は、規制基準の改訂と規制行政部門の推進行政部門からの完全分離を持って非難への対応とした。

規制行政部門の推進行政部門からの完全分離は、実用発電炉の規制を担当していた経済産業省の保安院及び試験研究用等原子炉の規制を担当していた文部科学省の原子力規制室を各省から分離し、環境省の外局として新設した原子力規制委員会に統合することで実施した。規制基準の改訂は、指針制定機関であった原子力安全委員会を解体し、新設した原子力規制委員会に規則制定権限を付与し、新たに規制基準を定めた規則を制定することで実施した。この新規制基準は、実用炉に対しては2013年7月8日より、試験研究用等原子炉に対しては2013年12月18日より施行され、これを既設原子炉にも遡及適用した。これらの行政府（ハードウェア）、法令（ソフトウェア）の一斉更新により、日本国内における既設原子炉は実用炉、試験研究用等原子炉に関わらず、新たな規制を受けることとなった。

本解説記事は、主に試験研究用等原子炉に係る規制内容をわかり易く概説し、既設の試験研究用等原子炉の規制対応時における留意等をまとめることを目的として執筆した。なお、本記事に記載されている内容には、本記事執筆時（2014年12月現在）までの近畿大学原子炉の設置変更許可申請に係る原子力規制庁との審査ヒアリングにおいて確認された内容も含まれているが、今後の規制方針等により変更される可能性もあることに注意されたい。

試験研究用原子炉に対する新規制基準

原子炉施設に係る新規制基準とは、2つの分野にわたる規制強化のことを指す。1つ目は原子炉施設等の性能に係る規制基準の強化で、2つ目は設計及び工事の方法に対する認可（以下、設工認という）の際に求められる品質保証活動の範囲及び項目の拡張である。

1つ目の原子炉施設等の性能に係る規制基準の強化は、原子炉の設置許可基準規則の詳細項目を定める原子力安全委員会指針を変更することで実現した。炉内に水の存在する試験

研究用等原子炉に対する規制を例として説明すると、施設基準に係る具体的な規制基準は、これまで「水冷却型試験研究用原子炉施設に関する安全設計審査指針」（平成3年7月18日原子力安全委員会決定）（以下、水炉設計指針という）及び「水冷却型試験研究用原子炉施設の安全評価に関する審査指針」（平成3年7月18日原子力安全委員会決定）（以下、水炉評価指針という）等によって規定され、これらに従い審査等が行われていたが、原子力規制委員会への規制組織変更に伴い「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第21号）（以下、試験炉構造基準規則という）及びその解釈（平成25年11月27日原規研発第1311271号原子力規制委員会決定）により規定されることとなった。また、この規定文書更新によって基準そのものを指針から規則へと格上げした。この格上げによって、事業者から提示される基準適合説明には詳細なクライテリア（判断基準）とエビデンス（根拠）の提示が求められることとなった。

2つ目の設工認に係る品質保証体制の強化については、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下、原子炉等規制法という）に追記された第27条第3項第3号及び新規に制定された「試験研究の用に供する原子炉等に係る試験研究用等原子炉設置者の設計及び工事に係る品質保証管理の方法及びその検査のための組織の技術基準に関する規則」（平成25年12月16日原子力規制委員会規則第22号）によって規定されている。設工認に係る品質保証活動の義務化は、ここ数年に渡って原子力保安活動に導入されてきた品質保証システムとプロセス管理の適用範囲拡張の一環として行われることとなった。

既設原子炉施設に対する新規制基準の遡及適用

新規制基準の制定自体は1F事故相当の事故再発防止を目的として行われたため、既設原子炉に対しても現行基準よりも厳しい技術基準を適用すべきとの要望が、世論等様々なレベルから挙がってきていた。しかし、過去に発行した期限無し設置許可証を無効とする為には、現行法の無効化決定及び同等の法体系の再構築を行うか、法の遡及適用を行うかの二つしか方法はない。前者はコストが莫大になるという理由から、後者は日本国憲法第39条前段に定める「法の不遡及」に反するとの理由から、規制当局は設置許可証への直接適用ではない手法により実質上の新規制基準の遡及適用を行った。

実質上の遡及適用手法は以下のとおりである。大雑把に言って、原子炉の運用に係る許可には、原子炉の設置・性能変更に係る許可と、原子炉の運転に係る検査がある。原子炉の設置・性能変更に係る許可は、前述したとおり設置・性能変更前に審査され、許可自体の有効期限は無期限である。しかしながら、原子炉の使用については、規制当局が実施する施設定期検査の検査合格証が必要となっており、この合格証の有効期限は通常1年程度となっている。施設定期検査合格証の無い使用をした場合、原子炉等規制法第36条第1項の「原子力規制委員会は、…（中略）…、試験研究用等原子炉施設の性能が第二十八条の

三の技術上の基準に適合していないと認めるとき、…（中略）…、その試験研究用等原子炉設置者又は外国原子力船運航者に対し、当該試験研究用等原子炉施設の使用の停止、改造、修理又は移転、試験研究用等原子炉の運転の方法の指定その他保安のために必要な措置を命ずることができる」の条文により規制当局は原子炉の使用停止を命じることが出来るため、新規制基準への適合確認が出来ていない原子炉施設に対して施設定期検査合格証を新規に発行しないことをもって、既設原子炉に対する新規制基準の実質上の遡及適用を行った。また、新規制基準に適合しないことを直接の理由として原子炉停止を命じることが出来るように同条文の発効条件として「試験研究用等原子炉施設の位置、構造若しくは設備が第二十四条第一項第三号の基準に適合していないと認めるとき、」との文言の追記も行った。この措置により、運転を予定していた既設原子炉は、新規制基準への適合を促された形となった。

原子力規制庁における審査

原子炉施設に対する新規制基準への適合確認については、担当行政府部署である原子力規制委員会が担当することとなっている。その中でも試験研究用等原子炉は原子力規制委員会の事務局である原子力規制庁が審査を行うこととなっており、今回の新規制基準に係る原子力規制庁の審査においては3点ほど留意すべき事項がある。

1点目は、原子力規制庁が本質的なプレヒアリング（プレサウンド含む）を実施しないことが挙げられる。これは、後述する透明性の確保を目的とした打ち合わせ・ヒアリング内容の公開がその原因のうちの一つとなっていると考えられるが、設置変更許可申請書の論理構成等に係る助言等を、申請前に原子力規制庁から得ることが出来ない状態となっており、現在では具体的な解釈や構成論理の正否については設置変更許可申請後の審査ヒアリングにおいて判明する様になっている。

2点目は、試験炉構造基準規則に定める技術基準については、そのほとんどにおいて具体的な判断基準が2014年12月現在において存在しないことである。試験炉構造基準規則の条文の殆どは「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」（以下、実用炉構造基準規則という）のデッドコピーから構成されており、そのうちの一部はかろうじて試験炉構造基準規則解釈内において、実用炉構造基準規則解釈、水炉設計指針に対して法的リンクが付けられている。しかしながら、多くの条文に示されている技術基準については、一部の自然現象（第6条第1項）、人為現象（第6条第3項）以外は、“試験研究用等原子炉は原子炉ごとの特性が大きく異なるため、基準を個別に規定することは不合理な規制コスト増大に繋がる”という理由の基、法的リンクまたは具体的な判断基準を示す指針・ガイドが存在しない。通常の規制においては、規制当局が一次的な論理と判断基準を示し、事業者が二次的な論理と適合根拠を示すことにより適合確認を行うが、今回の試験研究用等原子炉に対する新規制においては、一次的な論理と判断基準のう

ち幾分かが現存しない状態での規制基準適用となっているため、事業者側が試験炉構造基準規則解釈等に記載された抽象的な基準を満足する一次及び二次の論理及び判断基準、適合根拠を構築して規制当局に対して説明を行い、規制当局が説明を受けると論理修正等を要求するという審査手法が採用されている。(図1参照)

3点目は、打ち合わせ・ヒアリング等の内容が、すべて公開されることである。これは、「核燃料施設等の新規制基準施行後の適合確認のための審査の進め方について」(平成25年12月25日原子力規制庁)の「2. 審査会合等の公開」に示されているとおりである。審査前ヒアリングで擦り合わせ等を行った場合、審査前の事業者への情報提供が公開され事業者との癒着批判につながるとの判断から、前述したような本質的なプレヒアリングの拒否に繋がっているものと考えられる。

以上の3点については、規制基準が指針から規則に格上げになったという点と併せて、原子炉設置事業者の規制対応事務コストを押し上げる原因となるため、原子炉の設置許可、変更許可、設工認等を申請する際には留意が必要であると考えられる。

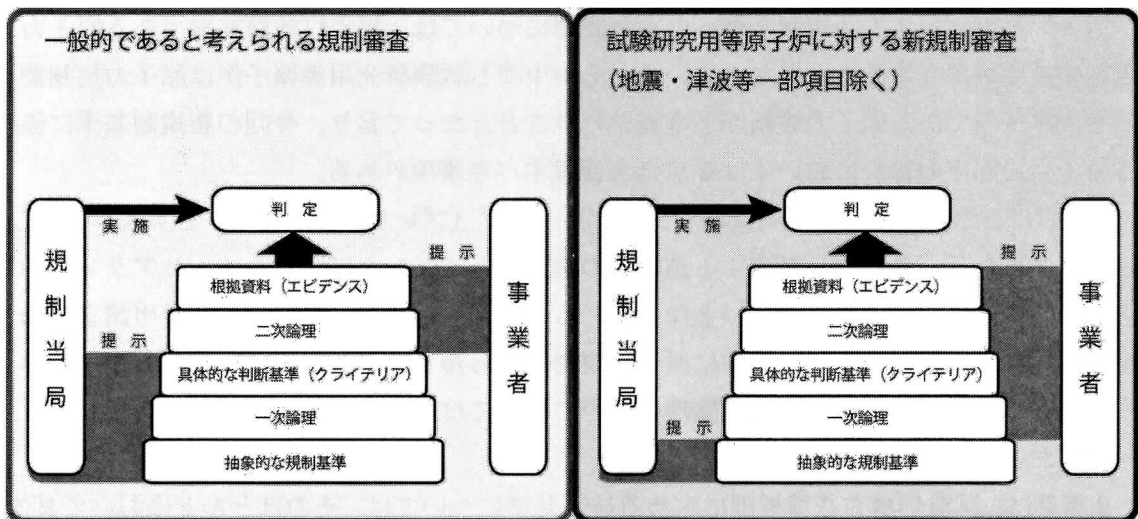


図1：試験研究用等原子炉に対する新規制にかかるとの担当概要

新規制基準への適合確認手順

試験研究用等原子炉における新規制基準への適合確認は、前述したとおり原子力規制庁の審査ヒアリングにおいて行われる。新規制基準への適合に係る記載が設置変更許可申請の一部となっているため、審査ヒアリングにあっては施設の性能確認にあたる新規制基準への適合確認のみではなく、運用体制や工事等に係る資金力等、その他法定事項に対する確認も併せて行われる。ここでは、新規制基準への適合確認のみに絞って概説を行う。

新規制基準への適合確認は大雑把に以下の流れに沿って行われる。まず、想定を超えた事故が発生した場合に見込まれる公衆への被ばくの程度から、各施設が保有すべき耐震性能等の要求事項を決定する。この区分作業を「耐震重要度分類」とよび、試験炉構造基準規則別記1に従って行われる。

次に安全に係る機器の重要度の設定と併せて想定が予想される異常・事故による公衆への被ばくの程度から、各施設が設置すべき機器等が決定される。この作業は「安全機能の重要度分類」と「運転時の異常な過渡変化、設計基準事故」の検証とよばれ、水炉評価指針に従って行われる。なお、「安全機能の重要度分類」については、試験炉構造基準規則解釈の第12条解釈文から水炉設計指針添付を参照するよう指定されているが、「運転時の異常な過渡変化、設計基準事故」については、参照先を定めている解釈文等はない。

以上の二プロセスを経た時点で、各原子炉施設への要求定義が決定する。最後のプロセスは要求定義で設定された機器に課せられる法定要件を満足しているかの確認となる。試験炉構造基準規則に記載のある様に、一次冷却材として水を使用するものにあつては同規則第31条～第41条、一次冷却材としてナトリウムを使用するものにあつては同規則第55条～第61条、ガス冷却型原子炉（同規則内に具体的な定義はないが…）にあつては第42条～第54条、それ以外の冷却を必要としない原子炉等については第3条～第30条が機器に課せられる法定要件となる。この確認プロセスにおいて既設機器等が不適合と判断された場合においては、対象機器等の性能変更を求められる。機器の性能変更にあたっては設工認が必要となるため、新規制基準適合に係る性能変更が要求された場合には、適合確認終了後に、設工認申請、認可取得、工事等による性能変更及び使用前検査を実施し合格することが、設置変更許可証の交付において必要となる。

以上のプロセスにおいて、施設・機器の分類が施設自身への要求定義に非常に大きく関係するため、新規制基準の定義条である第2条、施設の分類プロセス条である第3条及び第4条の解釈をしっかりと理解し、規制当局と解釈の一致を図っておくことが新規制基準の適合確認に係る申請を行う上において重要なポイントとなる。以下に、2014年12月現在において確認出来ている解釈等について記載する。なお、今後規制当局の解釈変更等により、記載内容が規制内容と異なってくる可能性があることに注意されたい。

耐震重要度分類

新規制基準の第一番目の適合確認手順として原子炉施設の耐震重要度分類がある。耐震重要度分類は、想定を超えた事故時における公衆の放射線被ばくの程度により、原子炉施設に要求する耐震性能を決めたものであり、分類定義については試験炉構造基準規則解釈の解釈文第4条2に、詳細な分類フローは試験炉構造基準規則解釈別記1に示されている。詳細な分類フローにあるとおり、停止機能、冷却機能、閉じ込め機能の全てが喪失した場合における公衆への被ばく見積もりにより、原子炉施設はSクラス、Bクラス、Cクラス

のいずれかに分類される。SクラスとBクラスとを分類する基準線量は試験炉構造基準規則別記1に記載のあるとおり5mSvであるが、BクラスとCクラスとを分類する基準線量は明確には決まっていない。これは、試験炉構造基準規則解釈の解釈文第4条2の二に記載のある「その機能を喪失した場合の影響がSクラス施設と比べて小さい」の範囲が未定義なことを意味する。2014年12月現在においては、この「小さい」の範囲は特に法令文書等により規定はされていないが、便宜上の解釈として上限が5mSvであり下限が「1mSvより十分小さい」が採用され審査ヒアリングが行われている。しかしながら、「1mSvより十分小さい」線量が具体的に何Svであるかは、まだ示されていない。

この耐震重要度分類のフローにおいて、試験炉構造基準規則解釈別記1に記載のない以下二点の条件設定が、審査ヒアリングにおいて要求されるので注意が必要である。(図2参照)第1点目の条件設定は、停止機能、冷却機能、閉じ込め機能全てが失われた状態に加えて、原子炉の反応度が正に付加されている状態を想定して影響の算定を行わなければならない条件設定である。このため、強力な自己出力抑制特性を持たない原子炉施設、つまり停止機能及び冷却機能が喪失した場合に熱的な燃料破損が起きない原子炉施設以外は、Sクラスを要求されることとなる。

第2点目の条件設定は、分類フロー2段目の機能喪失時の想定影響※2に記載のある「燃料破損が想定される場合」の燃料破損想定において、建屋崩落に伴う物理的破損の見積もりも算定に盛り込まなければならないという条件設定である。試験炉構造基準規則解釈別記2のフロー図のみを見ていると、燃料の熱的破損のみを見積もれば良いと誤解してしまうが、その前段階として建屋崩落に伴う落下物等による物理破損についても建屋の耐震性能に関わらず(Sクラス、Bクラス、Cクラスに関係なく)見積もらなければならないと審査ヒアリングにおいて要求されている。この物理的破損の見積もりによっては、熱的破損が見込まれない原子炉施設についてもSクラスへと分類されることがあるので注意が必要である。なお、物理的破損の算定については指針・ガイドライン等が存在しないため、事業者が論理(ロジック)、判断基準(クライテリア)及び根拠(エビデンス)を用意する必要がある。

Sクラス及びBクラスに分類された場合は、施設全体の耐震重要度分類の次に停止機能、冷却機能、閉じ込め機能の耐震重要度分類を行う必要がある。試験炉構造基準規則解釈別記1によれば、Cクラスの場合は各機能に対する重要度分類は求められないが、Cクラス施設の安全機能に対してCクラス相当の耐震性能があることを確認するよう審査ヒアリングでは要求される。

耐震重要度分類により分類されたクラスに応じて施設及び設置地盤に対して耐震性能が要求される。これらの要求定義については、試験炉構造基準規則解釈の解釈文第3条及び第4条から実用炉構造基準規則解釈に法的リンクが付けられており、実質的な検討内容としては、実用炉構造基準規則解釈別記1及び別記2に従って適合確認を行うこととなる。地盤の支持力及び施設の耐震性能に要求される内容は、建築基準法における基準を基礎と

したものである。Cクラス施設に対する要求性能は、建築基準法におけるルート3診断を行うことを求められ、建屋の保有水平耐力及び主要部の許容応力度の両方について確認を行うことが求められている。なお、耐震壁が受け持つせん断力割合が大きい場合には、平成19年国土交通省告示第594号第2に基づく応力割増が必要となるので注意が必要である。また、主要部の許容応力度の確認においては、実用炉構造基準規則解釈別記2の第4条1に記載のある「また、この場合、上記の「許容限界」とは、必ずしも厳密な弾性限界ではなく、局部的に弾性限界を超える場合を容認しつつも施設全体としておおむね弾性範囲に留まり得ることをいう。」との文言については、「耐震設計に係る工認審査ガイド」（平成25年6月19日原管地発第1306195号原子力規制委員会決定）等で採用されている規格及び基準等に「おおむね弾性状態」に係る具体的な判断基準の記載が無いため、審査ヒアリングにおいては考慮をされないこととなっている。つまり、Cクラス施設に対しては建築基準法上の完全弾性状態が要求されることに留意しておく必要がある。なお、共振のないBクラス施設については、Cクラス施設の1.5倍の耐震性能を要求される。

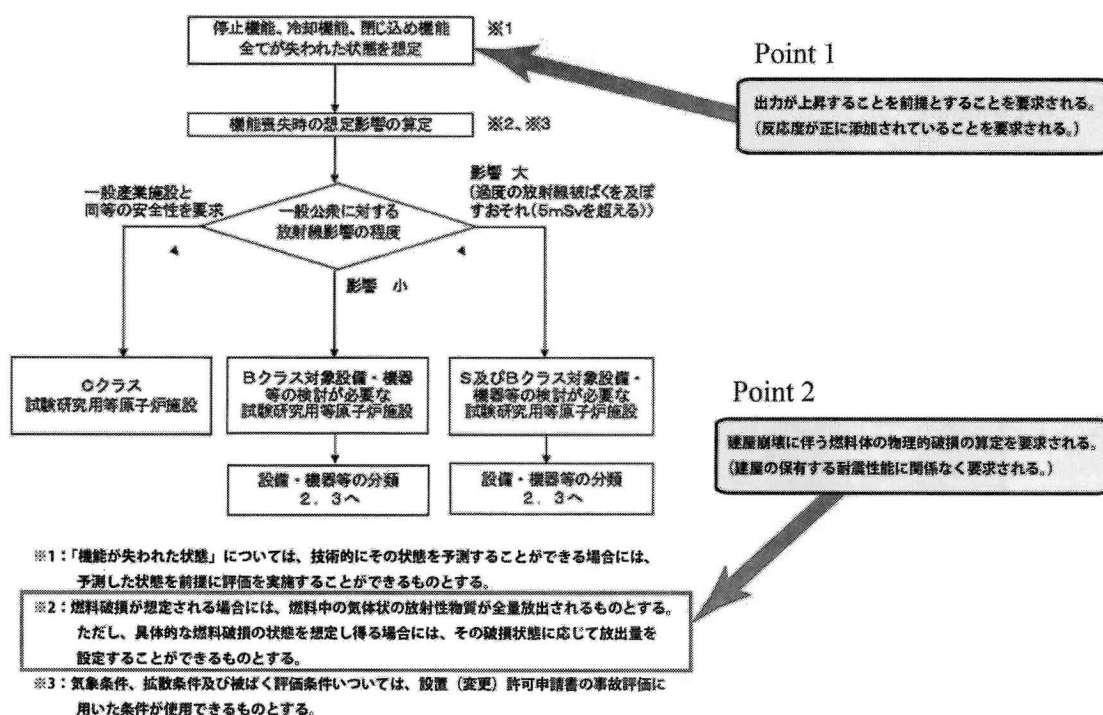


図2：耐震重要度分類の手順において追加で要求される事項

安全機能の重要度分類

耐震重要度分類の次の手順として、安全機能の重要度分類がある。これは機能の安全性に係る重要度の分類となり、前段の耐震性能に係る重要度とは異なる指標であることに

注意が必要である。安全機能の定義において、試験炉構造基準規則第2条第2項第12号を参照すると「運転時の異常な過渡変化」及び「設計基準事故」（以下、過渡・事故という）の有無により安全機能の要否が決定されると読める条文となっている。しかしながら、審査ヒアリングでは、水炉評価指針に従って過渡・事故の評価を行うよう求められ、水炉評価指針においては安全機能の設定の後に過渡・事故評価を行う手順となっているため、実質上全ての原子炉施設において、安全機能の設定及び重要度分類が要求される。

安全機能の重要度分類そのものは、前述したとおり、試験炉構造基準規則解釈の解釈文第12条1により水炉設計指針添付に法的リンクが付けられている。水炉設計指針添付における重要度分類の基本的な考え方において、PS（異常発生防止系）及びMS（異常影響緩和系）への分類は明確に定義がなされている一方、そのクラス区分（特にMS機器）については非常に曖昧な判断基準の記載しかない。また、各クラスに応じて要求される信頼性である基本目標については、判断指標そのものや判断基準（クライテリア）等が存在しない。このため、審査ヒアリングにおいては、クラス区分の後に基本目標が達成されていることを確認するといった一般的な分類・評価手順は採用されず、対象となる安全機能が過渡・事故評価において要求される信頼性に応じて、クラス区分を実施するという逆の分類手順が採用されているので、安全機能の設定及び重要度分類を行う際には注意が必要となる。（図3参照）

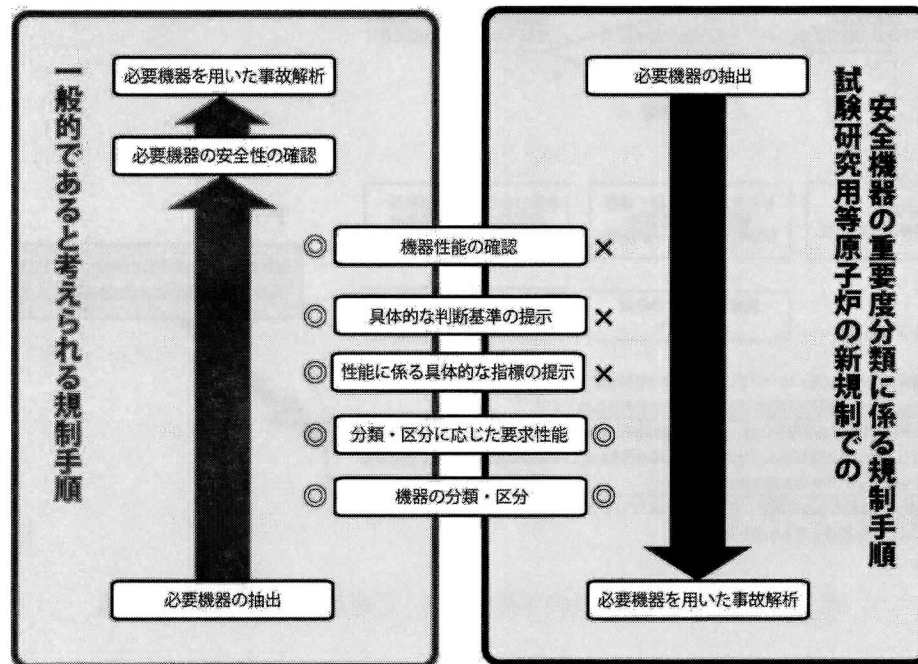


図3：新規制における安全機能の重要度分類に係る手順

運転時の異常な過渡変化、設計基準事故

新規制基準適合確認においては、上記の耐震重要度分類、安全機能の重要度分類の後に、過渡・事故の評価が求められる。過渡・事故について最も注意を要する点は、その定義条文にある。「運転時の異常な過渡変化」については、試験炉構造基準規則第2条第2項第15号において、「設計基準事故」については、試験炉構造基準規則第2条第2項第16号において定義がされている。この条文構造をみると、「[定義対象]とは、[対象の母集団]であって、[該当の十分条件]をいう。」といった文章構造となっているように見えるが、審査ヒアリングにおいてはこの文章解釈は現在のところ許されておらず、「[定義対象]とは、[該当条件]であって、[対象への要求事項]をいう。」といった文章解釈のみが許されている。この文章構造解釈は、前述の安全機能の重要度分類と併せて、非常に安全性能の高い原子炉における新規制基準適合論理に大きな影響を与えるので注意が必要となる。具体的にいうと、現在許可されていない文章構造解釈を採用した場合、施設への要求事項の確認手順は、燃料の損傷可能性 ⇒ 過渡・事故 ⇒ 安全機能 となるが、後者の文章構造解釈の場合は、この確認手順が、安全機能（必須）⇒ 過渡・事故 となってしまう。つまり、前者の文章構造解釈では、非常に安全性能の高い原子炉においては安全機能及び安全施設が不要との論理構築も可能となるが、後者の文章構造解釈では、安全機能・安全施設は必須となってしまう。審査ヒアリングにおいては、全ての原子炉施設に対して安全機能・安全施設の設定を要求するため、後者の文章構造解釈を採用しているものと考えられる。（表1、表2参照）また、過渡・事故の評価の手順については、試験炉構造基準規則解釈から明示的な法的リンクは存在しないが、審査ヒアリングにおいては、水炉評価指針に従って評価をおこなうことが要求され、その評価における数値等については詳細に根拠（エビデンス）の提示が求められる。

結言

本稿では、既設の試験研究用等原子炉施設における新規制基準への適合確認を含む設置変更許可申請について、施設の分類等を中心に注意すべきポイントを述べてきた。現在のところ、施設の耐震重要度分類や安全機能の重要度分類等において、試験炉構造基準規則から参照することが難しい条件設定や判断基準を用いて審査が進められている。これらの情報は、情報公開に基づく審査ヒアリング議事録等から収集できるが、細かな注意点等については収集することが難しい。特に適合説明論理の構成に大きく関わる定義条文の解釈に、規制当局と事業者との間で食い違いが生じていると、原子炉施設の運転再開までにかかる期間や事業者が見込むコスト等が大幅に増長してしまう可能性が大きくなる。

その様な状況は、日本の研究・教育分野における原子力利用を長く停滞させることに繋がり、基礎レベルにおける日本の原子力技術者の枯渇を誘発してしまう可能性もある。上

記の状況に陥らないためにも、本稿で述べた様な審査ヒアリングにおける注意点等については試験研究用等原子炉を保有する事業者間において互いに共有した方が好ましいと考えられる。本稿の内容が、他の試験研究用等原子炉事業者の参考になれば幸いである。

表 1：試験炉構造基準規則における「運転時の異常な過渡変化」の解釈

<p>第 2 条第 2 項第 15 号</p> <p>「運転時の異常な過渡変化」とは、 通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であって、 当該状態が継続した場合には試験研究用等原子炉の炉心（以下単に「炉心」という。）又は原子炉冷却材圧力バウンダリの著しい損傷が生ずるおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものをいう。</p>
<p>許されない解釈</p> <p>「運転時の異常な過渡変化」とは、 通常運転時等に発生する異常な状態のうち、 継続した場合に炉心等に著しい損傷を生ずるおそれのあるものをいう。</p>
<p>原子力規制庁が採用している解釈</p> <p>「運転時の異常な過渡変化」とは、 通常運転時等に発生する異常な状態であり、 継続した場合には炉心等に著しい損傷が発生する、と想定するものをいう。</p>

表 2 : 試験炉構造基準規則における「設計基準事故」の解釈

第 2 条第 2 項第 16 号
<p>「設計基準事故」とは、 発生頻度が運転時の異常な過渡変化よりも低い異常な状態であって、 当該状態が発生した場合には試験研究用等原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべきものをいう。</p>
許されない解釈
<p>「設計基準事故」とは、 運転時の異常な過渡変化よりも発生頻度の低い異常な状態のうち、 継続した場合に多量の放射性物質が放出するおそれのあるものをいう。</p>
原子力規制庁が採用している解釈
<p>「設計基準事故」とは、 運転時の異常な過渡変化よりも発生頻度の低い異常な状態であり、 継続した場合には多量の放射性物質が放出される、と想定するものをいう。</p>