

研究用原子炉KURの新規制基準への対応

中島 健
Nakajima Ken

1. はじめに

2017年8月29日、京都大学研究用原子炉KURは利用運転を開始した。KURは、2014年5月26日より施設定期検査を開始しており、実に3年3か月ぶりの利用運転となった。この停止していた3年間に、原子力規制委員会によるKURの新規制基準への適合確認が行われた。以下、新規制基準へのKURの対応について、振り返ってみる^{1,2)}。

2. 新規制基準とは

2011年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、1F事故）は、我が国における原子力規制を根本から揺るがした。その結果、2012年9月に原子力規制委員会が設置され、それまでの原子力安全・保安院（経済産業省資源エネルギー庁）と原子力規制室（文部科学省）が直接規制を行い、その結果及び経過を原子力安全委員会（内閣府）が確認するという二段階規制をやめ、原子力施設の安全規制は、すべて原子力規制委員会とその事務局である原子力規制庁が一元的に担うこととなった（図1参照）。

原子力規制委員会は、直ちに各種規制のルール作りを開始した。その1つが設置を許可する際の判断基準となる設置許可基準、いわゆる新規制基準である。試験研究炉用の新規制基準（正確には、「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」）は2013年12月18日に施行された。この日以降に施設定期検査を開始した試験研究炉はすべて、原子力規制委員会による新規制基準に適合していることの確認（いわゆる安全審査）を

受けた後でなければ、運転できないこととなった。

新規制基準は、1F事故の教訓を踏まえ、地震・津波はもちろん竜巻や火山等の自然事象について、厳格な影響評価を要求している。また、これまでは事業者の自主的な対応としてきた重大事故（試験研究炉では「多量の放射性物質等を放出する事故」と呼ぶ）への対応も求められている。この他、安全上重要な機器等について、共通要因事象で機能喪失を起こさないための多重性・多様性・独立性が要求される等、多くの点で要求が厳しくなっている。更に、規制のバックフィットが法的な要求事項となっており、このため、既設炉であっても運転を行う炉はすべて新規制基準に適合しなくてはならず、また今後新たな知見等に基づき規制要求が変更あるいは追加された場合は、それへの適合確認が求められることとなる。

3. KURにおける新規制基準対応

KURでは、新規制基準への対応内容を記載した設置変更申請書を2014年9月末に原子力規制委員会に提出し、その後、安全審査が始まった。安全審査は基本的に原子力規制庁により実施され、2016年9月の合格まで、ほぼ週1回のペースで100回を超えるヒアリング（非公開）又は審査会合（公開）が行われた。新規制基準のもとでの中高出力炉の研究炉としては初めての審査ということもあり、個々の事例について、規制側と議論を進めながら対応を検討しなければならないことが多くあった。特に規制が強化された外部事象（自然現象）の評価とその対応策の策定には、多くの時間と労力を要した。なお、今回の設置変更の主な内容（変更点）は、以下

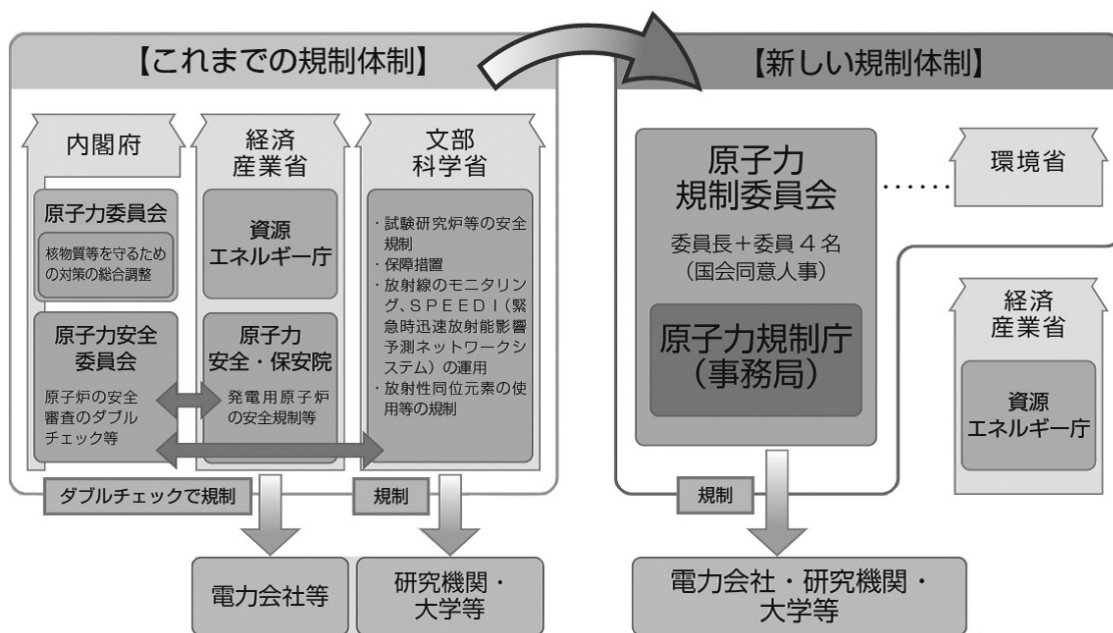


図1 原子力規制体制の見直し（原子力規制委員会パンフレットより）

のとおりである。

・重要度分類の策定・見直し

これまでは設置申請書に記載が無かった各施設の安全機能別の重要度分類を正式に策定すると共に、耐震基準の見直しに対応した耐震重要度分類の見直しを行った。これらの重要度分類に基づき、次で述べる外部事象及び内部事象の評価において、各施設が防護すべき対象となるかどうか判断されることとなる。

・外部事象・内部事象の評価の厳格化

地震・津波・竜巻・火山・外部火災等の外部事象及び内部火災・内部溢水等の内部事象について、その評価を発電炉に準じた手法により評価し、必要な対策を講じた。例えば、竜巻評価では、発電炉と同じくクラスF3（風速92m/s）の竜巻を想定し、その対策を講じている。この場合、自動車が風で飛ばされて炉室等を破損する恐れがあることから、竜巻警報発生時には近隣駐車場の自動車は直ちに所定の場所に退避させることとした。また、外部火災（森林火災）が発生した時の防護策として、想定火災区域と原子炉施設の間に予防散水エリアを設けて火災発生時には要員が直ちに駆けつけて同エリアに散水する対策を講じた。内部火災対策としては、発火源及び可燃物の炉室内への持ち込み制限を行うと共に、管理されていない可燃物は炉室に放置しない等

の火災発生防止策を講じた他、火災感知器や消火器の追加設置、更に一部設備には防火カバーの設置等の影響軽減策を講じることとした。また、内部溢水に対しては、想定される最大量の溢水が生じた場合でも、必要な給水機能が確保できるよう非常用電源システムを給電システムも含めて2重化することとした。

・「多量の放射性物質を放出する事故」の想定

想定を超えた異常により、周辺環境に多量の放射性物質を放出する事故が発生した場合の対策を記載した。例えば、冷却水喪失事故時に恒設の給水設備がすべて使用できない場合に備えて、可搬型消防ポンプや大型の水タンクを配備し、使用できる体制としている。

・品質保証体制・活動の追記

施設・設備の設計及び工事における品質保証体制やその活動内容について、明記した。

審査合格後は、設置変更申請書で約束した安全機能を確保するための各種の工事等に取り掛かったが、新たに研究炉の工事に対して導入された品質保証制度の運用に手間取り、運用の方法を皆で確認しながら、また手引き等を整備しつつ進めていった。そうして、2017年8月にKURの運転に必要なすべての検査が終了し、その後利用運転を開始した。結果的に、KUR, KUCA（2017年6月より利用運転開始）共に新規制基準対応のために、3年3か月の間、運

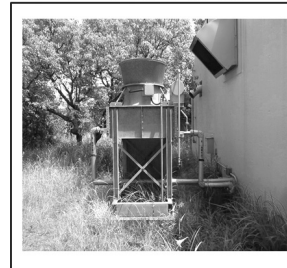
表1 KURの主な工事等

項目	概要
耐震性の確認	KUR 建屋等の耐震性を確認する（必要に応じて、補強工事を実施）。
安全保護回路の変更	スクラム回路の2重化による安全施設の多重性確保、一部実験設備の使用取り止めによる該当する警報及びスクラム項目の削除等。
非常用電源の強化	従来の KUCA 用の非常用発電機（EG）を KUR 用に変更し、KUR 用 EG を 2 台とする（多重化）。このとき、2 台の EG からの送電系統を分離独立させることにより、送電系の設備（配電盤など）のどこか 1 か所が内部火災や内部漏水等により損傷したとしても、別経路を経由して送電できる構成とする。また、監視設備用の無停電電源の容量を増強する。
内部火災対策	原子炉施設内の可燃物の管理を徹底する（発火源及び可燃物の炉室内への持ち込み制限を行うと共に、管理されていない可燃物は炉室に放置しない等の火災発生防止策を講じる）と共に、火災報知器・消火設備、防火カバー等を整備。
外部火災対策	森林火災から施設を保護するため、防火帯（予防散水エリア）整備、散水栓設置、消防体制整備の実施。
竜巻対策	発電炉と同じくクラス F3（風速 92m/s）の竜巻を想定し、その対策として、非常用電源室（KUCA）の壁厚増強、非常用電源用屋外冷却塔（KUR）の防護設備設置、竜巻監視システムの導入と竜巻発生時の自動車退避等の実施。

転休止となった。

表1に、新規制基準への適合のために KUR 施設で実施した主な工事の内容を示す。表中の「非常用電源の強化」では、KUCA 用の非常用発電機（EG）を KUR 用に変更し、KUR 用 EG を 2 台とする工事を行ったが、これは新規制基準において、非常用電源設備に対して多重性（あるいは多様性）及び独立性が要求されており、これに対応したものである。なお、この工事においては、2 台の EG からの送電系統を分離独立させることにより、送電系の設備（配電盤等）のどこか 1 か所が損傷したとしても、別経路を経由して送電できる構成とした。また、「内部火災対策」に記載の火災報知器・消火設備は、一部を除き、消防法に基づき以前から設置されていたものであるが、これらの設備が新規制基準により新たに原子炉の安全施設と位置付けられたことから、実際の工事は伴わないにもかかわらず「設計及び工事の方法の承認申請」を提出し、使用前検査を受ける必要があった。他に、表には記載が無いが、通信設備としての固定電話や携帯電話等も、新規制基準で設置が必要となったことから、使用前検査の対象となった。「竜巻対策」では、前述のとおり、竜巻警報発生時の車両退避が必要となったため、新たに退避用の駐車場を整備した他、EG 用冷却塔を竜巻により発生する飛来物から防護するために周辺を金属ネットで覆う処置をした（図2参照）。更に、「外部

【工事前の現場】



【工事後の現場】

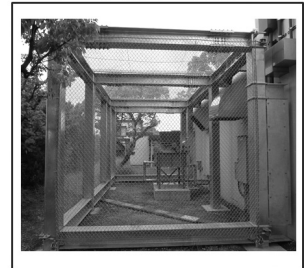


図2 非常用発電機用冷却塔の防護設備の設置

火災対策」のための予防散水エリアの整地・散水栓の設置を行うと共に、散水訓練を実施した。

これらの工事の使用前検査においては、原子力規制庁により品質保証活動が適切に実施されていることの確認が厳重に行われた。その結果、検査時に書類の不備等が指摘されることもあり、その対応に多くの時間と労力を要した。また、工事期間中に実施された原子力規制庁による保安検査においては、緊急時の対応を確実に実施できる体制となっているか、また、そのための手順書が適切に整備されているかを確認するための実地訓練の視察も行われた。

これらの工事等をすべて終了した後、施設定期検査として原子炉の運転状態までを含めた機器類の動作確認を行い、前述のとおり 8 月 25 日付けで新規制基準への適合確認が完了（合格）し、原子炉の利用運転が可能となった。

4. おわりに

KUR は、2017年8月29日より利用運転を開始したが、その後、実験施設のトラブルのため、約4週間運転を休止し、10月末より再度利用運転を開始した。また、本年1月末には停止回路の故障により自動停止し、1週間運転を取りやめることとなった。いずれも、軽微な事象ではあったが、KURの利用を予定していた研究者に迷惑をかける事態となった。この場を借りて深くお詫び申し上げる。

現在（2018年3月）、KURは今年度の運転をすべて終了し、施設定期自主検査を実施しているところである。この検査期間中には、通常の検査に加え、上記のトラブルを踏まえ、軽微な故障でも運転計画に影響を与える可能性がある機器等についての点検を実施する予定である。

これまで述べてきたとおり、京都大学では1F事故後に強化された新規制基準への対応等様々な取り組みを行ってきた。これらの取り組みは、すべて大学の職員が行っているが、大学の法人化後の定員削減により、研究炉の運転管理を行う人員は大きく減少している。一方、新規制基準では、従来よりも厳しい安全管理が求められており、この対応のため従来以上の労力が必要となっている。また、昨年4月に公

布となった原子炉等規制法等の改正法³⁾により、今後3年以内に改正炉規法が施行されることとなったが、この改正では、これまで規制当局が実施してきた各種の検査等を事業者が実施する制度等、事業者の自主的な対応が要求されている。大学における研究炉の安全管理業務は、現状においても人的・経済的に大きな負担となっており、今後の更なる規制要求への対応は非常に大きな課題である。以上のとおり研究炉を取り巻く状況は、非常に厳しいものとなっており、将来にわたり研究炉を大学という一機関が維持するのは困難といえる。国内に最低限の規模の研究炉を維持していくため、早急な対応が必要である。

参考文献

- 1) 中島健, 放射化学, 第36号, p.1, 日本放射化学会 (2017)
- 2) 中島健, エネルギーレビュー, 第38巻, 第1号, p.38 (2018)
- 3) 「原子力利用における安全対策の強化のための核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律等の一部を改正する法律」, 法律第十五号 (平成29年4月14日)

(京都大学 複合原子力科学研究所)