（別添３）

柏崎刈羽原子力発電所第７号機の燃料からの放射性物質漏えい事象に対する対応状況の評価

平成２１年１０月６日
経　済　産　業　省
原子力安全・保安院

１．プラント運転状況

①東京電力株式会社（以下「東京電力」という。）は、柏崎刈羽原子力発電所第７号機において、定期検査（調整運転）中のところ、平成２１年７月２３日１２時３０分頃、気体廃棄物処理系の高感度オフガスモニタ[1]の指示値（キセノン１３３等）にわずかな上昇傾向が認められた。このため、記録を確認したところ、指示値が同日１０時４０分頃から上昇していることが判明した。

②その後、東京電力は、関連パラメータの監視強化を行いながら運転を継続していたが、高感度オフガスモニタの指示値が再度上昇したことから、燃料棒（キセノン１３３等が含まれている）の被覆管に微小な孔が発生し、ガス状の放射性物質が原子炉水中に漏れ出たものと判断した。
プラント出力を約８０万ｋＷまで降下させた状態で、７月２４日２２時３３分より出力抑制法[2]により漏えい燃料が装荷されている範囲を特定するための調査を実施した結果、漏えい燃料を特定した。

③このため、７月２９日に、当該範囲の近傍にある制御棒５本を全挿入状態として出力を抑制（出力抑制法）し、高感度オフガスモニタの指示値が低下したことが確認された。

④その後、定格熱出力に上昇させ、漏えいが拡大していないことを監視するため、高感度オフガスモニタ等で監視していたが、当該モニタ等により観測された原子炉水中のよう素及び気体廃棄物処理系の放射性物質濃度は、保安規定の値より十分低いレベルで安定的に推移していた。

⑤出力抑制法に関するデータの取得を進めていたが、漏えい燃料の交換を行うために９月２６日に原子炉を停止した。

２．東京電力の対応状況に対する当院の評価

（１）漏えい燃料に関する安全性について

原子炉等規制法に基づく保安規定においては、燃料棒からの漏えいに関する安

---

[1] 高感度オフガスモニタ：燃料棒の被覆管にあいた微少な孔から極微量なガス状の放射性物質が原子炉水中へ漏れ出すような事象を早期に発見する目的で補助的に設置された装置。

[2] 出力抑制法：漏えい燃料が発生した場合、制御棒の操作により出力を抑制し、漏えい燃料の特定及び漏えいの抑制しながら運転を継続できる手法

全上の規制として、原子炉水中のよう素濃度に関する制限と環境への放射性物質の放出管理目標値が設定されている。

①原子炉水中のよう素濃度に関する制限

原子炉を運転するにあたっては、燃料が破損していたとしても、放射性物質の放出による周辺公衆に対する被ばくの影響を与えないようにする必要がある。これを達成するため原子炉等規制法に基づく保安規定において、燃料の健全性を確保するため、代表的な放射性核種であるよう素１３１に着目し、原子炉水中のよう素１３１濃度を一定値以下の制限値（柏崎刈羽原子力発電所第７号機の場合：１．３×１０^{3}Bq/g）に管理することを規定している。

今回報告のあった定格熱出力運転状態におけるよう素濃度は、通常運転時の範囲内である１．８×１０$^{-2}$～３．６×１０$^{-2}$Bq/g（制限値の１万分の１未満）に収まって安定しており、保安規定の制限値と比べて極めて低く、安全上の問題はなかった。

②放射性物質の放出管理

原子力発電所の通常運転中における放射性物質の放出に伴う被ばくの影響を周辺公衆に与えないようにする必要がある。これを達成するため、原子炉等規制法に基づく保安規定において、排気筒からのよう素１３１の放出量を一定値以下（柏崎刈羽原子力発電所全体の場合：２．３×１０^{11}Bq/年）に管理することなどを規定している。

今回報告の定格熱出力運転状態においては、原子炉水のよう素１３１の濃度が通常運転時と変わらず、排気筒放射線モニタの指示値は検出限界値以下となっており、周辺公衆の受ける放射線量は十分に低く保たれており、安全上の問題はなかった。

（２）漏えい燃料の特定及び漏えいの抑制対策について

今回の対策で用いられた出力抑制法は、出力を抑制した状態で制御棒を操作し、高感度オフガスモニタの測定の変化から、漏えいのある燃料棒を特定するものである。また、特定された燃料棒に制御棒を挿入することにより、漏えいのある燃料棒の反応を抑え、燃料棒の被覆管内の圧力を抑制し、燃料からの漏えいの抑制を図るものである。

東京電力はこの出力抑制法により、漏えいのある箇所を特定し、当該範囲の近傍にある制御棒５本を全挿入状態として出力を抑制し、漏えい量の低減を確認した。さらに、この状態を維持して、プラントの出力上昇操作を行い、定格熱出力時の状態においても漏えい燃料を抑制し、安定した状態であることを確認した。

当院としては、出力抑制法は技術的に確立しており、これまで延べ１２プラントで実施された実績のある手法であると評価する。

東京電力においては、出力抑制法を的確に実施し、その結果、漏えい燃料の特

定と漏えいの抑制が適切に実施され、定格熱出力状態においても安定した状態にすることができたと評価する。

（３）漏えいの原因について

東京電力は、燃料からの漏えいが発生した原因は、設計・製造・運転等に起因した要因及び中越沖地震による影響ではなく、異物等を原因とする偶発的事象と推定している。

当院としては、製造時の燃料体検査の記録やプラント試験における健全性評価等の結果から、設計・製造・運転等に起因したものでないと評価する。また、中越沖地震による設備健全性の確認において、地震力による応答解析の結果、水中カメラによる外観目視点検による確認等から、中越沖地震による影響によるものではないと考えられる。

当院としては、これらのこと及び過去の燃料からの漏えいの原因等から、東京電力が異物等により燃料被覆管に損傷が生じたものと推定することは、妥当であると考えられる。

また、放射性物質の半減期が長いキセノン１３３等の濃度が上昇し、半減期が短いキセノン１３８等の濃度変化が少ないことから、燃料被覆管の損傷は、ピンホール程度の孔と推定していることも妥当であると考えられる。

なお、東京電力においては、後述のとおり、今後漏えい燃料の調査を行うこととしており、この調査の結果を踏まえて、原因の確定を行うこととしている。保安院は、今後、これらの調査結果について報告を求め、その内容について確認を行っていく。

（４）定格熱出力状態における監視の強化について

定格熱出力状態において、漏えいが確認された燃料の出力を抑制して放射性物質の漏えいを低減させた状態が維持されているかを確認するため、放射性物質に関する監視の強化等が求められる。

東京電力は、監視を強化するために、高感度オフガスモニタ等について毎１時間に１回、および関連パラメータ（原子炉水中のよう素１３１濃度、放射線希ガス濃度）について週１～２回のデータの採取を行うとともに、気体廃棄物のデータの分析についても、通常より頻度を高めて行ったが、当院としては、漏えいの状態を適切に監視するものであったと評価する。

なお、東京電力は、高感度オフガスモニタ、原子炉水中のよう素１３１濃度、排気筒放射線モニタのデータをＨＰ上で公開し、透明性の確保に努めており、保安院は、当該データを確認した上でその結果を適宜公表している。

（５）定格熱出力時における運転状態について

東京電力は、定格熱出力状態においても、炉心流量・原子炉熱出力パラメータより原子炉の状態も安定しており、漏えい燃料近傍の制御棒を挿入した状態での運転は可能と評価し、出力抑制法に関する知見の拡充を図るため２ヶ月間運転を行った。この結果、漏えいが拡大していないことを監視するための各種測定値に事象発生の前後で有意な差は認められず、過去の出力抑制による運転実績や原子炉の熱的制限値を遵守する観点においても特に問題は認められなかったとしている。さらに、定格熱出力状態においての関連データを採取することによって、以下の知見が得られた。

①高感度オフガスモニタの適切な警報設定値
②出力抑制法実施のための高感度オフガスモニタにおける判断基準値
③出力抑制法実施時の原子炉出力及び制御棒操作方法
④高感度オフガスモニタの測定方法
⑤出力抑制法実施後の制御棒パターン調整の留意点
⑥出力抑制法実施後の運転パラメータの挙動

当院としては、定格熱出力状態において漏えい燃料の出力抑制を行うことについて、各種測定値から原子炉の状態は安定しており、安全上の観点からの問題はなかったと評価する。また、監視データに基づいて、漏えい燃料対策としての出力抑制法の有効性に関する知見が得られたことから、これらの知見を踏まえて全ＢＷＲ事業者において、出力抑制法の標準化を行い、その成果をガイドラインとして整備することとしていることは適切なものと評価する。

３．今後の対応

東京電力は、原子炉停止後、シッピング検査により漏えい燃料集合体を特定した後、水中テレビカメラによる外観観察や超音波検査により、漏えい燃料集合体の損傷等の有無を確認するとともに、ファイバースコープによる詳細な外観観察により、異物の有無、被覆管やスペーサーの状態等を確認し、漏えいの原因を特定することとしている。

また、新燃料への取り替えを行うこととしているが、より信頼性を向上する観点から、漏えい燃料及び漏えい燃料以外の異物フィルタがないものについても、全数異物フィルタ付きの新燃料に取り替えることとしている。

当院としては、漏えいの原因の調査結果について東京電力から報告を求め厳格に確認することとする。また、燃料取替の作業に際しては、保安検査でその実施状況を確認することとする。