

<概要>

平成18年（2006年）の1年間に於いて、法令に基づき[原子力安全委員会](#)に対して報告された実用発電用原子炉施設（[原子力発電所](#)）に係る事故・故障等は16件であった。いずれも[放射性物質](#)による環境への影響はなかった。

<更新年月>

2007年12月（本データは原則として更新対象外とします。）

<本文>

平成18年（2006年）において、原子力安全委員会に対して報告された実用発電用原子炉施設に係る事故・故障等は16件であった。発生要因毎の内訳は、a) 運転中に手動停止又は自動停止したもの：5件、b) 運転中において計画外に出力低下したもの：1件、c) 運転中に発見されたもの（a, b以外）：1件、d) 原子炉停止中に発見されたもの：9件（うち、[蒸気発生器](#)の伝熱管損傷は1件）となっている。

これらの事故・故障等の[国際原子力事象評価尺度](#)（INES）による評価は、レベル1：3件、レベル0+：2件、レベル0-：10件、評価対象外：1件で、いずれも放射性物質による環境への影響はなかった。

上記16件の事故・故障等の概要を[表1-1](#)、[表1-2](#)、[表1-3](#)、[表1-4](#)、[表1-5](#)および表1-6に示す。

<注記1>事故・故障データの把握期間

平成18年版原子力安全白書では、事故・故障のデータは暦年（1月1日～12月31日）で整理されている。暦年整理は平成12年版からで、ちなみに、平成11年版以前の原子力安全白書は財政年度（4月1日～3月31日）で整理されている。

<注記2>国際原子力事象評価尺度（INES）について

難解な原子力発電所の事象を専門家も一般の人々も共通して理解できるように、国際原子力機関（IAEA）および経済協力開発機構／原子力機関（OECD/NEA）において、1989年以来、[原子力施設](#)の事故・故障等に係る国際的な評価尺度（International Nuclear Event Scale：INES）について検討がなされ、その後、1992年3月にウィーンで開催された技術委員会において発電用原子炉について正式な運用の開始が合意された。また、発電用原子炉以外の原子力施設（試験研究炉、再処理施設、加工施設、使用施設、廃棄物管理施設、廃棄物埋設施設）および核燃料物質等の輸送については試験的運用を開始することとなった。

これを踏まえてわが国においては、1992年8月1日以降に発電用原子炉において発生した事象についてINESを導入するとともに、発電用原子炉以外の原子力施設については試行的にINESを導入してきたが、平成16年1月より本格的運用が開始された。

この評価尺度は、（1）サイト外への影響：放射性物質の発電所外への影響、（2）サイト内への影響：放射性物質の発電所内への影響、（3）施設の[深層防護](#)への影響：発電所の安全確保機能の劣化、の3つを基準にして、レベル0から7までに分けられている。通商産業省（2001年1月6日から経済産業省）は、1992年8月からこの国際評価尺度を採用している。日本でのトラブルは、ほとんどがレベル0になるので、このレベルを安全に影響を与え得る事象レベル0+（プラス）と安全に関係する事象レベル0-（マイナス）に分けている。

＜関連タイトル＞

[原子力施設の故障・トラブル・事故の国際評価尺度 \(11-01-04-01\)](#)

[平成17年実用発電用原子炉（原子力発電所）の事故・故障 \(12-01-02-27\)](#)

[平成18年試験研究用原子炉および研究開発段階炉における事故・故障 \(12-03-01-27\)](#)

＜参考文献＞

（1）原子力安全委員会（編）：原子力安全白書（平成18年版）、佐伯印刷（株）（平成19年7月25日）、p.173-177、1/27-5/27

表1-1 実用発電用原子炉における事故・故障等一覧 (平成18年)(1/5)

発生日	施設名	概要	尺度
1/6	北海道電力味 泊発電所1号機	<p>【非常用排気筒の補強材溶接部近傍のひび割れ】</p> <p>定期検査中、非常用排気筒の補強材溶接部近傍に6箇所のひび割れ(貫通)が確認された。調査の結果、非常用排気筒は、共用サポートを介して主排気筒の振動の影響を受け、常に振動していることが確認された。また非常用排気筒運転時には、排気筒内部の圧力変動に伴う振動も加わり、特に、排気筒曲がり部等の下流部付近では、圧力変動が増加し振動が大きくなりやすいことが確認され、主排気筒及び非常用排気筒が運転している状態では、非常用排気筒曲がり部の下流部付近に位置する補強材溶接部近傍に疲労限を超える繰返し応力が働くため、溶接部近傍のステンレス鋼板外面から割れが発生・進展し、一部の箇所では貫通したものと推定された。</p> <p>対策として、排気筒の振動低減を図るため、補強鋼材を追設することとした。</p>	0-
1/13	九州電力味川 内原子力発電 所1号機	<p>【蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査による有意な指示】</p> <p>定期検査中、蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査の結果、伝熱管13本の高温側管板並管部において有意な信号指示が確認された。</p> <p>原因は、製作時に伝熱管を管板部で並管する際、伝熱管内面で局所的に引張り残留応力が発生し、これと運転時の内圧とが相まって、伝熱管内面で応力腐食割れが発生したものと推定された。</p> <p>対策として、有意な信号指示が認められた伝熱管は、管板部で施栓することとした。</p>	0-
1/27	北陸電力味志 賀原子力発電 所2号機	<p>【原子炉隔離時冷却系蒸気供給隔離弁の動作不良による原子炉手動停止】</p> <p>試運転中、2個ある隔離弁のうち1個が全閉とならなかったことから、点検のため原子炉を手動停止した。</p> <p>原因は、当該弁のモータを動かす電磁接触器は、接点の踵当たり及び電磁接触器内のばねのずれで起こる片当たりにより接触面積が減少していたこと、また、接点のチャタリング時間が比較的長かったことから、接点が溶着し、当該弁のモータに「閉」信号が伝達されず、弁の動作ができなかったものと推定された。</p> <p>対策として、類似構造の接触器でばねの位置がずれているものは元の位置に戻すとともに、接触器の点検の際にはばねの位置を確認するよう手順書に記載することとした。</p>	0-
2/1 (技術 基準に 適合し ていないと判 断した日)	東京電力味福 島第一原子力 発電所6号機	<p>【ハフニウム板型制御棒のひび等】</p> <p>定期検査中、ハフニウム板型制御棒1本の表面にひびらしきものを確認したことから、同型の制御棒(全17本)について外観点検を実施した結果、9本の制御棒のシース部及びタイロッド部にひびが確認された。</p> <p>原因は、同型制御棒においては、その使用によって、シースとハフニウム板間、及びシースとタイロッド間において腐食生成物が堆積してすき間環境になりやすく、そこでひびの起点となりうる粒界腐食が発生した。また、コマ溶接部及びスポット溶接部の溶接残留応力が存在する部分において微小なひびが発生した。さらに、これら要因により発生したひびや粒界腐食が、シースとハフニウムの間の摺動抵抗の増加とハフニウム板の照射成長との複合要因により発生した応力下で、照射誘起応力腐食割れにより進展したものと推定された。</p> <p>対策として、原子力安全・保安院は、中性子照射量が一定レベル以上の同型制御棒について全挿入位置での使用を指示するとともに、同型制御棒の点検を継続すること等について指示を行った。事業者においては、ハフニウム板型制御棒17本を新品のハフニウム板型制御棒(8本)とボロンカーバイト型制御棒(9本)に交換することとした。</p>	1

表1-2 実用発電用原子炉における事故・故障等一覧
(平成18年)(2/5)

発生日	施設名	概要	尺度
3/3	東京電力㈱福島第一原子力発電所3号機	<p>【ハフニウム板型制御棒のひび等】</p> <p>中間停止中、ハフニウム板型制御棒（18本）を取り出し点検を行ったところ、うち5本について、シース部及びタイロッド部にひびを、シース部の一部に欠損が確認された。</p> <p>原因は、同型制御棒においては、その使用によって、シースとハフニウム板間、及びシースとタイロッド間において腐食生成物が堆積してすき間環境になりやすく、そこでひびの起点となりうる粒界腐食が発生した。また、コマ溶接部及びスポット溶接部の溶接残留応力が存在する部分において微小なひびが発生した。さらに、これら要因により発生したひびや粒界腐食が、シースとハフニウムの間の摺動抵抗の増加とハフニウム板の照射成長との複合要因により発生した応力下で、照射誘起応力腐食割れにより進展したものと推定された。</p> <p>対策として、原子力安全・保安院は、中性子照射量が一定レベル以上の同型制御棒について全挿入位置での使用を指示するとともに、同型制御棒の点検を継続すること等について指示を行った。事業者においては、ハフニウム板型制御棒18本をボロンカーバイト型制御棒に交換することとした。</p>	1
3/14	東京電力㈱福島第一原子力発電所2号機	<p>【原子炉冷却材再循環ポンプ1台の自動停止】</p> <p>定格電気出力運転中、原子炉冷却材再循環ポンプの（A）「インバータ（A）重故障」の警報が発生し、当該ポンプが自動停止したことから、電気出力が約34万キロワットまで低下した。その後、調査のため原子炉を手動停止した。</p> <p>原因は、短絡電流検出基板が、当該基板の電源部及びインバータ主回路内の電圧変動を誤って主回路が短絡したものと検知し、保護信号を発信したことにより、全てのインバータ主回路部品（GTO）がオン状態となり、主回路内に大きな電流が流れた。また、慣性力によって回転する電動機によって発生した電流がインバータ側へ逆流したため、GTOが直ちに遮断された。この際、GTOに大きな電流が流れている状況で遮断されたため、GTO及び付属部品が一部破損した。この後、予備側の制御系によりインバータの再起動操作が行われたが、すでにGTOが破損していたことから、適切な回復操作ができず、さらにGTO及び付属機器の一部を破損した。このため、当該ポンプが自動停止したものと推定された。</p> <p>対策として、破損したインバータの部品を新品に交換するとともに、誤信号の発信を防止する回路の追設等の回路変更を行うこととした。</p>	0 -
6/5	四国電力㈱伊方発電所1号機	<p>【湿分分離加熱器蒸気整流板溶接部の割れ】</p> <p>定格熱出力一定運転中、湿分分離加熱器1Bの内部から異常音を確認したことから、点検のために原子炉を手動停止した。点検の結果、蒸気整流板本体と内部プレートとの溶接部に割れ（長さ約49cm及び約37cm）が認められた。</p> <p>原因は、蒸気整流板の製作時に、溶接部の開先角度が設計仕様よりも狭く加工されたことから、溶接部に溶け込み不良となる部分が生じ、溶け込み不良部分に疲労限を超える変動応力が発生することにより高サイクル疲労が蓄積し、疲労強度を超えた時点で蒸気入口部の溶接部から割れが発生・進展したものと推定された。</p> <p>なお、運転中に確認された異常音は、割れの進展により蒸気整流板の内部プレートが振動し、割れた溶接部等がお互いに衝突することにより発生したものと推定された。</p> <p>対策として、当該整流板については、新品に取り替えることとした。なお、取替にあたり、当該溶接部の施工において開先検査を実施し、設計仕様どおり開先加工が行われていることを確認することとした。</p> <p>その他の蒸気整流板については、点検により割れは認められていないが疲労に対する十分な強度を確保するために当該溶接部の補強を行うこととし、次回点検にて新品に取り替えることとした。</p>	評価対象外

表1-3 実用発電用原子炉における事故・故障等一覧
(平成18年)(3/5)

発生日	施設名	概要	尺度
6/7	東京電力㈱福島第二原子力発電所1号機	<p>【残留熱除去系流量調節弁弁棒の破断】</p> <p>定期検査中、残留熱除去系（A系）の流量調節弁の開操作を実施したところ、流量が確認できなくなったため、分解調査したところ、当該弁の弁棒が弁体取付け部で折損し、弁体が落下していることを確認した。原因は、第5回定期検査時（昭和63年）に当該弁の弁体を現場にて取替えた際、作業員の手締めにより組み立てられたため、弁棒のねじ込み不足が発生し、当該ねじ込み部が約1mm浮き、弁棒が弁体座面に着座していない状態となった。当該弁の弁体取替え後、弁棒が弁体座面に着座していなかったことから、残留熱除去系の運転時において、一定の流量の状況下で流体から受ける力により弁体及び弁棒の振動が大きくなり、折損部に疲労限を超える応力が発生し、疲労によるき裂が発生・進展し、破断に至ったものと推定された。</p> <p>対策として、当該弁について、弁体と弁棒を新品と取替えることとした。その際、当該弁と同様な口径の大きい弁も含めて、弁体と弁棒を組み立てる際には、治具・工具を使用して十分に締め付けるとともに、締め付け後にネジ込み部が確実に締め付けられていることを確認することとした。</p>	0-
6/15	中部電力㈱浜岡原子力発電所5号機	<p>【蒸気タービン停止に伴う原子炉自動停止】</p> <p>定格熱出力一定運転中、タービン軸振動過大によりタービンが停止し、これに伴い原子炉が自動停止した。</p> <p>分解点検の結果、低圧タービン（B）第12段動翼（発電機側）の1枚が脱落し、その周辺のシュラウドリングが損傷しているのを確認した。更に第12段の羽根全840本中662本の羽根でひび割れ等が確認された。</p> <p>原因は、試運転中の無負荷及び低負荷運転時において、非定常流れによる流体加振力（ランダム振動）が発生するとともに、負荷遮断試験時に、抽気管からの逆流（フラッシュバック）蒸気による流体加振力が発生した。これらの流体加振力により、第12段の羽根のフォーク状の取付部に、過大な繰り返し応力が発生し、当該部において疲労限界を超え、ひびが発生・進展したものと推定された。また、第12段の羽根のうちの一本については、定格運転時の遠心荷重に抗しきれなくなり、せん断破壊が生じ、円板部から脱落したものと推定された。</p> <p>対策として、長期的には、ランダム振動及びフラッシュバックによる流体加振力に対する対策を施した第12段の羽根を設計・製作することとし、円板部と一体である車軸を新たに製作することとした。新たな羽根の設計にあたっては、実機大モデル回転試験、縮小モデル試験等を用いて検証を行うこととした。また、短期的な対策として、低圧タービン全ての第12段の羽根を取り外すとともに、同段の静翼部分に圧力プレート（整流板）を適用し、運転を再開することとした。</p>	0+ (暫定)
8/3	東北電力㈱女川原子力発電所2号機	<p>【原子炉建屋トラス室での放射性物質を含む水たまりの確認】</p> <p>定期検査中、原子炉建屋地下3階トラス室の床面に7箇所の水たまりを発見した。調査の結果、水たまりは、合計約7リットル、放射線量約6.0×10⁶ベクレルであることが確認された。</p> <p>原因は、バウンダリ管理において、バウンダリ変更等の関係者間における指示・報告が適切になされなかったこと、作業員の作業に対する認識が不足していたこと、当該作業に係る管理方法が十分ではなかったことから、水たまりが確認された床面の上部にある原子炉冷却材浄化系入口ライン試験タップ第一弁（以下「当該弁」という）の弁箱が開放された状態で上流側にある弁を開操作したことから系統にたまっていた水が当該弁から溢れ、その下部にある床に漏えいしたものと推定された。</p> <p>対策として、関係者間で適切な指示・報告を行うため、毎朝晩実施されるグループミーティング等の場で担当者への作業指示と作業状況の確認を徹底するとともに、各課担当者が出席して行う定期検査日例工程会議に各課管理職も出席し作業確認を行うこととし、また、作業員の認識不足に対する対策として、作業員に対し、バウンダリ管理や不適合管理等に関する教育を改めて実施するとともに、中期的対策として、技術継承を行うためのOJT計画を策定することとした。さらに管理方法に対する対策として、バウンダリ管理に関する責任者を明確化するとともに、バウンダリが変更された際に関係者に迅速に周知するべく手続きを見直すこととした。</p>	0- (暫定)

表1-4 実用発電用原子炉における事故・故障等一覧
(平成18年)(4/5)

発生日	施設名	概要	尺度
8/7	中部電力㈱ 浜岡原子力発電所3号機	<p>【ハフニウム板型制御棒のひび等】</p> <p>定期検査中、炉内に装荷されていたハフニウム板型制御棒13本について外観点検を実施したところ、計5本のシース及びタイロッドにひびが確認された。原因は、同型制御棒においては、その使用によって、シースとハフニウム板間、及びシースとタイロッド間において腐食生成物が堆積してすき間環境になりやすく、そこでひびの起点となりうる粒界腐食が発生した。また、コマ溶接部及びスポット溶接部の溶接残留応力が存在する部分において微小なひびが発生した。さらに、これら要因により発生したひびや粒界腐食が、シースとハフニウムの間の摺動抵抗の増加とハフニウム板の照射成長との複合要因により発生した応力下で、照射誘起応力腐食割れにより進展したものと推定された。</p> <p>対策として、原子力安全・保安院は、中性子照射量が一定レベル以上の同型制御棒について全挿入位置での使用を指示するとともに、同型制御棒の点検を継続すること等について指示を行った。事業者においては、13本全てのハフニウム板型制御棒をボロンカーバイト型制御棒に交換することとした。</p>	1 (暫定)
8/11	東京電力㈱ 福島第一原子力発電所4号機	<p>【管理区域外へのトリチウム放出】</p> <p>定格電気出力運転中、純水補給水系（以下「純水系」という。）にトリチウムを含む復水補給水系（以下「復水系」という。）の水が流入し、総量約4.7×10^{10}ベクレルのトリチウムが管理区域外（大気および放水口）へ放出された。このうち、大気への放出は、純水系の水を水源とする所内ボイラの蒸気として、廃棄物処理施設を経由せず管理されない状態で放出されたことが確認された。</p> <p>原因は、超音波洗浄作業後、復水系と純水系の境界となる除染純水入口弁を開操作せず、また、当該部の逆止弁がシートバスを起こしたため、除染純水入口元弁を開にした際、トリチウムを含む復水系の水が純水系に流入し、所内蒸気系を通じて蒸気として大気中へ放出されたものと推定された。</p> <p>対策として、超音波洗浄作業に際しては、当該純水系統の水のみを使用する運用として、復水系から純水系への流入経路となった配管を分離することとし、分離に伴い当該逆止弁を撤去することとした。また、当該純水系と復水系の境界になっている弁については、弁操作を確実にを行うため、作業マニュアルに、弁の操作にあたってはタグ管理をする旨明記し、使用するチェックシートに操作する弁の名称及び弁番号を明記することとした。</p>	0 - (暫定)
8/18	関西電力㈱ 高浜発電所3号機	<p>【出力降下中における蒸気発生器水位低に伴う原子炉自動停止】</p> <p>定期検査実施のため出力降下中、給水制御を主給水流量制御弁から主給水バイパス流量制御弁へ切り替える操作を行っていたところ、「B-蒸気発生器水位異常低」警報が発生し、これに伴い原子炉が自動停止した。</p> <p>原因は、主給水バイパス流量制御弁が閉止している状態の時、復水処理装置再生排水処理設備等により発生した硫酸アンモニウムがブースタリレーを通じてボジショナ内部にあるパイロット弁に付着し、パイロット弁が動作しなくなったため、B主給水バイパス流量制御弁が開かなくなり、B蒸気発生器への主給水の流量が急激に減少することにより「B-蒸気発生器水位異常低」警報が発信し、原子炉が自動停止したものと推定された。</p> <p>対策として、主給水配管室内への硫酸アンモニウム浸入対策のため、主給水配管室の外気取り入れ口を閉止するとともに、給水制御切替の信頼性向上のため、次回定期検査において、主給水バイパス流量制御弁の開放を検知した後に主給水流量制御弁を閉止する給水切替プログラムに変更することとし、また、プログラムが変更されるまでの間、給水制御切替前に、手動で当該弁の動作確認を実施し、切替中に「主給水制御弁自動切換流量注意」警報が発信した場合は、切替作業を中止することとした。</p>	0 + (暫定)

表1-5 実用発電用原子炉における事故・故障等一覧 (平成18年)(5/5)

発生日	施設名	概要	尺度
10/4	日本原子力発電株式会社 敦賀発電所2号機	<p>【原子炉補機冷却系の伝熱管からの冷却水の漏えい】</p> <p>調整運転中、原子炉補機冷却水系サージタンクの水位に低下傾向があり、調査の結果、A原子炉補機冷却水系冷却器の冷却水が海水側に漏えいしていることが確認され、補修作業に長時間を要することから、原子炉を手動停止した。</p> <p>冷却器伝熱管の渦流探傷検査の結果、A冷却器で約半数、D冷却器で2本の伝熱管が社内基準である減肉率40%を超えていることが確認された。</p> <p>原因は、A冷却器については、平成16年の検査時に、高圧水洗浄したことにより、伝熱管内表面の保護被膜が剥離し、さらに保護被膜形成のための硫酸第一鉄が適切に注入されなかったことから保護被膜の形成が不十分となり、腐食摩耗による浸食が発生した。その後も保護被膜が十分に定着せず剥離と形成が繰り返されたことから浸食が進展し、貫通に至ったものと推定された。D冷却器については、伝熱管1本当たりの洗浄時間が他の冷却器に比べ長かったことから、保護被膜の剥離の程度が高く、その後に注入された硫酸第一鉄では十分な保護被膜が形成されず、腐食摩耗による浸食が発生し、減肉したものと推定された。</p> <p>対策として、漏えいが確認された伝熱管及び40%以上の減肉率が確認された伝熱管を新品に取り替えることとした。また、念のため、減肉率が30%以上のものについても新品に取り替えることとした。さらに保護被膜を確実に形成させるため、伝熱管洗浄後、通水開始後速やかに、1日1回1時間、1.0ppmの濃度の硫酸第一鉄の注入を1ヶ月間行うこととし、同手順について運転手順書に明記することとした。</p>	0 - (暫定)
10/13	中国電力株式会社 島根原子力発電所1号機	<p>【復水貯蔵タンクにおける腐食】</p> <p>定期検査中、復水貯蔵タンクの点検において、タンク側面のタンク水位計配管取付け部周辺に腐食が発見された。当該箇所の肉厚測定の結果、技術基準における必要な厚さ(9.9mm)を下回っている部位(最小厚さ約8mm)があることが確認された。</p> <p>原因は、長期間、当該箇所の再塗装が為されず、経年的に塗装が劣化し、防錆性を失ったこと、また、保温材が有する防水機能の劣化及び止水板部にたまった雨水等の影響により湿潤環境にあったことから、浸食が発生・進展したものと推定された。</p> <p>対策として、塗装により外面腐食防止を図っている容器については、外観点検すべき範囲について点検要領書に明記し、今後、外観点検を実施することとした。また、塗装に関する点検・補修基準を整備するとともに、保修教育項目に塗装・腐食に関する科目を新規に追加することとした。</p>	0 - (暫定)
11/9	中国電力株式会社 島根原子力発電所1号機	<p>【復水フィルタ出口ヘッダー配管における減肉】</p> <p>定期検査中、復水フィルタ出口ヘッダー配管の一部(B塔及びC塔復水フィルタ出口配管接合部)に技術基準における必要な厚さ(6.37mm)を下回っている部位(最小厚さ:B塔出口5.9mm、C塔出口5.8mm)があることが確認された。</p> <p>原因は、復水フィルタ出口配管に偏流発生要素が連続しており、流量が上流箇所 비해多いことから、長期の運転に伴い、エロージョン・コロージョンによる減肉が進展し、技術基準を下回ったものと推定された。</p> <p>対策として、配管を同一仕様のものに取り替えることとした。また、復水フィルタ出口合流部の減肉管理を見直すこととした。</p>	0 - (暫定)