

日米の原子力発電所における火災傾向に関する研究

辻本研究室

5105010 稲垣 宙伸

1. 研究背景と研究目的

原子力発電所では、火災によって直接重大事故に至ることはないが、間接的には電気ケーブルの損傷による計測制御の欠落、機器の誤作動や電源の喪失等により重大な事故に発展する可能性がある。

本研究では、日本と米国における原子力発電所の火災事象について傾向分析を行い、今後の火災防護上教訓となるものについて検討することを目的とする。

また一般公開されている情報源からどこまでの分析が可能であるか検討し、情報の提供ならびに共有を訴えることも目的の一つである。

2. 分析対象

2.1. 日本原子力発電所の火災事例

原子力施設公開ライブラリー (NUCIA) に登録されている全異常事象3276件の中から、「火災、発火、焼損、ボヤ」のキーワードで検索したところ、145件の報告が抽出された。この中から、消防署により火災ではない、または発煙事象であると判断された事象を除く、1966年から2009年までに発生した82件の火災事例を分析対象とする。

2.2. 米国原子力発電所の火災事例

米国原子力規制委員会 (NRC) に公開されている「Event Notification Report」及び「Preliminary Notification Report」から、事象名あるいは本文に「fire, explosion」という単語が記載されているものを一つ一つ抽出し、1999年から2009年までに発生した104件の火災事例を分析対象とする。

3. 日米の原子力発電所火災傾向分析

3.1. 原子力発電所の火災発生件数の推移

日米における年度別の運転中プラント数およびプラント1基あたりの火災発生件数の推移を図-1に示す。はじめに日本について、国内初の商業用原子力発電所は1963年から開始し、その後3基の原子炉閉鎖を含めながらも発電所数は右肩上がりに増加している。そして2009年現在では55基が運転中、4基が建設中の状況である。この発電所数の増加に比例してプラント1基あたりの火災発生件数も増加傾向がみとれる。また1966年、1967年の0.5という数字は、他の年度の中でも最も高い値であるが、この原因はこの年の運転中プラント数が2基で、1件の火災が発生したことが起因した結果である。さらに注目すべき箇所は2007年のプラント1基あたりの火災発生件数で、1966年、1967年を除けば最も高い0.273である。この値は約4基に1件発生するという非常に高い割合である。また近年2008年および2009年の値は0.127であり、約8基に1件発生するというこれもまた高い割合であるといえる。

次に米国について、国内初の商業用原子力発電所は1957年から開始し、1990年、1991年には過去最大である112基もの原子力発電所が運転していた。そして2009年現在では、29基の原子炉閉鎖を含めながら104基が運転中、1基が建設中の状況である。またNRCで公開されている事例は1998年以前のもので存在せず、その間のプラント1基あたりの火災発生件数は算出できないので、1999年以降を対象として考察する。

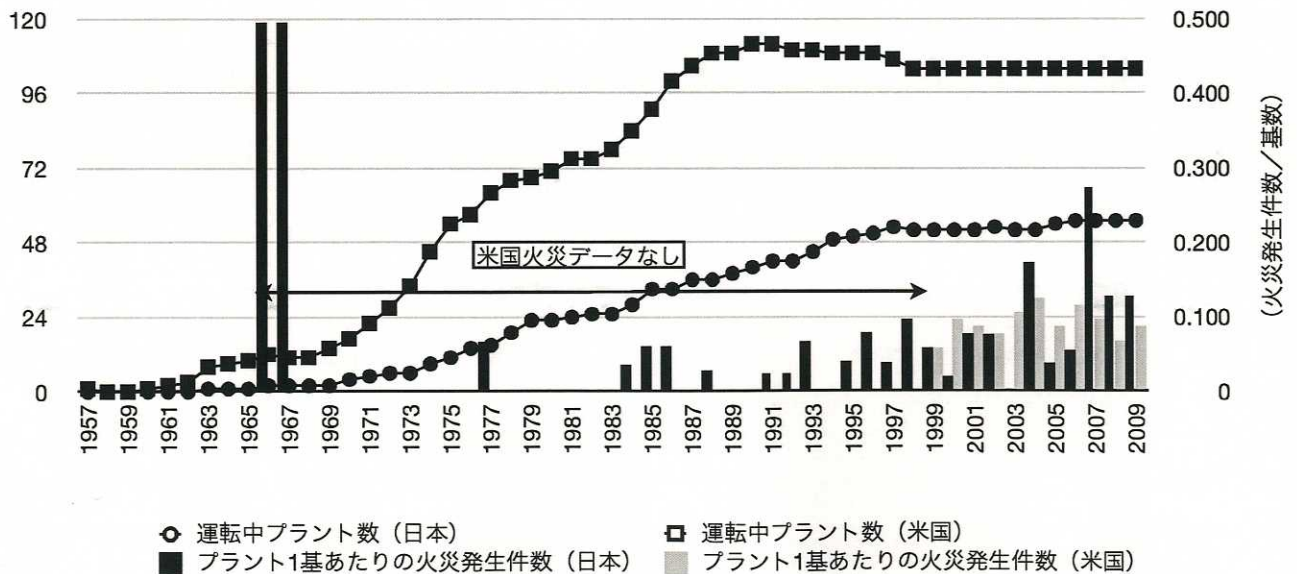


図-1 日米のプラント1基あたりの火災発生件数年度別推移

米国における運転中原子力発電所数は、過去11年間では変化がなく104基である。この間にプラント1基あたりの火災発生件数が最も最大値をとるのは2004年で、その値は0.125であり、約8基に1件の火災が発生する割合である。日本と比較すると米国では年度別の大きな差異はみられず、毎年0.1前後つまりは10基に1件程度の割合で火災が発生していることがみてとれる。

3.2. 作業中の火災もしくは設備自体の火災内訳

日米の原子力発電所で発生した火災について、作業中に発生した火災と設備自体で発生した火災の内訳を図-2、そしてその分類方法を表-1に示す。日本と米国で大きく違うのは、日本では作業中での火災、米国では設備自体での火災の割合が高いことである。この背景に、日本では主に時間計画保全により定期的に点検が実行されるために、経年劣化による設備自体の火災が非常に少ないことが影響していると考えられる。

一方米国は、保守方法の見直しにより信頼性重視保守手法が導入され状態基準保全を優先し、時間計画保全の作業量を減少させている経緯があり、作業中での火災の減少に繋がっているものと推定できる。

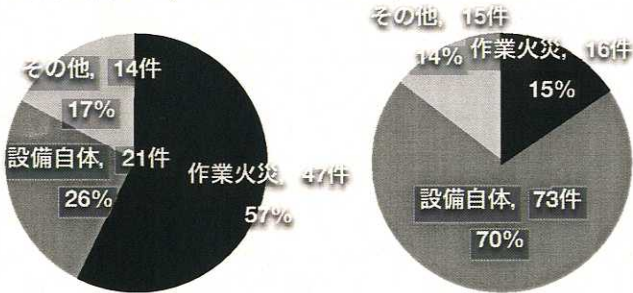


図-2 火災種別, 日本(左), 米国(右)

表-1 火災種別分類法

火災種別	分類法
作業火災	当該作業が原因で火災に至ったもの。
設備自体	当該設備の故障等により火災に至ったもの。
その他	上記のいずれにも含まれないもの。

3.3. 火災発生時のプラント運転状況と影響

日本と米国における原子力発電所の火災発生時の運転状況および運転中プラントへの影響を図-3、図-4に示す。日本では停止中の火災が約38%を占め、米国に比べ作業火災の割合が高いことが特徴である。また、運転中に発生した火災の割合は約18%で、主に電気部品やケーブルなどの損傷による小規模火災であり、プラントに影響する様な重要設備の火災は1件(1967年、東海発電所2号炉、ガス循環機室潤滑油フィルター油噴出火災)のみである。加えて運転中プラントが原子炉停止に至る割合が7%と米国に比べて圧倒的に低いことも特徴であり、時間計画保全による定期点検の利点および重要性がうかがえる。

一方米国では運転中の火災が約61%を占め、設備自体の火災が多いことが特徴である。火災による運転中のプラントへの影響については、変圧器等の主電源が

喪失することなどにより約44%が原子炉停止に至っており、その影響が非常に大きいことが分かる。

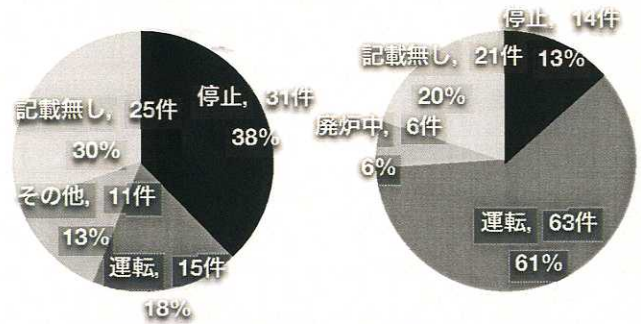


図-3 火災発生時の運転状況, 日本(左), 米国(右)

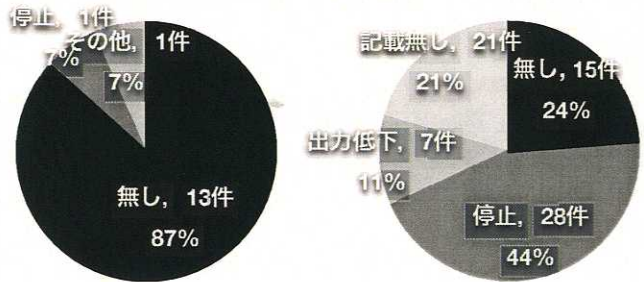


図-4 運転中プラントへの影響, 日本(左), 米国(右)

4. 本論文のまとめと今後の課題

日米における火災傾向の分析から、日本では作業火災、一方米国では設備自体の火災が多いということに大きな差異が存在することが分かった。また火災発生による運転中プラントへの影響と比較すると、米国の方が日本よりも原子炉停止に至る割合が高く、保守方法の見直しを検討すべきであると考えられる。ただし日本も作業火災によって大惨事に至る危険性は否定できず、よって日米共に施行および設備等における技術面のさらなる向上が必要不可欠である。また日本の火災事例の情報源であるNUCIAは、米国のNRCと違い事象発生箇所やその原因などが細かく定義付けられ表にまとまっていた。しかしながら全異常事象の中から火災を定義することは困難であり、事象名の分類があればより具体的な分析が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 原子力施設公開ライブラリー (NUCIA ; <http://www.nuciac.jp/>) 内、「情報検索欄」
- 2) 米国原子力規制委員会 (NRC ; <http://www.nrc.gov/>) 内、「Event Notification Report」「Preliminary Notification Report」
- 3) 日本原子力産業協会 (JAIF ; <http://www.jaif.or.jp/>) 内、「日本と世界の原子力」(http://www.jaif.or.jp/ja/nuclear_world/overseas/f0103.html) 「立地道県別の原子力発電所一覧」(http://www.jaif.or.jp/ja/nuclear_world/data/image/5ken-itiran.jpg) 「米国における閉鎖した原子力発電所の概要」(<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/05/05020306/01.gif>)
- 4) U.S. Energy Information Administration (<http://www.eia.doe.gov/>) 内、「U.S. Nuclear Statistics」(<http://www.eia.doe.gov/cneaf/nuclear/page/operation/statoperation.html>)