

海外および国内の原子力発電所運転員の 人的過誤の発生傾向分析と両者の比較

Trend Analysis and Comparison of Operators' Human Error Events Occurred at Overseas and Domestic Nuclear Power Plants

高川 健一 (Kenichi Takagawa) *

要約 2002年から2005年の間に海外と国内の原子力発電所で発生した運転員の人的過誤事例の傾向分析を行い、両者の比較を行った。運転員の人的過誤の要因は、海外、国内とも「チームモニタ不良（操作者に対する上司や同僚の指示・監視が不十分）」が最も多く、「セルフチェック不足（操作者本人の注意不足）」がそれに続く分布を示した。運転員の人的過誤によるプラント運転への影響を日米間で比較すると、国内の運転員の人的過誤によるプラント出力低下や停止への影響は米国の約10分の1である。人的過誤の報告件数全体からみた原子炉自動トリップの比率は、日米とも約6%でほぼ等しい。発生年ごとの推移を見ると、国内では事例の件数が少ないため読みとることができないが、海外の人的過誤の要因の4年間の推移では「セルフチェック不足」が大きく減少した。また、プラント運転への影響の4年間の推移では、米国では原子炉自動トリップに至る事象が増加傾向を示した。この増加傾向の背景にはチーム全体の実操作の経験不足や訓練シミュレータへの過度の依存等が考えられる。

キーワード 原子力発電所、事故・故障、傾向分析、運転員、人的過誤、ヒューマンエラー

Abstract Human errors by operators at overseas and domestic nuclear power plants during the period from 2002 to 2005 were compared and their trends analyzed. The most frequently cited cause of such errors was "insufficient team monitoring" (inadequate superiors' and other crews' instructions and supervision) both at overseas and domestic plants, followed by "insufficient self-checking" (lack of cautions by the operator himself). A comparison of the effects of the errors on the operations of plants in Japan and the United States showed that the drop in plant output and plant shutdowns at plants in Japan were approximately one-tenth of those in the United States. The ratio of automatic reactor trips to the total number of human errors reported is about 6% for both Japanese and American plants. Looking at changes in the incidence of human errors by years of occurrence, although a distinctive trend cannot be identified for domestic nuclear power plants due to insufficient reported cases, "inadequate self-checking" as a factor contributing to human errors at overseas nuclear power plants has decreased significantly over the past four years. Regarding changes in the effects of human errors on the operations of plants during the four-year period, events leading to an automatic reactor trip have tended to increase at American plants. Conceivable factors behind this increasing tendency included lack of operating experience by a team (e.g., plant transients and reactor shutdowns and startups) and excessive dependence on training simulators.

Keywords nuclear power plant, accident, incident, tendency analysis, human error

1. はじめに

国内外の軽水型原子力発電所の事故や故障の状況から教訓を学び、同種の事故と故障を防止することは、原子力発電の信頼性向上を図るために有益である。原子力安全システム研究所（以下 INSS）は、設立当初から米国および欧州の原子力発電所の事故・故障などの不具合に関する情報を収集し、それを分析・

調査して、それにもとづいた具体的な提言を行っている。また、これらの入手情報およびその分析結果から原子力情報データベースを構築し、適宜これを基にして傾向分析を行っている⁽¹⁾。

原子力情報データベースに登録された海外で発生した運転部門に係る不具合の原因を分析すると、人的過誤が約60%を占めることが分かっている⁽²⁾。このような人的過誤の防止のためには、原子力発電

* (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所

所の運転員が実際に起こった人的過誤の事例を検討し、同様なトラブルの発生の防止に役立てる取り組みが効果的である⁽³⁾。海外とくに米国では、さ細なものや前兆的なものまですべて報告され、多くの情報が共有され、同様なトラブルの発生の防止に役立っている。

国内では、運転員の職場内安全教育として「トラブル事例検討会」が実施され、実際に起こった人的過誤の事例を検討し、同様なトラブルの発生の防止を図っている。著者らは、国内の人的過誤の事例は少ないので、海外における事例が国内の「トラブル事例検討会」で理解され、活用しやすいように、当直長等の監督者が操作前に行う安全指導（ワンポイントアドバイス）の着目点に立脚した人的過誤要因分類法を提唱するとともに、2002年以降、この分類法を適用した「ヒューマンエラー事例集」を継続的に作成している⁽²⁾。これらの事例集はすでに一部の原子力発電所で実際に活用されている。

著者らがこの分類法を適用し分析した海外の運転員の人的過誤事例数は、4年間で500件を越えており、発生年毎の傾向分析が可能な件数に達している。また、2004年には電力中央研究所原子力情報センター（2005年に日本原子力技術協会へ移管）により原子力施設情報公開ライブラリー（NUCIA）⁽⁴⁾が開設され、過去事例を含め原子力発電所の不具合情報が検索しやすくなったことから、国内と海外の運転員人的過誤事例の比較も可能になってきた。なお、国内の他の研究機関や電力会社では、これまでこのような分析は行われていない。

そこで本稿では、さ細なものや前兆的なものを含む海外の運転員人的過誤事例の傾向分析を行うとともに、同時期に発生した国内の運転員人的過誤事例との比較を行うことにより、国内の原子力発電所で教訓となり得る項目の抽出を行った。

2. 傾向分析

2.1 分析対象とその抽出

(1) 海外事例

INSSの原子力情報データベースには、1994年以降に発行された原子力発電運転協会（INPO: Institute of Nuclear Power Operations）、世界原子力発電事業者協会（WANO: World Associations of Nuclear Operators）の運転経験情報および米国原子力規制委員会（NEC:

Nuclear Regulatory Commission）の原子力発電所設置者事象報告（Licensee Event Report）、2001年以降に発行されたフランス原子力安全規制当局（ASN: L'Autorité de sûreté nucléaire）のMAGNUC情報を登録している。

これらの不具合情報は原子力発電所の課や係に相当する職能に分類しており、運転部門に関係する不具合は職能を「発電」として登録している。本研究では、原子力情報データベースに登録されている2002年から2005年の間に海外で発生した不具合事象のうち、職能が「発電」の事象を抽出した。

なお、運転員の人的過誤による発電所の運転への影響の海外と国内との比較では、海外のうち発電所の運転基数が明確な米国の事例件数を使い、発電所1基あたりの発生事例件数を国内と比較した。

(2) 国内事例

国内の原子力発電所の不具合情報は、前述のように原子力技術協会の原子力施設情報公開ライブラリー（NUCIA）⁽⁴⁾に掲載されている。NUCIAには「トラブル等詳細情報」（2006年5月時点で2002年から2005年の間に発生した549件が登録）と「その他情報」（同511件）が掲載されているが、後者には「状況発生時の状況」が記載されているだけであり、詳細な原因を読み取ることができない。従って本研究では前者を分析対象とした。

本研究では、NUCIAの「トラブル等詳細情報」に登録されている2002年から2005年の間に国内で発生した不具合事象のうち、次項に示す原因分類で「運転不良」に該当する事象を抽出した。

2.2 適用した分類方法

INSSでは不具合事象を分析する際の原因分類の方法として、人的過誤等を考慮した原因分類を新たに考案し適用を始めている⁽⁵⁾。また、運転員の人的過誤の要因分類法として、著者らは人的過誤の要因を7項目に分類する分類法を提唱した⁽²⁾。ここではこの二つの分類法のうち、前者により運転操作の不具合原因を分類し、さらに不具合原因のうちの運転員の人的過誤について後者により人的過誤の要因を分類した。それぞれの分類法を以下に示す。

(1) 運転不良の分類

新たに考案した原因分類法は、大分類として「設備」、「運用」、「外部要因」を挙げ、そのうち「運用」を「運転不良」「保守不良」「その他管理不良」を3

つの中分類とし、不具合の原因が運転員または運転部門にある場合を「運転不良」としている。さらに「運転不良」の小分類の定義を表1に示すが、運転員の操作段階における個人要因による人的過誤を「運転操作不良」とし、これを「ヒューマンエラー」(HE)と定義した。さらに、運転不良の背後要因となった要領書、運転手順書等の不備を「計画不良」、設備不良、環境不良または操作者に対する上司や同僚の指示、承認、監視の不備や関係者間の連絡不備を「周辺状況不良」とする分類とした。これらの項目は重複して選択できるようにしており、項目の組み合わせにより分類の細分化ができる⁽⁵⁾。これは個人要因と計画や周辺状況による影響を区別することでそれぞれに対して適切に対策を検討することをねらったものである。

表1 運転不良の原因分類

原因分類	定義
計画不良	要領書、運転手順書等の不備
ヒューマンエラー (運転操作不良)	操作段階の個人要因による人的過誤
周辺状況不良	・機器の不備 ・作業環境不備 ・指示、連絡の不備
不可抗力	想定外事象への対応不十分による運転結果
その他	労働安全不備、他

なお、操作者に対する上司や同僚の指示の不備、承認の不備または監視の不備は、上司や同僚の人的過誤であり、一般的にはこのような人的過誤をHEと言う場合もあるが、本稿では上述のとおり操作者の個人要因によるものだけをHEと定義し、上司や同僚の人的過誤はHEとは言わず単に人的過誤とのみ表現することとしている。

(2) 運転員の人的過誤要因の分類

海外で発生した運転員の人的過誤事例から国内の運転員が教訓を学ぶことにより同様のエラーを未然に防止することを目的に著者らが提唱した分類法であり、表2に示すように人的過誤の要因を基本動作4項目と応用動作3項目の合計7項目に分類する⁽²⁾。

この分類法は事例周知を目的に作成したものであり、分類対象にはHEに加え、周辺状況不良のうちの上司や同僚の人的過誤、すなわち操作に対する指示者、承認者または監視者の人的過誤も含める。

表2 運転員の人的過誤要因の7分類⁽²⁾

分類項目	定義	
基本動作	知識不足	系統、機器、手順などの知識不足によるエラー
	セルフチェック不足	本人の注意不足によるエラー
	コミュニケーション不良	会話(またはメモ)による情報伝達の不良によるエラー
応用動作	違反	・故意に実施すべき行為を果たさない ・ルールを破る ・手順書を使わないことによるエラー
	危険予知不足	操作の結果として起こることの予測不十分によるエラー
動作	自己満足	慢心や思い込みにより、異常に気づかない判断ミスによるエラー
	チームモニタ不良	操作者以外の上司、同僚の指示・監視が不十分のため操作者が起こしたエラー

2.3 全体的傾向

(1) 海外の事例

抽出した職能が「発電」の不具合は901件で、これを原因別に分類すると、「運転不良」が716件(79%)で、その他は設備の不具合(設備不良または保守不良)、自然災害等による外的要因またはその他の部門の不具合によって運転操作に影響を受けた事象である。なお、海外事例のうち、米国の「発電」の不具合は715件、「運転不良」は580件(81%)である。これらの不具合数の割合を図1の円グラフを示す。本稿ではグラフの全件数をNと表示する。

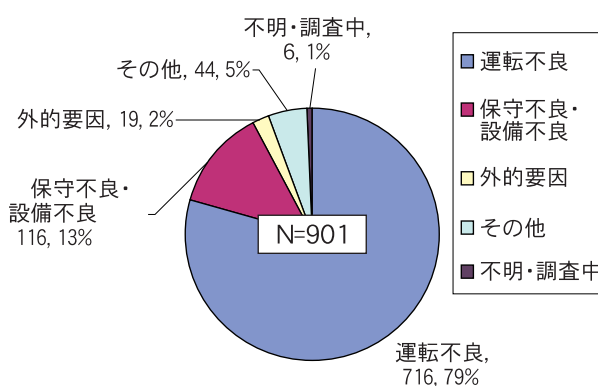


図1 海外の職能「発電」の不具合内訳

続いて、運転不良716件を原因分類した結果を表3に示す。原因の該当欄に丸印を付け、複数の原因の

表3 海外の運転不良の原因内訳 (2002年 - 2005年)

原因	計画不良	運転操作不良(HE)	周辺状況不良	不可抗力	その他	件数		
組み合わせ						290		(40%)
						33	448	[356]
						105	205	
						20		[168]
						41	247	(28%)
						6	[217]	
						205	356	(28%)
						10	[6]	(1%)
					6	[1]	(1%)	

は原因の該当箇所を示す。海外件数のうちの [] 内は米国の件数を示す。

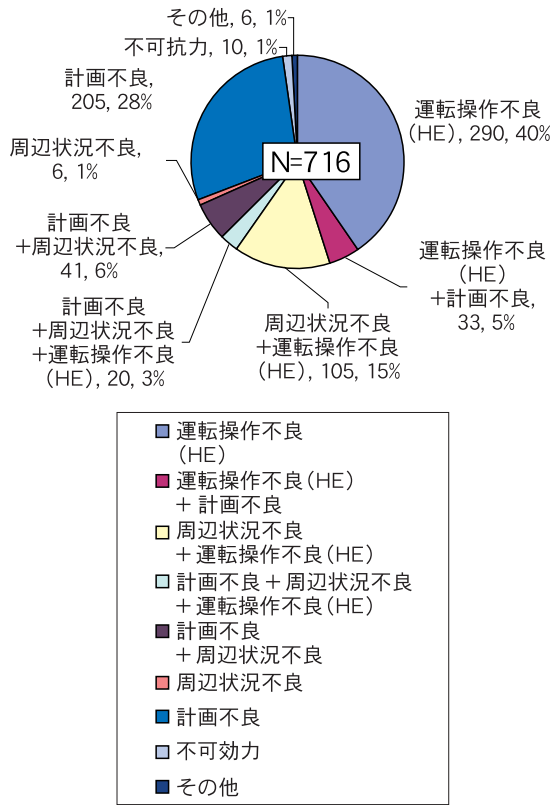


図2 海外の運転不良の原因組み合わせの割合 (2002年 - 2005年)

組み合わせの場合は複数付けている。運転員の個人要因による人的過誤であるHEは、単独の場合が290件(41%)で、運転不良全体の半分以下である。手順書の間違いによる計画不良とHEの組み合わせは33件、操作者に対する上司等の指示、承認あるいは確認の間違いや部門内外のコミュニケーション不足などの周辺状況不良とHEの組み合わせは105件、計画不良

と周辺状況不良とHEの組み合わせは20件となり、HEを含む件数の合計は448件(63%)になる。

HEを含まない計画不良と周辺状況不良の組み合わせ、または単独による操作不良は、操作者自身には落ち度がない場合であり、件数は247件(35%)になる。

これらの原因の組み合わせの割合を図3の円グラフに示す。

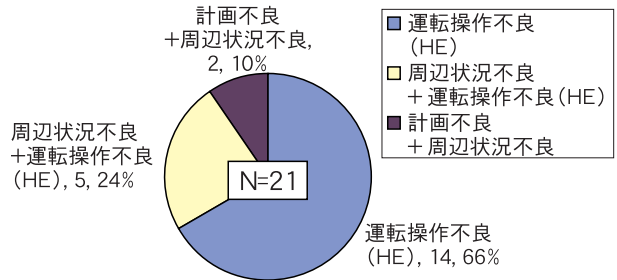


図3 国内の運転不良の原因組み合わせの割合 (2002年 - 2005年)

表4 国内の運転不良の原因内訳 (2002年 - 2005年)

原因	計画不良	運転操作不良(HE)	周辺状況不良	不可抗力	その他	件数		
組み合わせ						14	19	(66%)
						5	[90]	(34%)
						2	(10%)	
						0		(0%)
						0		(0%)
					0		(0%)	

は原因の該当箇所を示す。

(2) 国内の事例

海外事例と同じ分類項目により、国内の事例の運転不良に該当する事例21件を原因分類した結果を表3と図3に示す。手順書が間違っているなどの計画不良がそのまま運転不良に繋がる場合が、海外では30%近くあるのに対し、国内では発生していない。これは、日本では運転手順書の間違いが少なく、さらに運転訓練において手順書の操作手順の意味を熟慮しながら操作するよう指導されているためと考えられる。

2.4 人的過誤の発生傾向

(1) 人的過誤の要因の比較

前項の原因分類の結果、運転員の個人要因による人的過誤であるHEは、海外が448件、国内が19件

あった。操作に対する指示者、承認者、監視者の人的過誤を含む周辺状況不良のうち、HEと重複しない事例は、海外が47件、国内が2件あった。これらの人的過誤事例の要因を分類した。分類対象と件数の内訳を表5に示す。

表5 人的過誤の要因の分析対象と件数内訳
(2002年 - 2005年)

原因	計画不良	運転操作不良(HE)	周辺状況不良	海外件数	国内件数	分類対象	
組み合わせ				448 [356]	19	HEの件数	人的過誤の 要因分類の 対象 海外:495件 国内:21件
				47 [39]	2	-	

は原因の該当箇所を示す。海外件数のうちの [] 内は米国の件数を示す。

これらの事例を分類した結果を、海外事例と国内事例について、それぞれ図4と図5に示す。国内外とも「チームモニタ不良（操作者に対する上司、同僚の指示・監視が不十分）」が最も多く、「セルフチェック不足（操作者本人の注意不足）」がそれに続く分布となる。

新たに考案した原因分類法では、人的過誤を分類するとき、個人要因によるHEと周辺状況等の影響の有無を区別できる。特に国内外ともに最も件数が多いチームモニタ不良は原因に周辺状況不良を含む事例であり、このような事例が簡単に抽出できる特徴がある。

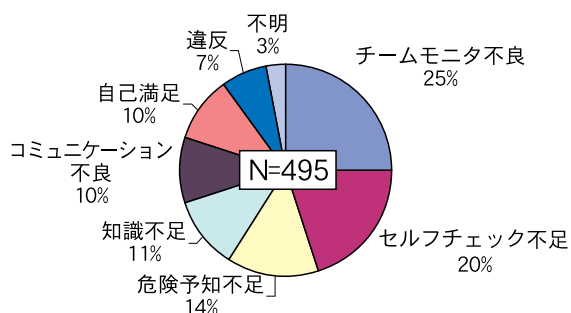


図4 海外の人的過誤の要因割合 (2002年 - 2005年)

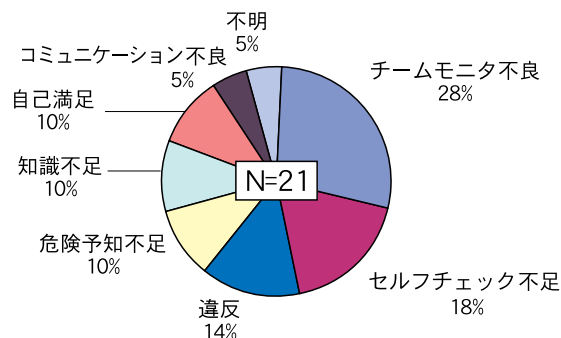


図5 国内の人的過誤の要因割合 (2002年 - 2005年)

国内事例は国内外を比較するため過去4年分の分類結果を示したが、件数が少ないため分類の範囲を10年間に拡大し、分析件数を増やした結果を図6に示しておく。これはNUCIAに登録された「トラブル等情報」から1996年から2005年の間に発生した運転不良に相当する41件を対象としたものである。このうちHEに相当する事例は38件になる。

図4と図6を比較すると、国内外の要因の順位は同じになり、割合もほぼ同じになる。このことから、運転員の人的過誤の発生傾向は国内外で大きな差がないと考えられる。なお、国内の「違反」の割合が4年間では14%のところ、10年間では8%に低下するが、これは保安規定改定当初の2003年に保安規定違反の報告が2件続いたことが影響したものである。

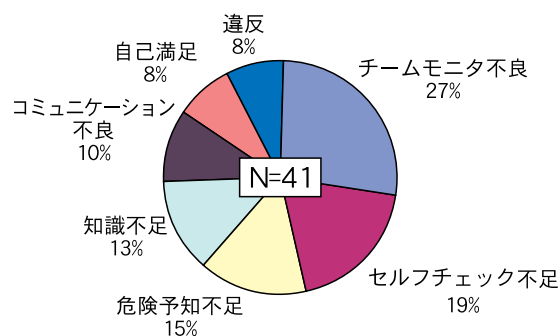


図6 国内の人的過誤の要因割合 (1996年 - 2005年)

(2) 4年間の人的過誤の要因の推移

発生年ごとに人的過誤の要因件数を求め、その推移を海外事例と国内事例について、それぞれ図7と図8に示す。海外では報告件数全体が減少傾向にあるため、「不明」を除き、各要因とも減少傾向を示すが、特に単純な注意不足である「セルフチェック不足」が大きく減少しており、2005年の件数は2002年の4割弱まで減少している。なお「不明」は、報告

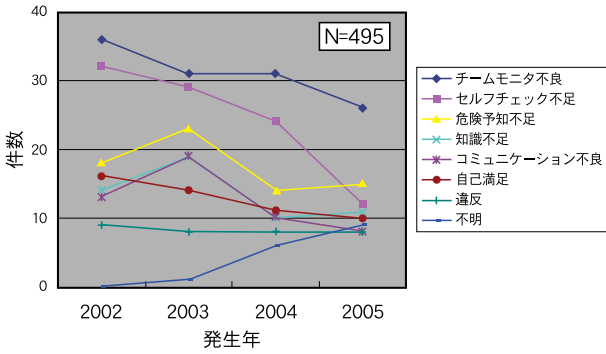


図7 海外の人的過誤の要因割合の推移 (2002年 - 2005年)

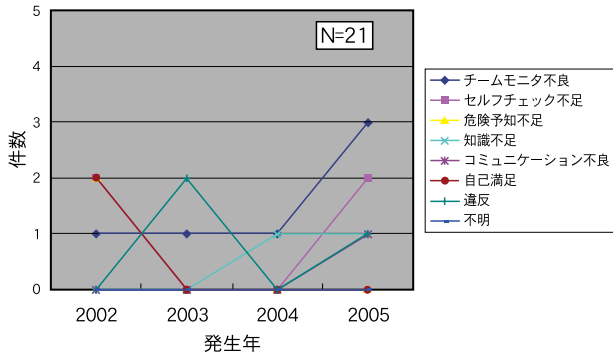


図8 国内の人的過誤の要因割合の推移 (2002年 - 2005年)

書提出時点では原因調査中とされている情報で、調査結果を含む追加情報が報告されるまでの間に時間遅れがあるため件数は増加傾向を示す。国内は発生年ごとの件数が少ないため明確な傾向を読み取ることができない。

(3) 考察

海外では単純な注意不足である「セルフチェック不足」が4年間で大きく減少していることがわかった。その原因を考察する。

海外で発生した4年間の「セルフチェック不足」事例について報告書に記述された対策項目を図9に示すが、多くの事業者が、発生した事例の周知と検討会の実施、人的過誤防止の基本動作の徹底訓練等といった教育・訓練に重点を置いた対策をあげている。同様に国内で発生した10年間の「セルフチェック不足」事例の対策項目を図10に示すが、国内でも教育・訓練に重点を置いた対策をあげていることがわかる。しかし、海外では基本動作の徹底も正式な訓練として実施していることに対し、国内では操作手引書に書かれた運転員の基本的心得を周知する程度にしているなど、取り組みの深さには違いがある。また、海外で最も多い対策は事例の周知と検討会の

実施であるが、これは不具合情報の共有が重視されている結果であると考えられる。INPO, WANOは操作別等の任意の項目で過去の不具合事例が検索できるデータベースを作成し会員に公開し、各発電所は検索した情報を事例検討会や操作前の訓練で活用している。このような過去事例情報の有効活用が「セルフチェック不足」の低減に寄与していると推定される。このような人的過誤の低減に向けた地道な努力は今後、国内においても参考になると考える。

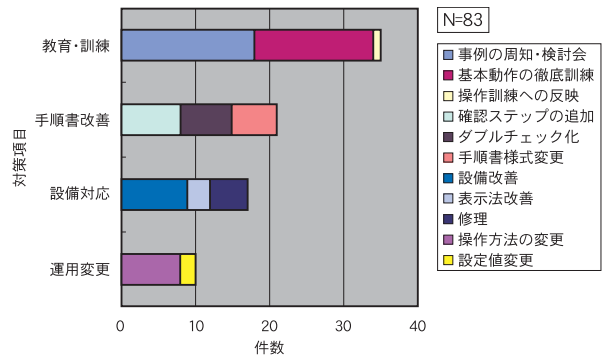


図9 海外のセルフチェック不足事例の対策項目 (2002年 - 2005年)

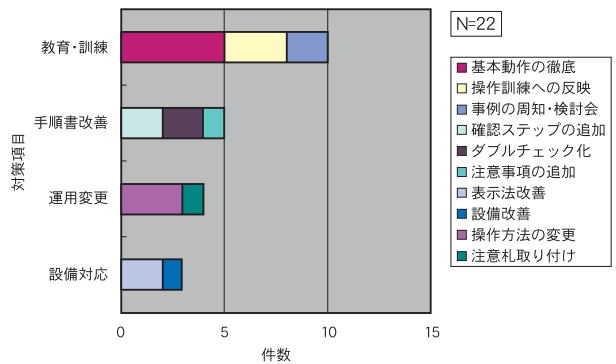


図10 国内のセルフチェック不足事例の対策項目 (2002年 - 2005年)

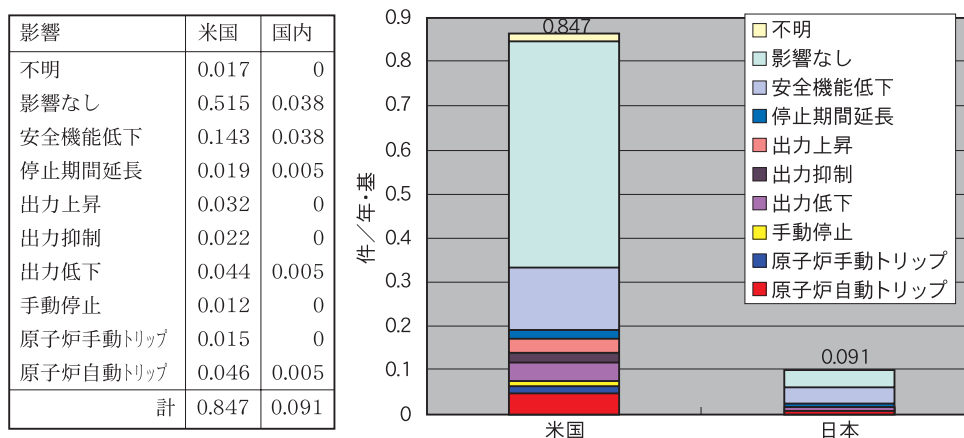


図11 運転員のHEによる原子力発電所の運転への影響の日米比較 (単位:件/年・基)

2.5 人的過誤による運転への影響

(1) 原子力発電所の運転への影響の日米比較

運転員の個人要因による人的過誤であるHEによる発電所の運転への影響を比較した。HEと分類した、海外448件のうち発電所の運転基数が明確な米国の356件と国内19件をユニットあたりの年間発生件数

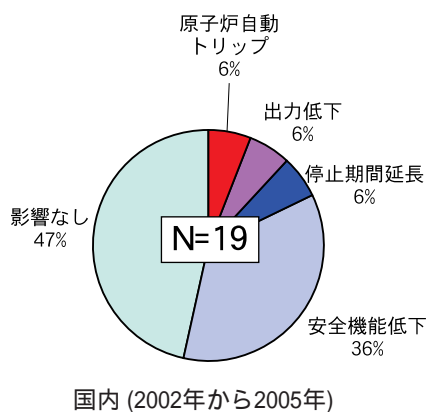
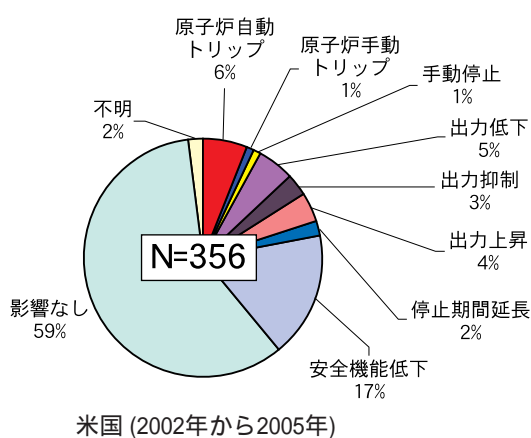


図12 運転員のHEによるプラント運転への影響の割合日米比較

で比較した。図11に比較結果を示すが、数字は発生事例件数を米国では412年・基(4年×103基)、国内は208年・基(4年×52基)で除したものである。HEの報告件数は、米国と国内で全体が、それぞれ0.847件と0.091件、停止期間延長、出力変動、停止等出力に影響した件数が、それぞれ0.19件と0.015件になる。この結果から見ると国内の運転員のHEによるプラント出力への影響は米国の約10分の1である。

一方、HEによるプラント運転への影響割合の日米比較を図12に示す。HE報告件数全体からみた原子炉自動トリップの比率は、日米とも約6%になり同数となるが、件数は4年間で米国が20件に対し、国内は1件しかなかったため単純な比較は難しい。そこで、分類範囲を10年に拡大しHEに相当する事例38件のプラント運転への影響の割合を見ると、図13に示すとおり原子炉自動トリップの比率は約6%になり米国と同数であり、停止または出力影響の比率は約20%になり米国の過去4年間の約19%と同等である。このことから運転員のHEの発生傾向および一旦トラブルに遭遇してからの運転員のHEの影響は日米間に大きな差がない。

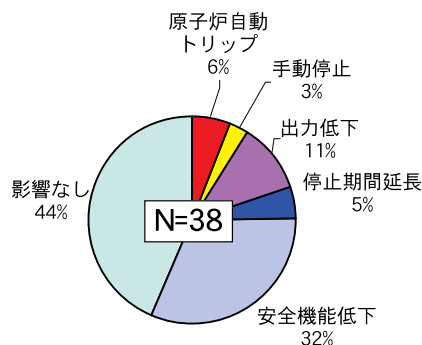


図13 国内のHEによるプラント運転への影響の割合 (1996年 - 2005年)

(2) 4年間の米国の推移

米国における運転員のHEによるプラント運転への影響件数およびプラント停止と出力影響件数の推移をそれぞれ図14と図15に示す。これらの件数は事象の発生日を年毎に集計したものであり、2006年5月時点で2005年分は未報告分があると考えられるため全件数を示すものではないが、プラント運転に影響があった事象はほぼ報告されていると考えられる。プラントの運転、安全機能に影響のなかった「影響なし」は減少傾向を示すが、これは各事業者の自主的な判断で報告されたものであり、2002年、2003年当時はさ細な事象も積極的に報告していたものと考えられる。また安全機能低下の報告件数も減少傾向を示すが、報告基準が変更されたものと推定される。これ以外のプラントの運転に影響のあった件数はほぼ横ばいであるが、図15の内訳を見ると原子炉自動トリップに至った件数はむしろ増加傾向を示していることがわかる。

米国では、2002年には2件しかなかった原子炉自動トリップ事象が2005年中には6件も発生した。その内訳は主給水流量制御操作の失敗が3件、作業のための処置不足による給水ポンプトリップ、タービントリップ試験からの復旧操作の失敗、送電切り替え中の手順間違いが各1件である。これらの原因とエラー要因を表6に示す。いずれも時間的切迫や複雑な状況判断を伴う状況下で発生したのではなく、計画操作や計画作業の範囲であったにもかかわらず

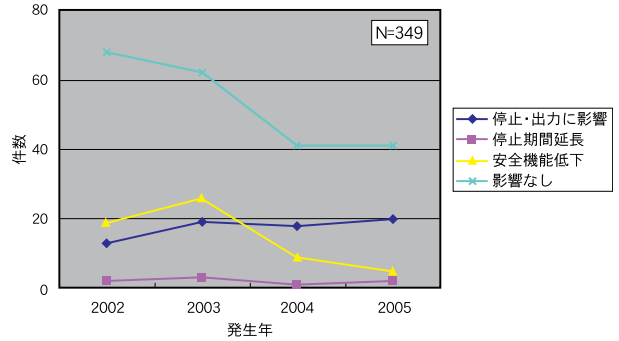


図14 運転員のHEによるプラント運転への影響の推移 (米国)

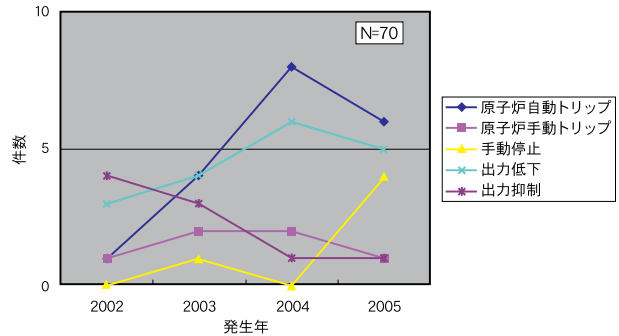


図15 運転員のHEによるプラント停止、出力影響の推移 (米国)

運転員の基本的な知識不足や注意不足 (セルチェック不足), あるいは慢心や思い込み (自己満足) による単純なエラーが原子炉トリップを引き起こしたと考えられる。

表6 2005年中に米国で発生した運転員のHEによる原子炉トリップ事象

原子炉自動トリップ時の状況概要**	原因	エラー要因
負荷降下中、給水流量を手動制御中、原子炉冷却材温度の低下により原子炉出力が上昇	低出力時の操作に不慣れ	知識不足
発電機並列前、給水流量を手動制御中、蒸気発生器水位が上昇しすぎ主蒸気隔離点に到達	操作への過信	自己満足
給水制御系の作業後の復旧時に自動制御設定値を再設定しなかったため給水流量が絞られ原子炉水位低下	基本動作不足による設定値確認不足	セルフチェック不足
不具合原因調査時に給水ポンプの制御スイッチが自動のままリレーが解線され同ポンプがトリップ	過信によるスイッチ状態確認不足	自己満足
タービントリップ試験失敗後の復旧時に油圧復旧前にリセット操作を行いタービンが自動トリップ	復旧条件の知識不足による手順間違い	知識不足
送電切り替え中に手順を間違い回路のバイパス処置をする前に切り離しの操作をしたため発電機差動リレーが作動し発電機がトリップ	監督者不在等の体制不備のままの操作実施による手順間違い	チームモニタ不良

** 米国原子力発電所設置者事象報告 (Licensee Event Report)⁽⁶⁾ の概要 (著者の訳)

(3) 考察

a. プラント運転への影響

運転員のHEによるプラント運転への影響の日米比較結果では、国内の件数は米国の約10分の1であったが、以下の理由から、この差は運転員が設備不具合等のトラブルに遭遇する頻度に影響していると考えられる。

(a)表5に示した6件の事例のうち3件は設備不具合に起因する。また2005年の遮断器不具合件数の日米比較では、国内の不具合件数は米国件数と比較して1桁以上少ないことがわかっている⁽⁷⁾。

(b)運転員の人的過誤の発生傾向および一旦トラブルに遭遇してからの運転員のHEの影響は日米間に大きな差がないと考えられる。

日米間のプラント運転への影響の差はそのまま国内の運転員の優秀さを示すものであるが、一方でトラブル遭遇経験の低さを示す国内の弱点であるとも言える。従って、臨場感のあるシミュレータ訓練の工夫などがますます重要になると考えられる。

b. 米国事例に見られた問題点

米国での4年間のプラント運転への影響の推移を見ると、プラント停止や出力低下に影響したHE件数は横ばいであり、原子炉自動トリップに至る事象は増加傾向を示している。2005年に発生した原子炉自動トリップ事象6件はいずれも計画的な作業または操作であるが、操作者個人の知識不足や誤った知識による自己満足による誤操作や操作忘れをチームとして未然防止できなかった。この背景にはチーム全体の実操作の経験不足やシミュレータへの過度の依存等があると考えられる。

運転員の経験不足の問題は上述のとおり国内でも共通の課題であり、今後とも米国における対策状況を把握することが重要になる。

3. まとめ

2002年から2005年の間に発生した海外の原子力発電所における運転員人的過誤事例の傾向分析を行い、同時期に発生した国内の運転員人的過誤事例との比較を行った。その結果、以下のような分析結果が得られた。

(1) 人的過誤の要因は、国内外とも同じ発生傾向を示し、「チームモニタ不良」が最も多く、「セルフチェック不足」が続く分布を示した。

(2) 海外では人的過誤の要因のうち単純な注意不足

である「セルフチェック不足」が大きく減少した。これは過去事例の有効活用の成果が現れたためと推定される。

(3) 運転員の個人要因による人的過誤であるHEによるプラント運転への影響を日米間で比較すると、国内の運転員のHEによるプラント出力への影響は米国の約10分の1である。HE報告件数全体から見た原子炉自動トリップの比率は、日米とも約6%になり同数となる。

(4) 米国でのプラント運転への影響の推移では、原子炉自動トリップに至る事象は増加傾向を示した。この背景にはチーム全体の実操作の経験不足や訓練シミュレータへの過度の依存等が考えられる。

以上

文献

- (1) 宮崎孝正他:海外原子力発電所における不具合事象の傾向分析(2004年), INSS Journal, Vol.12, p.82, (2005) .
- (2) 高川健一:海外の原子力発電所における運転員ヒューマンエラー事例の新しい分類と利用しやすい事例シート作成, INSS Journal, Vol.11, p.95, (2004) .
- (3) 岡部康成:"事故や災害を防止するために - 感情的側面への教育的配慮"リスクマネジメントの心理学, p.245-270, 新曜社(2003) .
- (4) 有限責任中間法人原子力技術協会:原子炉施設情報公開ライブラリー, <http://www.nucia.jp/> (2006年5月8日アクセス) .
- (5) 宮崎孝正:経年劣化と人的過誤を取り入れた原子力発電所不具合事象の新しい原因分類法, INSS Journal, Vol.13, p261, (2006) .
- (6) US NRC: Licensee Event Report (2005-2006) .
- (7) 島田宏樹:米国原子力発電所における遮断機不具合事象の傾向分析, INSS Journal, Vol.13, p286, (2006) .