

## 第3回原子力発電の運転におけるヒューマンファクター 研究に関する国際会議( ICNPO3 )の概要

Report of the 3rd International Conference on Human Factor  
Research in Nuclear Power Operation

小坂 隆 (Takashi Kosaka)\* 小谷 文夫 (Fumio Kotani)\*\*  
平本 充 (Mitsuru Hiramoto)† 守川 伸一 (Shin'ichi Morikawa)\*\*

**要約** 平成11年9月8日～10日に当研究所はベルリン工科大学システム安全研究センターとの共同主催で第3回原子力発電の運転におけるヒューマンファクター研究に関する国際会議を、美浜の当研究所を会場として開催した。同会議は、初めての日本における開催であり、7カ国から計22の講演及び発表が行われた。第1日目には国内の関係者約100名を招待した特別講演会が開催され、3つの特別講演が行われた。第2日目、第3日目には約50名の研究者による専門家会議が行われ19の発表が行われた。専門家会議は、「原子力発電技術と社会の関わりにおける安全文化」、「組織・管理との関わりにおける安全文化」、「原子力発電現場における人および集団の問題」、「全体討論」の4つのセクションに分けて進められ、原子力発電における安全文化の醸成について活発な議論がなされた。

**キーワード** 原子力発電, ヒューマンファクター, 安全文化, 組織要因, ICNPO

**Abstract** The 3rd International Conference on Human Factor Research in Nuclear Power Operation, which was sponsored jointly by the Institute of Nuclear Safety Systems Inc. and the System Safety Research Center, Berlin Technical University, was held in Mihama, from September 8 to 10, 1999. This is the first time that the conference was held in Japan, where 22 presentation and reports were presented by researchers from seven countries. On the first day, three Keynote-speeches were given to the audience including 100 invited Japanese participants. On the second and third days, a specialists' conference for 50 researchers was held and 19 papers were presented. The specialists' conference was divided into four sections: (1) safety culture in the relationship between nuclear power operation technology and society, (2) safety culture in the relationship between organization and management, (3) problems of individuals and their group in nuclear power operation sites, and (4) general discussion. Active discussion about the fostering of safety culture in nuclear power operation took place.

**Keywords** nuclear power generation, human factor, safety culture, organizational factors, ICNPO

### 1. 概要

第3回目を迎えた本会議は、その正式名を原子力発電の運転におけるヒューマンファクター研究に関する国際会議 (International Conference on Human Factor Research in Nuclear Power Operation) といい、ICNPOと略している。

第3回会議 (ICNPO3) は、平成11年9月8日～10日に、福井県美浜町の当研究所を会場として開催

された。第1回会議、第2回会議はともにベルリン市のベルリン学術センターにおいて開催されており、今回は初めて日本における開催となった。

3日間の開催期間の第1日目には、INSS内外の関係者約100名を招待し、特別講演会を行った。特別講演会では、佐藤一男原子力安全委員長、B.Wilpertベルリン工科大学教授、近藤次郎中央環境審議会会長が、それぞれ原子力発電における安全文化に関する特別講演を行った。

\* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所  
現 関西電力(株)東海支社

† (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所  
現 (株)三菱総合研究所 システム政策研究センター

\*\* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

第2日目、第3日目は、約50名の専門家により19の発表と活発な意見交換が行われた（その他に論文のみの参加が1件あり）。専門家会議は、「原子力発電技術と社会の関わりにおける安全文化」、「組織・管理との関わりにおける安全文化」、「原子力発電現場における人および集団の問題」、「全体討論」の4



熊谷信昭 INSS社長による開会挨拶

つのセッションに分けて進められ、原子力発電における安全文化の醸成について活発な議論がなされた。

## 2. 特別講演会

ICNPO 3の第1日目は、特別講演会が開催され、以下の3つの特別講演が行われた。

1. Implications of Safety Culture 「セーフティ・カルチャアの意義」( K.Sato, Nuclear Safety Commission, Japan )
2. The Relevance of Safety Culture for Nuclear Power Operations 「原子力発電所にとっての安全文化という考え方の妥当性」( B. Wilpert, Berlin University of Technology, Germany )
3. Safety and Reliability of Nuclear Power 「原子力の安全と安心」( J. Kondo, Central Environment Council, Japan )

佐藤は、チェルノブイリ事故の最も重要な教訓としてIAEA INSAGによって導入され、1994年の安

全白書において特集されたセーフティカルチャーの概念について、説明するとともに、その中で、セーフティカルチャーの育成と改良について、技術の健全な発展には健全な批判が必要であることを指摘した。

Wilpertは、安全文化の考え方について述べた上で、今後の課題として、安全文化という概念をさらに明確にそして具体的にすることが急務であり、原子力産業に対する具体的なアプローチを開発していくことが必要であると結論づけた。

近藤は、安全道という考え方を紹介し、その習得のためには、マニュアルや教育・訓練を充実させるとともに、例えば座禅などを活用するなどして、集中力を身につける必要があると指摘した。

## 3. 専門家会議の概要

専門家会議では、各セッションは国内外それぞれ1名ずつのChairによって進行された。

### 3.1 セッション1 Safety Culture Aspects of Relevance to Society and Nuclear Power Technology (原子力発電技術と社会との関わりにおける安全文化)

- Chair 1) M. Hafsi ( Institute of Nuclear Safety System Inc., Japan )  
 2) B. Wilpert ( Berlin University of Technology, Germany )

( Keynote Speech )

Nuclear Power and Societal Problems in Risk Management 「原子力とリスク管理上の対社会的問題」 ( J. Rasmussen, University of Copenhagen, Denmark )

( Individual Papers )

1. Significance of Safety Culture for Nuclear Power Operation 「原子力発電における安全文化の意義」 ( K. Monta, Nuclear Power Engineering Corporation, Japan )
2. Toward the Maturity of Reliable Culture 「信頼文化

の醸成について」( E. Hamaguchi, University of Shiga Prefecture, Japan )

3. Nuclear Safety Culture and Electric Deregulation: Challenges and Potentials 「原子力の安全文化と電力規制緩和：挑戦と可能性」( N. Meshkati et al., University of Southern California, USA )
4. Enhancing Safety of Nuclear Power Plant System as a Socio-technical System 「社会技術システム安全として原子力安全のさらなる進展を」  
( F. Tanabe, Japan Atomic Energy Research Institute, Japan )

Rasmussenは、最近の重大事故を分析した結果として、重大事故は故障とヒューマンエラーが確率的に重なったことが原因ではなく、防御対策が組織的に崩れていったことにより発生していることを指摘し、今後はシステム全体に情報が行き渡るための管理理論およびリスクマネジメント戦略についての研究が必要であると述べている。そして、過去の事故やヒューマンエラーの分析だけでなく、通常の作業慣例の分析にも注意を向けるべきであると指摘している。

門田は、個人、集団を問わず人間の行動は、その人間の状態や活動の状況によって大きく左右されることを指摘し、今後の主要研究テーマとして、人間信頼性分析、安全に関する組織因子、ヒューマンファクターデータベース開発を挙げている。質疑においては、人間のおかれている状況を分析し人間行動のエラー促進要因を明らかにできるような適切な分類方法がまだ確立されていないことに焦点が当てられた。

濱口は、原子力発電における安全性の問題は、「安全文化」という概念によってではなく、「関係体」の視点から眺めた「信頼文化」という概念に基づくべきものであると述べている。この発電システムは、利害関係者の間での「必要性」と「安全性」とから成る「複雑系」であるから、技術的な意味での「保安」よりも、むしろ心理的な意味での「安心」を確保するために、信頼性の高い人間関係を必要とするとした上で、濱口らの最近の調査結果から、世界中どの社会においても「信頼文化」の実現可能性は大きいということが報告された。質疑では、発電所の従業員が地域住民に信頼されていることが必要であ

るという意見も出された。

Meshkatiらは、IAEAのバラディ事務局長の次のような指摘を紹介している。「規制緩和にともない収益性のために安全が犠牲にされていないこと、これまでと変わらず職員体制、訓練、メンテナンスに必要な資源を当てていること、運転手順が完全に遵守されていること、などを確認するために各国の規制当局は絶えず注意が必要である」

Meshkatiらは、これに関連して、経済的な理由から行われた規制緩和に伴い、安全に代わってコスト削減がプラント管理者の最大の関心事となった場合、発電プラントのセーフティカルチャーは重大な危機にさらされると指摘している。そして、費用を切りつめて利益をあげたいという強い誘惑に抗するには安全を重視した強力なリーダーシップが必要であり、同時に、別の事故が原子力産業に被害を及ぼすまで容認しがたいリスクをものともせず利益を追求するような組織を見つけたすためにも、規制当局による効果的な監視が必要であると指摘している。

田辺は、安全性を拡大するための方策について、手順書に頼るのではなく運転員の知的能力を高めること、意図しないトラブルへの対応を考えることなどの必要性を述べている。

### 3.2 セッション2 Safety Culture Aspects Related to Management and Organization (組織・管理との関わりにおける安全文化) - 前半 -

Chair 1) F. Tanabe ( Japan Atomic Energy Research Institute, Japan )

2) M. Ignatov ( Berlin University of Technology, Germany )

( Keynote Speech )

Lesson of Safety Culture from Other Industries 「他産業から学ぶ安全文化」( I. Kuroda, Japan Institute of Human Factor, Japan )

( Individual Papers )

1. Assessing the Influence of Organizational Factors on Nuclear Safety 「組織的要因が原子力安全に及ぼ

- す影響の評価」( B. Wahlstrom, VTT Automation, Finland )
2. Interrelationships between Organizational Factors and Major Safety Indicators: A Perspective and Preliminary Field Study 「組織要因と主要な安全指標の相互関係 研究の展望と一次調査の概要」( K. Takano et al., Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan )
  3. Identification of Important Organizational Factors Using Operating Experience ( 論文のみ ) 「運転経験を使った重要な組織要因の特定」( R. Weil, G. Apostolakis, Massachusetts Institute of Technology )
  4. Developing a Safety Conscious Work Environment at Millstone Nuclear Power Station 「マイルストーン発電所における安全重視作業環境の構築：ケーススタディー」( J. S. Carroll et al., Massachusetts Institute of Technology, USA )

黒田は、工場でのロボットの導入、石油化学プラント、商業用航空機、原子力発電所に関し、広義のヒューマンファクターという観点から、安全促進プロセスの検証を行い、セーフティカルチャーに基づくチームおよび組織のヒューマンファクターは、個人のヒューマンファクターと同様、産業安全促進という面でより大きな役割を果たしていたという結論に至った。その上で、セーフティカルチャーを実現するためには、各国の歴史、社会、宗教および慣習上の特徴を慎重に検討しなければならないと指摘している。質疑においては、黒田は、一般的な安全文化だけでなく具体的にどのような行動をとっているのかについて知る必要があるとし、例としてカンタス航空のカンパニーポリシーとして「Safety before schedule」、カンタス航空のパイロットはそれを「better late than never」と読んでいることを紹介した。

Wahlstromは、組織要因を原子力安全に影響を及ぼすものとして考慮することがますます重要になっており、組織要因とその因果関係を扱うことができる理論上の枠組みが現時点では存在しないことが問題であるとした。今後この枠組みに関する研究を進めるとともに研究から導き出される理論とその現場への実践を並行して進めていくことが重要であると指摘している。また質疑においてWahlstromは、

PSAが組織要因を対象とした適用には向いていないという見解を示した。

高野らは、建設業界、石油化学業界で行われた予備調査を基に、安全性パフォーマンス指標としての労働災害発生率と組織要因との相互関係について考察している。質疑では、KY活動と労働安全との関連についての質問が出され、それに対しては、KY活動のマンネリ化を防ぐために少しずつ違ったやり方で行っている企業が、非常にいいパフォーマンスを出しているとのことであった。

Apostolakisらは、論文のみの参加となったが、その中で、次のように指摘している。つまり、現状では組織要因による事故への関与に関する情報が乏しいため、組織要因による故障を明確に指摘することが困難であるが、この点について今後さらに検討が進められることが必要であると示唆している。

Carrollらからは、米国のミルストーン原子力発電所において1996年から1999年にかけて安全性重視の職場環境を創出し維持するために展開された事態と戦略についての報告がなされた。この中で彼らは、規制緩和とダウンサイジングが徹底的に行われた際の安全性重視の職場環境育成という問題について多くの課題があることを指摘している。

### 3.3 セッション2 Safety Culture Aspects Related to Management and Organization (組織・管理との関わりにおける安全文化) - 後半 -

Chair 1) Y. Horie ( Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan )

2) N. Meshkati ( University of Southern California, USA )

( Individual Papers )

5. An Elementary Study on the Representation of Safety Issues by Trans-scientific Approach 「安全問題の抽出についてのトランスサイエンス的アプローチに関する基礎的な研究」( Y. Niwa et al., Institute of Nuclear Safety System Inc., Japan )
6. The Human Contribution to Overall Performance in EDF 「EdFのヒューマンパフォーマンス研究手



法」( A. Colas, Electricite de France, France )

7. A Study on Safety Consciousness of Employees at Nuclear Power Plant: Relationships with Leadership and Morale 「原子力発電所における従業員の安全意識に関する研究 - リーダーシップ, モラルとの関連 - 」( H. Fukui et al., Institute of Nuclear Safety System Inc., Japan )

丹羽らは、アンケート調査で得られたスケールについて基本方程式を導きだすことができることを応用し、ケーススタディとして実際の社会問題に適用した例を紹介した。基本方程式を導き出すことにより可能となる予測に基づき、対策を検討することができるようになる点が最大の利点であるとしている。さらに彼らは、今後、学問の境界を超えてトランスサイエンス的視点で複雑系における問題解決に取り組んでいくべきであると指摘している。

Colasは、週間労働時間の变化、教育水準の上昇といった社会の変化が産業に与える影響についての分析の必要性を指摘している。また、ヒューマンファクターの視点を取り入れたプラントの設計に関する研究を行っていることを紹介した。

福井らは、安全意識の因子分析から原子力発電所における従業員の安全意識尺度を作成し、安全意識とリーダーシップ、モラルとの関係を重回帰分析によって検討し、その結果、管理監督者のリーダーシップが部下の安全意識に強く寄与していることなどが明らかになったと報告した。

### 3.4 セッション3 Aspects Relating to Personal Issues and Workplaces in Nuclear Power Plants (原子力発電現場における人および集団の問題)

- Chair 1) R. Kawano (Tokyo Electric Power Company, Japan)  
2) J.S.Carroll (Massachusetts Institute of Technology, USA)

(Keynote Speech)

Cultural and National Factors in Nuclear Safety 「従業員問題および作業現場に関連する安全文化の側面」

( N. Moray, University of Surrey, UK )

( Individual Papers )

1. Activities for on-site application performed in Human Factors Group 「原子力発電所への支援を重視したヒューマンファクターグループの取り組み」( Y. Yoshizawa, Tokyo Electric Power Company, Japan )
2. Uncodified Safety Norms as Determinants of Safety Culture in Nuclear Power Plants 「原子力発電所における安全文化決定要因としての暗黙の規範」( M. Ignatov, Berlin University of Technology, Germany )
3. The Enhanced Activities for Prevention of Human Errors at Nuclear Power Stations of Kansai Electric Power Company 「関西電力の原子力発電所におけるヒューマンエラー防止活動の取り組み」( H. Sakuda, Kansai Electric Power Company, Japan )
4. Event Analysis as an Enhancing Tool for Safety Culture in NPPs 「原子力発電所における安全文化の強化手段としての事象解析」( B. Fahlbruch, Berlin University of Technology, Germany )
5. Pervasion of Climate for Understanding Human Factors 「ヒューマンファクターを理解する風土の醸成に向けて」( M. Oyama et al., Japan Atomic Power Company, Japan )
6. A Review of Six HRA Issues for the UK Nuclear Power & Reprocessing Industries 「英国の原子力発電所と再処理産業におけるHRAの6つの問題点のレビュー」( B. Kirwan et al., ATMDC, UK )

Morayは、運転、エルゴノミクス、組織、管理などのすべてのレベルにおいて国によって文化的な相違があることから、複数の国が関わる場合においては、工学的および人間工学的な側面だけでなく、文化的要因の影響も考慮する必要があることを指摘している。

吉澤は、東京電力株式会社原子力研究所ヒューマンファクターグループが東京電力の3原子力発電所に対して行っているヒヤリハット情報を使ったヒューマンエラー防止活動の支援について紹介してい

る。同グループでは、当直訓練班を対象としてヒヤリハット情報分析に関する講義，チームパフォーマンス向上のための訓練手法に関する講義，緊急時の人間行動特性とその対策についての講義等を行っている。

Ignatovは、厳密に管理された組織においてさえも文書化された手順や指示が常に守られているとは限らないとし、7段階からなる調査モデルを設定し、東欧の原子力発電所における手順遵守状況調査にその調査モデルを適用することによって、運転員およびメンテナンス作業者の手順遵守状況の調査分析を試みている。

作田からは、セイフティ・カルチャーの醸成のための「HF基礎教育」「分析技術教育」「判断技術教育」の3コースを設けている社員教育カリキュラム、ハットヒヤリ活動、保守トラブル事例データベースの作成、ヒューマンエラー防止ビデオの作成、などの関西電力株式会社の様々な取り組みが紹介された。

Fahlbruchは、事象解析手法として、SOL (Safety through Organizational Learning) を紹介した。その手法は、事象解析において関係する要因の同定に支障をきたすようなバイアスを最小限にしつつシステム全体を考慮に入れながら、理論モデルに基づく関係要因を導出し、それらを経験的に得られた要因によって補完するというものである。Fahlbruchは、その手法について、組織学習を支援し組織のセイフティ・カルチャーの醸成に役立つものであると報告している。

大山らは、ヒューマンファクターを理解する雰囲気を広く浸透させるため、管理者、運転員および保守作業員を対象とした5種類の教材の開発について報告した。5種類の教材の内、すでに2種類が開発されており、それらはいずれも概ね3つの部分、すなわち、世界の有名な事故を取り上げた導入部、ヒューマンファクターの観点からの事故の説明、日本国内の原子力発電所におけるトラブルの説明から構成されている。質疑では、それらの教材の有効性を検証し現場に適用していくことの重要性について議論された。

Kirwanらは、英国の原子力および再処理 (NP&R) における応用人間信頼性評価に関わる6つの問題に

についての考察を報告した。そして、発生率の低い事象の回復措置、および認識エラーと職務エラーについて、今後、優先的に研究が行われるべきであるとしている。

### 3.5 セッション4 General Discussion : Toward Developing and Enhancing Safety Culture (全体討論：安全文化の発展と向上を目指して)

Chair 1) N. Itoigawa (Institute of Nuclear Safety System Inc., Japan)

2) B. Wilpert (Berlin University of Technology, Germany)

話題提供者

1) I. Kuroda (Japan Institute of Human Factor, Japan)

2) J. Rasmussen (University of Copenhagen, Denmark)

3) N. Moray (University of Surrey, UK)

セッション4では、セイフティカルチャーの醸成に向けて、次のような枠組みにそって、活発な議論が行われた。

1. 環境からの圧力 (Environmental Pressure)
2. セイフティ・カルチャーの現状
3. 制御系としての原子力発電プラント (Nuclear Power Plant as Control Process)
4. 介入とセイフティ・カルチャー

「1. 環境からの圧力」としては、競合関係、規制緩和、PA、リスクコミュニケーション、規制上の変化、「2. セイフティ・カルチャーの現状」としては、情報文化、セイフティ・カルチャーの測定手法、セイフティ・カルチャーについての自己評価、各国の文化と、セイフティ・カルチャーといった視点が提示された。また、「3. 制御系としての原子力発電プラント」というシステムとして捉える視点から、安全性の測定、マネジメントツール、コンピタンス・アシュアランス (competence assurance)、「4. 介入とセイフティ・カルチャー」として、セイフティ・カルチャーを改善するための介入のあり方が重

要なキーワードとして提示された。

最後にWilpertは、この会議の所産として、環境からの圧力、原子力発電プラントのコントロール・システムのあり方、安全性関連の介入のあり方、セイフティ・カルチャーの理論的ステータスといった項目を重要なカテゴリーとして捉えるとともに、これらのカテゴリーが今後の研究の方向性を示唆するものであるとまとめた。

#### 4. 会議の総括

初めて日本で開催された第3回原子力発電の運転におけるヒューマンファクターに関する国際会議（ICNPO3）において、原子力発電における安全文化の醸成について、3日間にわたり活発な議論がなされた。各報告では様々な先進的な取り組みが紹介され、今後の原子力発電におけるセイフティ・カルチャー醸成のための方向性が見えてきた。同時に、セイフティ・カルチャーの測定手法、理論の妥当性の検証、現場への有効な適用方法、など、ステップ・バイ・ステップで解決していかなければならない課題も明らかになった。

この国際会議が研究分野を超えた研究者間の交流を促進し、今後の原子力発電におけるセイフティ・

カルチャー醸成に役立つことが確信されるとともに、引き続いて次回の本国際会議開催に関して、関係者間で合意に至ったことを報告し、総括とする。

#### 5. 謝辞

ICNPO3は、ベルリン工科大学のWilpert教授を始め、多数の関係者の方々の協力と支援により実施できたものである。改めて感謝の意を表する。

#### 参考文献

- (1) 高見和幸・三隅二不二・山田 昭 1995 第1回原子力発電の運転におけるヒューマンファクターに関する国際会議 1994.10.31～11.2 / ベルリン Journal of the Institute of Nuclear Safety System, Vol.2, 249-256.
- (2) 平木忠雄・小谷文夫・守川伸一 1997 第2回原子力発電の運転におけるヒューマンファクターに関する国際会議（ICNPO2）の概要 Journal of the Institute of Nuclear Safety System, Vol.4, 123-128.



ICNPO3における講演者、発表者、および関係者