

PSAから得られるリスク情報の原子力発電所内 コミュニケーションに関する研究

Study on Communicating Risk Information Obtained from PSA Within Nuclear Power Plants

故布金 延章 (the late Nobuaki Nunogane)* 尾上 彰 (Akira Onoue)**

小島 重雄 (Shigeo Kojima)†

要約 本研究では、確率論的安全評価 (Probabilistic Safety Assessment: PSA) から得られるリスク情報に基づく安全管理を発電所に導入した場合を想定し、そのような場合にリスク情報をどのような形で表現し、発電所員に伝達するのが理解しやすいかというコミュニケーションの方法について基礎的な検討を行った。この研究ではこのコミュニケーションをPSAコミュニケーションと称する。

まず、リスク情報に基づく安全管理を発電所に導入するには発電所員が必要な知識ベースを有していなければならない。そのための教育等を行うために、リスク情報を基礎情報、詳細情報、業務情報に3分類することを提案した。

次に、業務の中で行われる上申・調整・連絡等には、相手の関心事を頂上の情報とし、下層に関連するリスク情報を配置する階層的リスク情報サマリを用いることを提案した。また、運転中保守 (OLM) を対象に関連するリスク情報を試作した。

また、発電所全体の安全意識・安全性の向上のために、機器の安全上の重要度を示す「リスクタグ」などの具体策を提案した。

最後に、リスク情報に基づく安全管理を発電所に導入する際のPSAコミュニケーション計画を具体化するための検討手順を示したガイドラインを作成した。

キーワード 原子力発電所, PSA, コミュニケーション, 安全管理, リスク情報

Abstract In this study, the communication of PSA information in nuclear power plants (NPPs), namely, how the risk information obtained from the probabilistic safety assessment (PSA) should be presented and communicated to plant personnel, was examined assuming that the safety management system based on the risk information was introduced to NPPs. This is called PSA communication.

First, when risk-informed safety management is to be introduced into NPPs, plant personnel should have sufficient related knowledge. In order to provide such knowledge to the personnel through training, risk information is classified into three types: basic information, detailed information and task information.

A hierarchical risk information summary for reporting, coordinating and communicating tasks is proposed. In this summary, the concerns of those who have received the information are placed at the top and the related risk information positioned below. At the same time, and by way of a trial, the risk information relating to on-line maintenance (OLM) is prepared.

In order to enhance the safety-consciousness and the safety of the entire plant, specific plans such as "risk tags" which indicate the safety significance of equipment is proposed.

Finally, a guideline providing examination procedures for developing detailed PSA communication plans is introduced.

Keywords Nuclear power plant, PSA, communication, safety management, risk information.

* (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所 平成12年3月本研究完成後逝去

** (株)原子力安全システム研究所 技術システム研究所 現 関西電力株式会社

† コンピュータソフト開発 (株)

1. はじめに

近年，従来の決定論的な考え方に基づく安全管理をより合理的にするために，確率論的安全評価（Probabilistic Safety Assessment：PSA）から得られるリスクに関する情報（以下「リスク情報」という．）を利用して安全管理を行う方法が検討・導入されつつある．これを導入する場合には，発電所においてPSA評価結果等のリスク情報に基づく業務上の判断や運転管理，保守等を行うことになる．したがって，リスク情報に基づく安全管理に携わる発電所員にリスク情報が十分に伝達され，理解されていることが前提となる．また，発電所内の職位や業務によって仕事に必要なリスク情報は異なることから，リスク情報は伝達される相手の知識レベルに合わせた理解しやすい方法で適切に表現し，伝達されなければならない．

海外の発電所においても，PSAやリスク管理の専門家以外にはリスク情報が必ずしも十分に理解されていないことがあり，また，リスク情報に基づく安全管理を実施する時には，新しい概念であるPSAから得られる情報を，適切に安全管理業務に反映するためのコミュニケーション（以下「PSAコミュニケーション」という．）が重要であることが認識されてきている．このように，リスク情報の表現方法と伝達方法は，現在海外でも重要性が認識されつつある分野であり，発電所の現場にリスク情報に基づく安全管理を適用する上で必要とされる領域である．

しかしながら，PSAの評価手法は難解であり，また，結果をどのように解釈すればよいかなど，PSAに係わる多くの事項が馴染みにくく理解しづらいものであるとされてきた．これは，ある程度原子力発電に関する技術を理解している人からも言われていることであり，発電所の所員にとっても同じであると考えられる．既に，リスク情報に基づく安全管理を導入しつつある米国でも同様の困難に直面していると言われている⁽¹⁾．

本研究では，リスク情報に基づく安全管理を発電所に導入した場合を想定して，そのような場合にリスク情報をどのような形で表現し，発電所員に伝達

するのが良いかというPSAコミュニケーションについて，発電所における経験を基にその適切な方法に関する基礎的な検討を行うこととした．また，それを基に実際の発電所においてPSAコミュニケーション計画を検討するためのガイドラインをまとめた．

本研究の成果は，現時点での机上の検討に基づく基礎的な結果をまとめるものであり，そのまま発電所に適用できるものとならないかもしれない．しかし，現時点でそのような検討を行っておけば，発電所での教育の実施方法の検討や業務の際に行われるPSAコミュニケーション方法の検討に対して，主要な着眼点やその解決の方向性，解決策に関する示唆を与えることができる．

2. PSAコミュニケーションの基本的な考え方・アプローチ

リスクコミュニケーションの基本的な構図は，図1に示すように表現できる．一般的に，リスクコミュニケーションと言うと，公衆のためのコミュニケーションを意味するのが普通である．実際，リスクコミュニケーションに関しては広範な研究があるが，これらの大部分の文献⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾は，「公衆とのリスクコミュニケーション」の問題を扱っている．

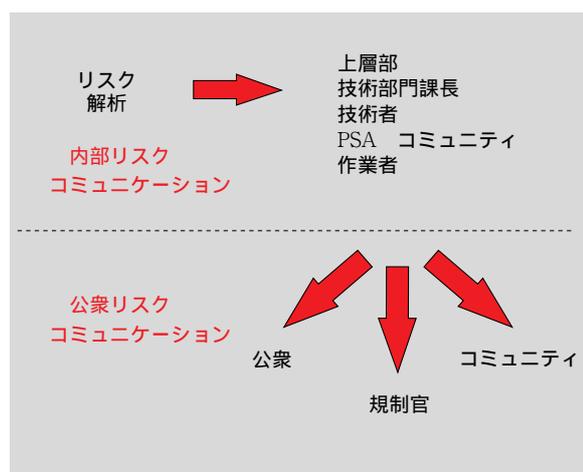


図1 リスクコミュニケーションの概観（文献⁽²⁾を基に作成）

既に述べたように、本研究で対象とするのは、「PSAコミュニケーション」であり、「公衆とのリスクコミュニケーション」とは異なる概念である。しかし、公衆とのリスクコミュニケーションに関する議論やPSAコミュニケーションとの比較は、PSAコミュニケーションの特徴を理解したり、適切な方法を検討する上で参考となる。

そこで、一般公衆とのリスクコミュニケーションの文献⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾とPSAコミュニケーションとの違いを検討した。主要な相違点を以下に示す。

- ・公衆とのリスクコミュニケーションの目的は、公衆にリスクを受け入れてもらうためであり、どのように利害関係者が信頼関係を築き相互理解を深めるかが焦点になる。その中では、公衆の価値観を考慮することが重要である。一方、PSAコミュニケーションのリスク受容は、事前の了解事項であり、改めて発電所内で議論はされない。PSAコミュニケーションの目的は技術的な理解であり、受け手の価値観よりも関心事を考慮することが重要である。
- ・公衆とのリスクコミュニケーションは、通常時と事故時のリスクが対象である。PSAコミュニケーションは、事故時リスクを対象としている。
- ・公衆は、リスクの性質や程度、個人的な被害の回避に関心がある。発電所員は、個々の業務の中で安全確保のためにどのようにすればよいかに関心がある。
- ・リスク情報は、公衆とのリスクコミュニケーションでは、リスク発生者側が準備するが、PSAコミュニケーションでは、リスク管理者が準備する。情報自体の内容は、公衆とのリスクコミュニケーションでは平易で明確な形でリスク受容を求める内容を提供する。PSAコミュニケーションは、リスク管理について技術的理解を深め、リスク管理を円滑に推進できる内容を受け手の関心事に併せて提供する。
- ・公衆とのリスクコミュニケーションでは、リスク情報の内容、伝達は、利害関係者、マスメディア等を考慮して広範囲に検討しなければならない。PSAコミュニケーションは、発電所内で、あ

る程度の技術的知識を前提に検討される。

PSAコミュニケーションについて、より明確にする為、その基本的考え方とアプローチを検討した。リスク情報に基づく安全管理が導入された原子力発電所において、リスクを適切に管理するためには、PSA評価の結果とその意味が、これらの情報を使用する人達に伝達され、理解される必要がある。また、リスク情報に基づく安全管理自体が従来の決定論的な安全管理の考え方や方法と異なっていることから、リスク管理の考え方や方法についても適切に伝達される必要がある。

したがって、PSA評価、リスクの管理及びコミュニケーションはお互いに緊密に関連した技術分野であり、リスク情報に基づく安全管理を実施する上で不可欠のものであると言える。これら3つの活動の関係を図2に概念的に示す。

リスク情報に基づく安全管理では、発電所の上層部から現場作業者に至るまで、これに携わる多くの所員に新たな認識や役割、責任を求めることになる。これを充分に行うためには、全員が安全性(リスク)やその管理の重要性を認識するだけでなく、その背景として、PSA評価やリスク情報に基づく安全管理

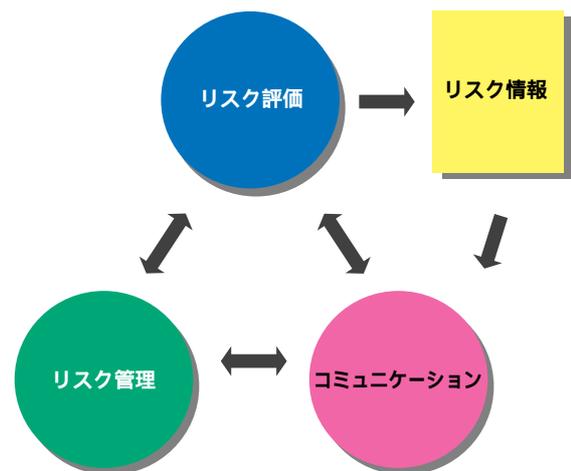


図2 リスク情報に基づく安全管理におけるコミュニケーションの位置付け

について、各々の職務や責任に応じて適切な深さや範囲で理解していることが必要である。各自がそのような知識・認識・理解を有した上で業務を行うことは、適切な安全管理が行われること、ひいてはプラントの安全性を担保する必須の条件となる。また、プラントの安全性やリスクについて発電所員が適切な知識や認識を有することは、発電所全体の安全意識、safety cultureの醸成に有益であるし、ひいては発電所の実質的な安全性の向上に繋がると考えられる。

したがって、PSAコミュニケーションへのアプローチとしては、次のような事項について検討することが必要であると考えた。

発電所員が、必要な知識ベースを得られ、リスク情報に基づく安全管理導入後も業務上の確認などにより知識ベースの維持が行える適切な仕組みが必要である

発電所にリスク情報に基づく安全管理を導入する際には、発電所員は業務に必要となる範囲と深さでこれらに関する知識を得る必要がある。実際にリスク情報に基づく安全管理を発電所に導入する際には、所員を対象に基礎的な技術事項や業務内容に関する導入教育が行われることになる。また、その後も、業務遂行に際しての技術的な確認や疑問に答えるためのフォローアップ、あるいは、技術力や業務の品質維持のためのフォローアップが必要であり、これらの目的のための仕組みが必要である。これらの多くは技術や業務に関する知識データベース（教科書やデータベースシステム）があれば、それを導入教育に利用したり、必要に応じて各自が自発的に学ぶなどにより行うことが出来るものである。知識データベースを整理するにあたっては、先のような目的に対して分かり易く、利用しやすいものにするため、リスク情報の受け手のレベルや関心事を考慮して分類および階層化の検討を行った。

業務上のコミュニケーションにおいて、各々の関心事項、必要事項に関連したリスク情報を適切に表現し、伝達する必要がある。

リスク情報に基づく安全管理は、従来の決定的な安全管理と異なり、リスクの許容範囲内で柔軟に行うものであり、具体的にどのように運転操作や保修作業を行うかについては、その時々々のプラントの状況を反映して決定するという特徴がある。即ち、これまでの安全管理と異なり、発電所において検討や意思決定の業務プロセスがあり、この業務プロセスを適切に遂行する方法が必要になる。

また、実際にリスク情報に基づく安全管理が発電所に導入された場合には、発電所内の組織で分担して様々な管理業務を行うことになる。即ち、発電所内の組織に権限と責任が割り当てられ、リスク情報に基づく安全管理は各組織での検討、組織間での調整、各種の意思決定プロセス、現場作業などを経て実施されて行くことになる。これらの業務の中では、個人と個人の間や組織と組織の間で相談、調整、情報伝達、意思決定のための上申などといったコミュニケーションが行われることになる。

PSAやリスク情報に基づく安全管理は、従来これらに係わる専門家以外にはほとんど馴染みのないものであり、したがって、リスク情報に基づく安全管理を導入した際のコミュニケーションを円滑に進め、業務が適切に行われるようにするためには、適切なコミュニケーション方法を検討しておくことが必要である。

コミュニケーションを適切に行うためには、業務に係わる個人が教育等により基本的な知識を有していることは必須であり、その上で、コミュニケーションの対象となるリスク情報の表現方法と伝達方法を適切に工夫することが必要となる。

一方、職位や業務に応じて職務に必要なリスク情報、関心のあるリスク情報は異なり、職務に応じたリスク情報の表現方法や伝達方法を検討する必要がある。

ここでは、発電所内のリスク情報に基づく安全管理業務に係わるコミュニケーションを円滑かつ適切に行うために、職務に応じたリスク情報の表現方法や伝達方法の検討を行う。

3. PSAコミュニケーションにおけるリスク情報とその表現・伝達方法

3.1 リスク情報

業務上必要となるリスク情報については、一般的には次のように考えることが出来る。まず、安全管理に関わるものは、PSAやリスク管理の技術的知識、リスク管理の基本的な考え方や具体的な安全管理への展開とその根拠等を理解、把握し、安全管理上の技術検討や発電所上層部への説明、業務を遂行する関係各課への説明などを行うことが必要となる。したがって、安全管理関係者は技術的に全てを把握しておく必要がある。工程管理に係わる工程管理担当課では、安全上許容される範囲内で試験・検査や機器修保に係る工程を、作業に必要な時間や要員の確保できる時間など、他の要求も勘案しつつ適切に検討する。このような業務では、待機除外が許容される安全系の機器の組合せなどが使いやすいリスク情報の形式である。修保担当課などの業務の遂行に関わる部署では、部署の長（課長、係長）と業務遂行担当者で必要となる情報は異なる。課長、係長はその安全管理業務の実施の妥当性や技術的背景を理解し、適切に業務が行われるよう配慮する必要がある。業務遂行者は、予め定められた手順に従って業務を遂行することになると考えられ、PSAに関する技術情報などは知る必要はないが、リスクに基づく管理の考え方といった基本的な事項を理解しておくことが望ましい。

(1) リスク情報の分類と階層構造

発電所員は職位、職務によってPSAやリスク情報に基づく安全管理に関する知識ベースが異なるし、知りたい情報も異なる。また、職務に関係なく知っておくことが必要な情報もある。このようなことを考慮し、リスク情報をリスク基礎情報、リスク詳細情報、リスク業務情報に分類した。リスク基礎情報は、リスク情報に基づく安全管理に携わる者が知る必要のある基本的な情報である。リスク詳細情報は、安全管理担当者のような詳細な技術論を理解・把握しておく必要がある者や、基礎情報だけでなくより

詳しい情報を知りたい者が参照する情報である。一方、リスク情報に基づく安全管理を行う場合には業務上の手順等をまとめたマニュアルが定められるとともに実際の業務実施時には、業務上の注意事項などが業務を行うものに伝えられる必要がある。リスク業務情報は、これら業務を実施する上で知る必要のある情報をまとめたものである。これらの中に各種のリスク情報が入ることになるが、各情報の内容、性質や利用者のわかりやすさを考慮して情報を作成する必要がある。

a. リスク基礎情報

リスク基礎情報は、発電所においてリスク情報に基づく安全管理に何らかの形で携わる者が知っておくべき情報とした。リスク情報に基づく安全管理は、安全管理担当者だけでなく、意思決定に係わる発電所上層部、検査工程や保守工程を検討する工程管理担当課、検査や保守を行う修保担当課、検査や保守のための機器の隔離等を行う運転担当課など、発電所内の多くの所員が係わることになる。前述したように、リスク情報に基づく安全管理を適切に行うためには、安全管理担当者以外の発電所員も必要な範囲と深さで関連する知識を有していることが必要である。このような観点から、リスク用語、PSAの概要、PSAの結果、リスク情報に基づく安全管理の概要等の情報を、主に安全管理担当者以外の発電所員を対象とするリスク基礎情報に含まれるべき情報とした。

リスク情報に基づく安全管理はPSA技術を活用するものであるため、安全管理担当者以外の発電所員といえどもPSA技術についての基礎的な事項を一通り知っておく必要がある。また、リスク情報に基づく安全管理の考え方や内容についても基本的な事項を理解している必要がある。ただし、深さについては、技術的な詳細を正確に知ることよりも各自の業務に関連するリスク情報を理解し、業務で使用できる程度に理解しておけば充分であると考えられる。そのためには、少なくとも、PSAがどのような方法で評価を行うもので結果の持つ意味はどのようなものなのか、あるいは、リスク情報に基づく安全管理

がPSAの結果をどのように用いてどういった考え方やプロセスで安全管理方法を決めるものなのか、といったことを概念的に理解している必要がある。

更に、業務を実施する上では、実プラントの評価結果や業務上の注意点なども知っていることが望ましい。

b. リスク詳細情報

リスク詳細情報は、安全管理担当者、即ち、安全管理に責任を持つ安全管理担当課の管理者及び担当者が知っておくべき情報とした。安全管理担当者は、PSA評価を行うと共に、それに基づき具体的な安全管理方法に関する検討を行い、その結果を発電所上層部や保修担当課、運転担当課に伝えることになる。そのような評価・検討・結果の説明を行うためには、PSAやリスク情報に基づく安全管理の技術的詳細について十分に把握・理解している必要がある。そのような把握・理解は専門家向けの技術文書を基になされると考えられ、ここで整理されるようなリスク情報が必須ではないと考えられるが、より詳細を知りたい他の発電所員も含めた利用上の利便性の観点から整理しておくことが望ましい。このような観点から、イベントツリー・フォールトツリー等PSAの評価手法の詳細、PSAの評価結果の詳細及び安全管理の詳細についての情報を、主に安全管理担当者を対象とするリスク詳細情報に含まれるべき情報とした。

c. リスク業務情報

リスク業務情報は、リスク情報に基づく安全管理を行う際の業務上の手順等をまとめたマニュアル及び実際の業務実施時の注意事項などを業務毎にまとめたものである。これらは、通常、安全管理業務や保守業務といった業務毎にまとめるのではなく、「運転中安全管理」といった大きなくくりの業務の単位で作られる。しかし、このようなマニュアルは、所員が自分の職務に関連する事項を見る際には理解しにくいと考えられ、ここでは、安全管理業務、保守業務といった組織内での業務分担に近い形でくくることとした。

また、リスク情報に基づく安全管理を行う際の安全上の注意点は、業務分担に応じて伝達される必要があることと、実際の業務の手順との関連が強いことから、各業務分担に関連した安全上の注意事項は「リスク業務情報」内に含めることとした。

3.2 コミュニケーションのための表現方法と伝達方法

本研究での主要なもう一つの問題は、業務上のコミュニケーションにおいて、職務上の関心事項、必要事項に関連したリスク情報を適切に表現し伝達することである。業務に係わる個人が教育等により、基本的な知識を有していることは必須であり、その上で、コミュニケーションの対象となるリスク情報の表現方法と伝達方法を適切に工夫することが必要となる。一方、職位や業務に応じて職務に必要なリスク情報、関心のあるリスク情報は異なり、職務に応じたリスク情報の表現方法や伝達方法を検討する必要がある。この研究では、具体的なリスク情報に基づく安全管理を想定し、業務上のコミュニケーションを適切に行う具体的な方法を検討した。

(1) PSAコミュニケーションに必要な要件

PSAコミュニケーションに必要な要件としては、以下に示す「分かりやすさ」、「業務上関心のある情報の形で提示すること」および「関連情報や背景情報が業務上関心のある情報と関連づけて示されること」を挙げることができる。「分かりやすさ」

発電所員の多くがPSAやリスク情報に基づく安全管理に馴染みがないこと、また、これらが非常に分かりにくいものであるという指摘がしばしば行われていることを踏まえれば、基本的には、リスク情報は分かり易い形で示される必要がある。

「業務上関心のある情報の形で提示すること」

発電所員の業務により、必要な情報、関心のある情報が異なる。業務上の情報は、業務と関連した形で提示されれば理解し易いものであり、普通は誰もがそれを望む。したがって、業務上のコミュニケーションにおいては、相手の

業務上の関心事を考慮し、出来るだけそれに近い形で提示することが望ましい。

「関連情報や背景情報が業務上関心のある情報と関連づけて示されること」

人間は、自分の知りたいことを概ね知ることが出来た場合に、“理解した”、“納得した”と感じる。このような点からは、相手の必要な直接的な情報だけでなく、関連情報や背景情報なども同時に示されることが必要である。これらの情報が、直接関心のある情報から出発し、それに関連付けて行く形で提示されると理解が早まると考えられる。

(2) 受け手の分かりやすいリスク情報の表現方法や伝達方法

受け手のわかりやすいリスク情報の表現方法、伝達方法について、発電所の上層部に対する検討の例として示す。

発電所上層部の最大の関心事は、検討されたリスク管理の内容が、安全上問題ないかどうかであり、その観点ではPSA評価結果が管理規準(目安)を満たしていることを示す情報が必要である。また、最終的に判断し決定する立場であることから、検討の妥当性にも関心があると考えられ、そのような観点からは、リスク管理内容の検討過程を定性的・定量的なリスク情報を用いて説明が行われることが必要である。更に、発電所のトップとして、万が一の異常時の対応のために、待機除外中の重要機器や注意すべき事故シーケンスなどの安全上の注意点に関する情報が求められると考えられる。実際にこのような説明を行う場合には、まず相手の最も関心がある情報・知りたい情報の説明から始めて、その情報をより詳細化する方向で関連する情報を説明するといった方法を採れば、知りたい情報を知りたい順番で知ることが出来るので、聞く者にとって分かりやすい。また、これらの情報は互いに関連しているもので、互いに関連性を利用して説明することが出来るはずである。このようなことから、例えば、知りたい情報を最上層に配置し、関連する情報を下層に配置するような階層化構造の情報サマリを作成す

れば、以上のような説明をスムーズに行えると考えられる。このような階層的リスク情報サマリとしては、図3のようなものが考えられる。受け手の分かりやすさを考慮すれば、階層的リスク情報サマリに含めるリスク情報を作成する際には、次のことを考慮することが必要である。

- ・情報の受け手に馴染みのある言葉を用いる
- ・イベントツリーやフォールトツリー等のPSA結果を出来るだけ使用しない
- ・PSA専門用語を用いずに、作業や機能に関する安全性の説明を行う。情報伝達の目的は、受け手の業務における彼らの行動を変えることである。PSAがどうであるかを説明することではない。

- ・作業者の関心事、知識、利用可能な時間と労力に適合した表現方法とする

情報の受け手の利便性を考えた場合、階層的リスク情報サマリは、容易にアクセスできることが必要であり、また、プラント状態によりリスクが変化することを考慮すれば、含まれているリスク情報が絶えず更新される必要がある。また、膨大な情報で受け手に負担を掛けすぎないように配慮する必要がある。更に、フィードバックを容易に反映できるといったフレキシビリティも必要である。最近では、パーソナルコンピュータを用いたリスク管理ツールが開発されており、これにはPSAモデルも組み込まれている。階層的リスク情報サマリをパソコン上に用意し、その入力をリスク管理ツールから取り入れるようにしておけば、先のような要求を容易に満たすことが出来、かつ使い勝手の良い環境を提供できる。

(3) 安全レベルの維持向上やsafety cultureの維持向上に有効なコミュニケーション方法の検討

発電所の全ての活動は、程度の差はあるが、何らかの形でプラントの安全性と関わりを持っている。したがって、発電所員の日々の活動において、“安全性が極めて重要であること”、“自分の行為が必ず安全性と関わりを持っていること”が常に認識されるとともに、安全性の観点で適切に業務が行われることがプラントの安全

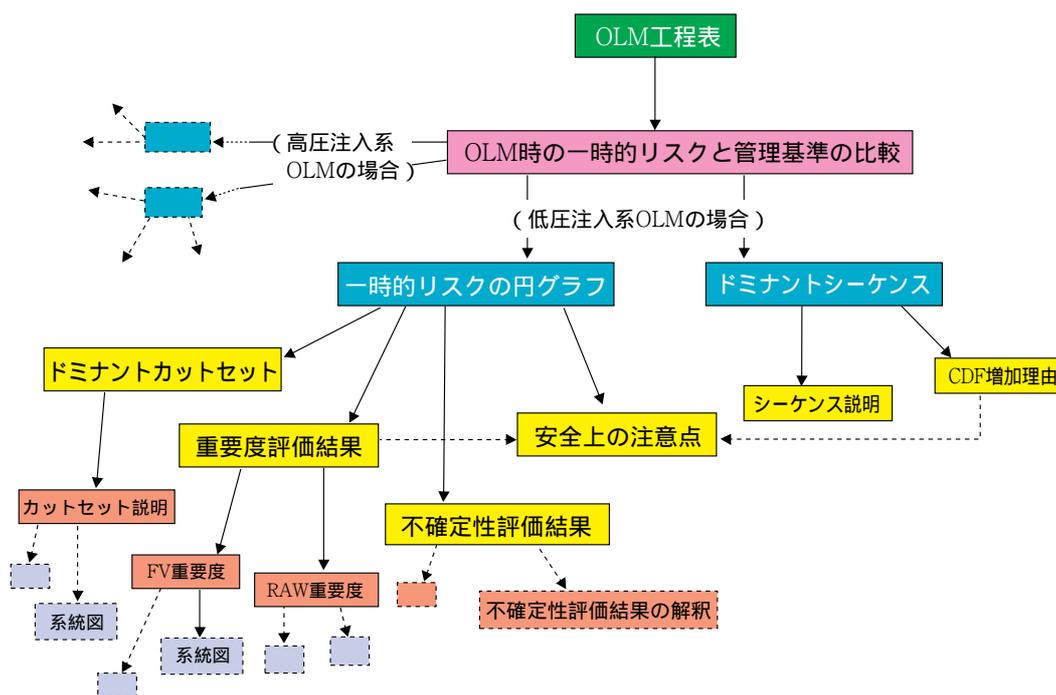


図3 発電所上層部向け階層的リスク情報サマリ構造（例）

性の維持向上につながる。安全性に対する発電所員の認識を維持向上させ、常に安全性を意識した活動が行われることや、安全性の観点で適切に業務が行われることを助けるような手段や仕組みを用意することが重要である。ここでは、そのような観点でのコミュニケーション方法について検討した。

a. 安全性の維持向上に有効な方法

安全性の観点で業務を適切に行うことは、直接的にプラントの安全性の維持向上に繋がる。このような観点で必要となるリスク情報は、基本的には、業務上のコミュニケーションで伝えられる。しかし、これは現場での作業実施前に事務所内で行われるものであり、これに付加する形で現場の機器等にリスク情報が示されていれば、より一層の安全性の向上に繋がる。ここでは、そのような方法について検討した。

リスクタグ

発電所員のリスク認識を向上させ、プラントの安全性を維持・向上させるアプローチとして有望

な1つの手法は、簡単な機器タギングシステムである⁽⁵⁾。この「リスクタグ」の方法は、リスク情報が一目でわかる点が特徴である。これは各機器の安全上の重要性を直接的に示す機器別情報である。例えば、図4及び図5に示すような赤色のタグ（最大のリスク重要度）は、プラントの安全性に大きな影響を持つ安全上最も重要な全ての機器に対して付けられる。このリスクタグは、特定の機器のリスク重要性についての直接的、具体的な注意を表すことにより、一般的なリスク認識を補足している。赤いタグを付けた機器に近寄った者は誰でもこれが高リスク機器であることに気付かされる。タグはさらにその個人にプラントのリスクを大きくしないよう注意させる。特に赤いタグによって、その機器を保守または使用不能にする権限を持っていると思っている者は自分の指示に疑問を持ち、その措置を発令したものが機器のリスク重要度を理解しているか確かめなければならない。さらに、その機器が高リスク機器であることから、設計上の多重性を損なわないようにし、どんな問題も安全管理担当者に報告し、その機器の使用不能時間を少なくするといった重要な情報



図4 高リスク機器のリスクタグの例

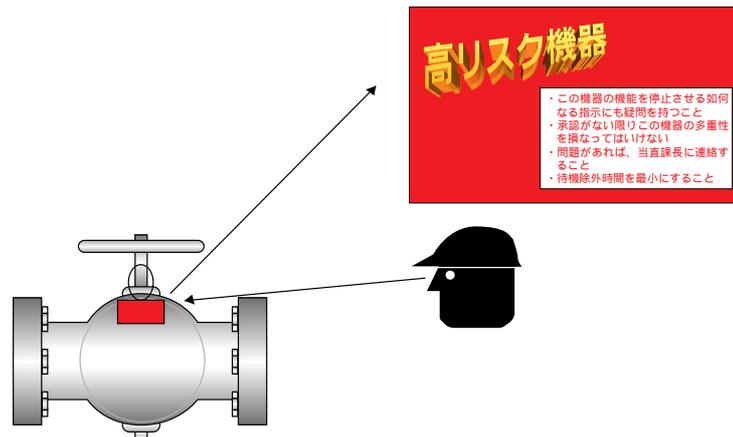


図5 リスクタグの例（一般的なタグ使用）

を見る者に伝えられる。

なお、ここでのリスク重要度の分類は、実際の適用の際に安全管理規準（目安）等に基づき検討し、適切に定める必要がある。例えば、PSAから得られる重要度の評価結果が使用できる。

リスク注意札

例えば、プラント停止中に多重化された安全系の1系統を待機除外とする場合には、残りの1系統の安全上の重要性は極めて高くなる。そのような場合には、残りの1系統が何らかの原因で機能を喪失しないよう細心の注意が必要で

ある。特に、そのシステムのサポート系には注意が行き届きにくいと考えられ、電源系や制御系が損なわれないような措置が取られることが必要である。一つの方法として、待機系統の主要な動的機器とそのサポート系の動的機器に、“待機除外としてはならない”ことを求める注意札を付けることが考えられる。また、実現性や周囲での作業を考慮しながら、その機器に近づけないよう周囲に囲いを設ける等の立ち入り禁止措置を行うことも効果的である。

安全機能状態表示板（リスク表示板）

ある発電所では、プラント停止中に、その日のプラントの安全機能の状態を示す表示板をプラントの出入り口に表示している。このような表示は、現場に立ち入る発電所員に、プラントの安全機能として何が重要であるか、その機能がどのような状態にあるか、その日は安全上何が重要かといったことを理解し、把握することを助ける。一方、運転中は、表示内容を停止時とは変える必要があるが、安全機能状態表示板のコンセプト自体は有効であると判断される。

リスクモニタ

米国では、リスク管理ツールが開発されており、リスク情報に基づく安全管理に用いられている。これらは、安全管理担当者向けのツールであり、操作や理解が保守業務担当者レベルには難しいかもしれないが、管理者レベルには操作も可能であるし、有効な情報を提示出来ると考えられる。例えば、運転計画や定検計画でのプラント状態の変化を反映した炉心損傷頻度の変化を見ることが出来るし、仮にプラント状態を変更すればその結果として炉心損傷頻度がいくらになるか、どのような工程が認められないか、安全上重要な機器は何かといった情報を示すことが出来るので、管理者として検討や判断に必要な情報、あるいは知っておくことが望ましい情報を適宜得ることが出来る。

作業開始前のブリーフィング、直引継時のブリーフィング

運転中保守工程や定検工程に従いプラント状態は日々変化し、炉心損傷頻度や安全上の注意点といったリスク情報も同じように変化する。このような情報は、日々の業務の中で改めて伝えられ、再確認されることが望ましい。作業の開始前には、作業の内容・手順等の確認や作業に係わる注意事項を伝えるブリーフィングが行われる。この時に、安全管理担当課から業務担当課に伝えられたリスク情報が、作業関係者に改めて伝えられ、確認されれば効果的である。同様に、運転に係わるリスク情報は、運転直の引継時に、その時のプラント状態におけるリス

ク情報が伝えられ、確認されれば有効である。その他の部署においても、日常的なミーティング等の中で同様の確認が行われることが望ましい。

b. Safety Cultureの維持向上に有効な方法

リスク情報に基づく安全管理を行う際には、安全性に関する発電所員の認識を維持向上させ、常に安全性を意識した活動が行われることを担保することは、今まで以上に重要なことである。これは、言い換えればSafety Cultureの維持向上を図るということである。Safety Cultureは、間接的に発電所の安全性の維持向上に寄与する。この観点では、発電所員に安全性の重要さやリスクの存在の認識を促すことが必要である。前項で述べたリスクタグや注意札といったものもそのような機能を持つが、ここではそれ以外の方法で役に立つと思われるコミュニケーション方法について述べる。

上層部の意思表示、安全表彰

Safety Cultureの向上においては、会社の経営層が安全性の確保が何にもまして優先されることを理解していることはもちろんのこと、それが経営方針として示されることが重要であるとされている。安全性の確保は、ともすれば運転継続や経済性と相容れないことが多く、社員は会社の利益にならないことを行うことを躊躇しがちである。しかし、それが、経営方針に合致しており、たとえ経済性を損なうことがあっても安全確保が優先されるような行為が奨励されるならば、社員は躊躇することなく安全性の確保を優先する。このような行為は、長い目で見れば、一般公衆の原子力に対する信頼性や安心感を高め、発電所の円滑な運転や原子力の推進に資することになる。

このようなことから、発電所の運転や経営にとって安全性を維持・向上していくことが非常に重要であり、会社の経営方針にも合致していることを社員である発電所員に広く認識させることは重要である。また、それが会社の方針として確固たるものであることを対外的に表明することは、協力会社等にも安全性の重要さについて同様の認識

を与えることになる。このような観点で、経営層及び発電所上層部の意思表示がなされ、更に、たえずこれが繰り返し強調されるようにすることが重要である。

また、安全性の確保に関して優秀な行為があった場合には、それを表彰するといった方法で安全性の確保を奨励するような施策も有効であると考えられる。海外の発電所においてもこのような表彰が行われている例がある。

所内報、ポスター、パンフレット

先のような上層部の意思表示や表彰事例、その他の安全性確保に関する良好事例などを発電所員に広く知らせるには、通常よく配布されている社内報を用いれば良い。また、教育・訓練の場では当然強調されるべきである。また、表彰事例や良好事例などは、ポスターやパンフレットにして発電所内各所に掲示したり、配布すれば所員だけでなく協力会社への周知にもなり、発電所訪問者への広報にも有効である。

c. その他の活動

安全管理担当課は、安全管理の担当箇所として、上層部や業務担当課に対してPSAの価値や有用性を立証し、納得させる必要がある。そのためには、PSAから得られる安全性に係わる情報を的確に伝えたり、速やかにアドバイスを与えるなどの努力が必要である。安全管理担当課にとってそのような情報やアドバイスは、自らの“商品”であり、そのような活動はその“商品”の販売活動である。したがって、安全管理担当課の者は発電所内で効果的に“商品”が売れるようなマーケティング活動を行うことが必要である。そのような活動として、自らのスタンスを表明したり、販売するサービスや商品を紹介したりする販売促進用のパンフレットを作ること一つの方法である。

発電所の安全管理担当課の業務内容の例

シビアアクシデントのリスクの管理に関する全てのサービス

・ O L M 週間スケジュールのレビュー

- ・ 停止時リスクの24時間監視
- ・ 設計変更のレビューと管理
- ・ 電動弁優先度ランキング作成，空気作動弁優先度ランキング作成
- ・ 質問回答 など

4. PSA コミュニケーションのガイドラインの開発

発電所において、リスク情報に基づく安全管理を実施する際には、教育や業務の中で行われる説明、相談、調整、情報伝達、上申などといったリスク情報を用いたコミュニケーションを円滑に行う方法について検討する必要がある。しかし、この研究を行った時点では、リスク情報に基づく安全管理が未だ発電所に導入されておらず、そのため、検討においてはそれが導入された場合の発電所内の組織と権限、業務の進め方等については、そうなる可能性が高いと考えられる形態を想定している。したがって、実際に発電所でリスク情報に基づく安全管理が導入された際の実態とは合わない部分も出てくると考えられる。また、業務上のコミュニケーション方法は、それに携わる発電所員の現場感覚が重要であり、業務の実態や経験に応じてより適切な形に修正されるべきものである。以上のようなことから、リスク情報に基づく安全管理が導入された際には、発電所の安全管理担当者は、決まった手順でPSAコミュニケーションを適切に行う計画を作成し、実施していくこととなる。そこで、ガイドラインについてもそのような検討をサポートすることを目的とし、3章で検討したような表現方法や伝達方法の方法論は参考に例示することとした。安全管理担当者は、例示を参考にしつつ、実態に即した方法を検討する必要がある。ただし、実際に行われるコミュニケーション自体が現時点での想定と大きく異なることがなければ、多くの検討結果は活用可能であると考えられる。また、修正が必要な部分があったとしても、その修正に対して主要な着眼点やその解決の方向性、解決策に関する示唆を与えることができる。以上のような検討に基づき、ガイドラインは以下のような事項を含むものとした。

1. はじめに
2. PSAコミュニケーションとは
3. PSAコミュニケーションに求められる要件
4. 導入時の検討手順
5. 導入時の準備活動
6. 目標の設定
7. リスク情報の内容と伝達手段の選定
8. PSAコミュニケーション計画の作成
9. リスク情報の作成
10. フィードバック
11. 表現方法と伝達方法の例

5. まとめ

本研究では、リスク情報に基づく安全管理を発電所に導入した場合を想定し、そのような場合における業務上のコミュニケーションの問題点に対してリスク情報をどのような形で表現し、発電所員に伝達するのが良いかというPSAコミュニケーションの適切な方法について基礎的な検討を行った。

すなわち、業務上のコミュニケーションにおいて、発電所員の職位、職務上の必要および、関心事に応じた情報を提供するため、リスク情報を基礎情報、詳細情報、業務情報に3分類することを提案した。

次に、業務中で行われる上申・調整・連絡等には、相手の関心事を頂上の情報とし、下層に関連するリスク情報を配置する階層的リスク情報サマリーを用いることを提案した。また、運転中保守(OLM)を対象に関連するリスク情報を試作した。

更に、発電所全体の安全意識・安全性の向上のために、機器の安全上の重要度を示す「リスクタグ」などを現場に表示することなどを提案した。

最後に、リスク情報に基づく安全管理を発電所に導入する際、PSAコミュニケーション計画を実体に即した方法に具体化するための検討手順を示したガイドラインを作成した。

米国においては、従来の決定論的な安全管理をより合理的にするために、リスク情報に基づく安全管理が検討・導入されつつある。我が国においても、いずれ同様の方向に向かう可能性があり、本研究の結果は、それが現実となった場合に、業務において行われるリスク情報に関するコミュニケーション方

法の検討のベースとして活用できるものとする。

謝辞

米国 T W W G 社 (Dr. Bley, Ms. Bowen, Mr. Wreathallの各氏) による米国ならびに欧州各国の原子力発電所の調査協力等の助力に感謝の意を表します。

文献

- (1) T.A.Thatcher, S.A.Atkinson, and S.A.Eide(Idaho National Engineering Lab. ID), "Communication of Advanced Test Reactor Probabilistic Risk Assessment Results", EGG-M—92265 (1992)
- (2) National Research Council, "Improving Risk Communication, Committee on Risk Perception and Communication", Washington, D.C.: National Academy Press, (1989)
- (3) National Research Council, "Understanding Risk, Informing Decisions in a Democratic Society" Washington, D.C.: National Academy Press, (1996)
- (4) R.E.Loefstedt., "Risk Communication: The Barsebaeck Nuclear Plant Case", Energy Policy., Vol.24, No.8, pp.689-696 (1996)
- (5) D.C.Bley, S. Kojima, J. Wreathall., "Facilitating Technical Risk Communication Among Non-specialists", Proc. PSA'99, Washington D.C., pp.913-920 (1999)