

新しい原子力発電施設の検査制度が10月からスタートする。原子力発電所は新設が思うように進まないなかで、“保全・維持の時代”に入るが、新しい規制の制度設計により、事業者における品質保証、保守管理体制はスパイラル的に自己強化されることになる。とはいえ、東電不祥事

端を発して高まった立地地域における不信感は、いまだ衰えそうにないのが実情だ。

そこで「人々に安心してもらえるメンテナンスとはどうあるべきか」をテーマに話し合った。



## 新しい原子力発電施設の検査制度がスタート

# 人々に安心してもらえるメンテナンスとは

品質保証、保守管理ルールと  
運転実績、検査結果の透明化がカギ

— 10月から新しい原子力発電施設の検査制度(98頁参照)がスタートします。しかし、福島、新潟をみると、国が安全宣言を出しても、すぐには運転を再開させてもらえない状況にあります。人々に安心してもらえるメンテナンスをどのように実現させるかは大きな課題といえるでしょう。そこで今回は、人々に安心してもらえる、人々から見えるメンテナンスについて話し合ってみたいと思います。まず、最初に梶田課長から、そうした視点を踏まえ、新しい検査制度をスタートさせるにあたってのお考えを聞かせてください。

梶田 原子力を推進するか、廃止するかという政策論は選択の問題なので、賛成する人もいれば必ず反対する人もいます。一方、組織論にしてもどれが正解というものではなくて、いろいろやりながら、よりよい組織へと変えていくしかない。これに対して、原子力の安全というものは、ふらふらしてはいけません。データや事実に基づいて、客観的に判断できるシステムというか、制度でなくてはいいけないが、

これと安心の問題は分けて考えるべきだと思う。私は、安心の問題というのも、絶対安全がないことからわかるように、全員が納得するような答えはないと考えている。逆に、みんなが安心することを目的にした安全



梶田氏

確認のための制度を作ろうとしたら、どこかに無理が生じかねない。守れないような制度を作り出してしまうことのほうが、むしろ心配だ。

それでは、新しい検査制度ではこの問題をどう扱おうとしているのかという点であるが、結論から先に申し上げれば、制度の枠組みの徹底的な透明化ということしかないだろうと思っている。今の段階では定量的に表せないのは残念だが、人それぞれが持っている安心のレベル、つまり、どれぐらいの事故確率であれば納得できるかというものは、人それぞ

座談会出席者

梶田 直揮氏	(原子力安全・保安院原子力発電検査課長)
尾本 彰氏	(東京電力原子力技術部長兼技術開発本部副本部長)
辻倉 米蔵氏	(関西電力取締役原子力事業本部副事業本部長)
林 勉氏	(エネルギー問題に発言する会幹事、元日立製作所理事 原子力事業部長)
四道 広氏	(旭エンジニアリング取締役プラントライフ事業部長)
富士 彰夫氏	(石川島播磨重工業基盤技術研究所構造研究部長)
松田 博行氏	(千代田アドバンスト・ソリューションズ事業副統括 兼PLECユニットマネージャー)
今中 拓一氏	(徳島大学非常勤講師、元非破壊検査常任技術顧問)
司会	山名 康裕 (月刊エネルギー編集長)

れに違いがあると思う。人それぞれに受け止め方が違う以上、全員を納得させることはできないにしても、それぞれの人が危険性を評価するための材料を私ども規制当局は、ちゃんと提供しなければならないと思うし、事業者もそうであるべきだと思う。つまり、原子力の安全を守るために事業者が採用しているシステムとこれを確認する国の審査・検査制度、この両方のシステムというルールを明確にすること、その結果としての運転成績とか検査結果も公表していくことが大事であって、その結果、一般のみなさんが得心されるかどうかは、われわれとして強制することができないので、当然違いが出てくる。人によってはまだ不安だという意見があっても仕方ない問題だ。そういう意味で、透明な安全行政、規制行政、あるいは事業者の安全確保活動をより確かなものとするために、品質保証、保守管理のルールが非常に重要であり、このルールをきちっと整備することが今後の検査制度のひとつの柱になっている。

もうひとつの柱は、確率論的安全評価の導入だが、これはもうちょっとデータの積み上げをしないとイケない。私どもも事業者もデータの蓄積がまだ不十分なので、10月から導入できないが、今後、みなさんに安心してもらうためには努力しなければならない分野だと思っている。

プラントメンテナンスについては、原子力の運転を開始してからもう30年経ち、いまや運転の時代などと言われ、非常に重要なのですが、そのためには、もっとメンテナンスの哲学、基本的なメンテナンサーールをどうしていくのかをきちっとしなければならない。いま、私どもが採用している検査、点検の方法は、「時間計画保全」と「日常保全」だけであり、「状態監視保全」なり、「事後保全」なり、本来、点検、補修の中で組み合わせて使うべきツールを十分に使

いこなしていないというのが現状である。今後は、どういう機器に対して、どういう点検頻度を当てはめるか、その結果出てきた傷などをどう評価するのか、評価した結果どのように補修、修理するのかというメンテナンスの方法について、いろいろなオプションをあらかじめ用意しておき、事業者が最適な組合せを選択できるようにしたほうがいいと思う。例えば、補修方法も最近では、シュラウド

や再循環系配管など、問題になった部分については、補修方法についていろいろ議論がなされ、工法がリストアップされるようになってきた。そういうことをあらゆるパーツについて評価し、いろんな工法の品揃えをして、それを事業者が自由に組み合わせて管理、維持していくことができるような仕組みにしていかなければならない。その一部分として、容器や配管についての検査方法や評価方法を規定する維持基準が整備されつつあるわけだが、ほかにもポンプとか電気計器とかいろいろな設備で発電所が構成されているわけで、まだまだ全体としてのメンテナンサーールは整備しきれておらず、10月以降も継続してルール整備に取り組んでいくことが必要だ。

どんどん民間規格を採用し  
多様な保全方式の適用を可能にしたい

—10月から新しい検査制度がスタートするとはいえ、ルールづくりはこれからも順次行われるわけですね。

梶田 いろいろな規制の基準、検査の方法、メンテナンス、補修の方法などの規格基準として、どんどん民間規格を使っていきたい。早めはやめに学協会規格を評価して、きちっと国としてオーソライズして、現場で利用可能な状態にしていきたい。決して維持基準だけで十分だとは思っていない。全体のルールを早く整備し、また積極的に更新していくことが必要だ。10月に新検査制度がスタートするとはいっても、本当にこれは第一歩であって、国としても継続的な制度の改善、更新が必要だ。一方、事業者の活動としては、保守管理だけでなく、運転あるいは燃料管理、防災、いろいろな業務活動があるわけで、それぞれすべてについて、いわゆる“PDCA”がちゃんと回っているか、いいかえれば、“計画を

立てて、実施し、問題をチェックし、記録に残して改善”につなげているかということ。私としては、事業者がこういった品質保証活動をきちっと行っているかを監査して見ていくことに重点を置き、個々の設備の性能がどうのこうのという検査を減らしていきたいと思っている。この点は大事なので、もう少し、補足させてもらおうと、これからの時代は、メンテナンス、維持の時代だということで、さきにも言ったように時間計画保全だけではなく、もっと多様な保守管理方式が適用できるようにしていきたい。原子力発電所を構成しているあらゆる設備の保守管理ルールをきちっと作り上げることで、定期検査をぐっと縮小し、ゆくゆくはやめる方向にもっていききたい。当然、設備には安全上の重要度に違いがある。このため、重要なところは定期検査で国が見るといのは、一見合理性がありそうな説明だが、別に重要度が低いところであっても、それはそれに応じた確認行為が必要なわけで、国の検査はどういう名前でもいいが一元化し、その一本化した制度のもとで国は重要度に応じた頻度で、つまり、重要度が高いところは高いところなりに、低いところはそれに応じた検査や記録の確認の仕方をしていくべきだと思う。今後、定期検査、保安検査、定期安全管理審査を行っていくことになるが、私としてはこういう考え方で検査制度全体を見直していきたいと考えている。そのうえで、もっと将来的には、個々のプラント、個々の機器ごとの実績に応じた検査、点検の方向に持っていきたいと思っているが、そこへいくまでには、相当時間がかかると思う。定量的なリスクについての国民の皆さんの理解、いいかえると、まあこのぐらいのリスクだったら受け入れようか、といったような、安全と安心の議論がかみ合ってくるレベルになれば、実現できると思う。そういう方向を目指して取り組んでいきたい。

### 技術的安全と信頼性向上への 取り組み姿勢を通して人々の安心を

—梶田課長によれば、検査制度はまだまだ整備途上ということですが、新しい検査制度の枠組み、ルールといったものが国民に理解され、その運用状況が透明化されれば、安全確保の状況が見え、安心につながっていくのではないかという気がします。ところで、尾本さんは、電力会社として、安心してもらえるメンテナンスというものについて、どのよう

に考えておられますか。

尾本 保全というものは、安全を確保しつつ供給信頼度を確保するためにやっており、そうした取り組みの姿勢を通して安心してもらうのがまずは重要と考えている。そういう観点で取り組み状況をまずお話ししたい。



尾本氏

当社は不正事件が起きる前から全社的な保全革新活動に取り組んでおり、原子力では保全の近代化を進めている。保全近代化グループというものを私の部に設けて活動を始めており、その活動の一部が安心にもつながっていくというふうに考えている。

まず保全近代化の名のもとに、どういうことをやっているかという点、一つ日は、技術の進歩と経験の蓄積をベースに、従来、機器ごとに決められた時間頻度でやっていたものを状態監視保全が適用できる場所は適用しようとか、あるいは、故障モードや影響度を考慮し、いわゆる信頼性重視保全(RCM)といったものを使っていくとか、先ほど梶田さんがおっしゃったような手法の近代化は、ひとつの重要な柱であり、これが保全近代化の中核となっている。

二つ日はリスク情報の活用である。従来、リスク情報は、設計とか事故管理という点で重視されていたが、保全にもリスク情報というものをうまく活用していくことは、安全を考えたリソースの効率的な配分と計器飛行ということにつながっている。

三つ日は、ITの活用である。単に業務処理を機械化するというだけではなく、これまで、われわれがやっている業務プロセスをもう一回見直すところからスタートしている。業務プロセスの問題点の一つは、修理に責任と権限が集中しすぎているということ。工程も安全管理も検査結果のレビューも、それをどうフィードバックするかといったことも、ある機器あるいはシステムの担当者が全部考えてやらなくてはならない。もっとプロセス別に分けていく必要がある。保全の仕事を計画的にどうやるか、システム安全をどうチェックするか、それから検査して結果を評価して将来にフィードバックする、それぞ

れのプロセスをできるだけ独立させてやっていく、そのように業務プロセスをもう一回見直して、その流れを計算機ベースでやっていく、そうすることで情報の共有化も図れるし、意思決定プロセスも明確になり、検査結果も透明性を増す。IT化は、従来われわれの原子力部門は、どちらかという他部門よりも遅れていたと思われる。計算機ソフトとしては、アメリカで使われている原子力用のソフトウェアを日本で使えるように作業をしており、一部は今秋から稼動し、二年後には全部のプラントで適用できるよう取り組んでいる。

四つ目の点は、技術的なところでなく、保修部門における下請けの多重構造の中で情報伝達が効率的でないとか、あるいは誰が付加価値をつけているのかが明確でない点で、この部分を変えていく必要がある。地元からは、検査を平準化してほしい、年間を通じて仕事があるようにしてほしいという要望がある。アメリカなどではオンラインメンテナンスによりリスク情報を活用しリスクを管理しながら平準化を図り、全体としても効率的な運用がされている。

五番目は、われわれがどんな考えでやっているかという基準を明確にすることである。いま、電気協会で保守規格を作っている。われわれがどういう考えのもとに何をよしとしてやっているのか、要するにプラントの保全をやるときにどういう考え方でやっているのか、透明性を持たせていくことだ。維持基準も同様である。

六番目は、保全に関わる人の資格、訓練をきちっとやっていくことだ。

だいたい、こういったことを保全近代化の活動にしている。その中で人々の安心にどこでつながるのかという点、技術論ではあるが、信頼性重視とリスク情報の活用を通じた技術的安全と信頼性向上の姿勢というところでつながると思う。

さらに、一般の人の安心にとって、いま挙げた6つの要素の中に重要な点が2つあると思っている。

一つはITの活用、これによって意思決定プロセス、検査結果、情報の共有といったことが少なくとも所内、あるいは協力企業と同じぐらい明確になり、たとえば検査結果を発電所に常駐している検査官、あるいは地域の代表の方に見ていただく、そういうことを通じてわれわれのやっていることをありのまま示して、安心してもらうといったことがあると思う。

もうひとつは、まさに基準の明確化ということを行ったが、どういう基準を使ってやっているのか、

われわれは安全裕度をこんなふう考えて管理しているとか、どんな基準を使ってやっているとか、どんな業務プロセスでやっているとか、自分たちの準拠している考え方や基準をはっきり示す。ブラックボックスの中でやった結果だけを示すのではなくて、プロセスとか、やっている姿、使っている基準、こういったものを示していく。この二つが重要です。これまでは、ITの活用、基準の明確化という点で努力が不足していたと思っており、素直に反省して一生懸命やっている。

### 総合保全システムの運用など 実態をできるだけ正確にわかりやすく

— 東京電力と共通するところも多いと思いますが、関西電力の辻倉さんはどう考えられますか。

辻倉 同じことを繰り返すかもしれないが、私なりに今のことを整理して二つのことを申し上げたい。ひとつは、メンテナンスをちゃんとやることは、技術的安全をきっちり確保することであり、これについて



辻倉氏

は、ずいぶん力を入れて取り組んでいる。

もうひとつは、安心を地域の方々との接点で考えると、原子力の建設が始まったころは、地元の方々から「本当に安全なのか」と聞かれて、「安全です」という答え方をしてきた。「放射能は漏れないのか」という問いに対しても、当時は「漏れません」と答えてきた。しかし、いくつもの事故を経て、「漏れるけれども、これこれこういうことですから大丈夫なのです」という形で説明するようになり、最近では「が心損傷の確率を計算すると、こういう結果になりますが十分低いでしょう」というところまで来た。

わかりやすい言葉で、しかも、ひと言ですませたころに比べると、実態をできるだけ正確にわかりやすく、みなさんに説明するプロセスを踏むようになってきた。そういうアナロジーでメンテナンスの世界を見てみると、以前は「1年に1回しっかり定期検査やっているから大丈夫です」という切り口

での対応だったと思う。「どうしてプラントは信頼度の高い運転ができるのか」という問に対して、われわれは努力してきた具体的な内容を説明してこなかったのではないと思う。安全のアナロジーで考えてみると、やはりそういう紋切り型の言葉で説明するのではなくて、プラントというのは、このようにできていて、私どもはこういう考え方で、こういうふうにメンテナンスをやっている。モノによってはこのように修理をしている。プラントはこういう形で維持しているから安心してください、というように細部まで踏み込み、納得していただく。つまり、プラントのメンテナンス、仕組みが、どのようにきっちり構築されているかということ、つまびらかにしていくことが重要だ。ただ、メンテナンスについての広報ツールがあまりないので、どうしても作業実態を知っていただくという形での情報発信が中心になる。具体的には、定期検査をやっているときに、地域の町長さんや関心のある方にプラントの中に入っていただいて、ここではこういうことをやっているということを知っていただく。また、ローカルには、テレビで定検状況を適時放送させていただき、現在の発電所の状況についての情報を共有していただく。そういう取り組みが、みなさんの安心につながるかと考えている。

しかし、そういうことをやっとうとすると、発電所の品質管理体制がきっちりできていないと実施できない。私どものこれまでの努力というのは、そういう体制づくりにあったといえる。私なりに経時的に整理してみると、昭和45年にプラントの商業化が始まったが、そのころから初期故障で相当苦労した。設計段階で織り込めなかったとか、あるいは設計段階で織り込んだけれども技術的には思いが至らなくて結局初期故障として出てきたものなど、そういった初期故障の対応で30年間努力をしてきたといってもいい。それは運転成績の中に顕著に表れていて、当初は50%を割っていた設備利用率は、次に70%ぐらいで推移するようになり、平成9年ごろからは、わが社の場合80%を超える利用率で運転できるようになった。30年を経て、設計段階で思いの至らなかったものを一通り解決することができたと思っている。

数年前から始まった国との仕組みの中で、プラントライフマネジメント(PLM)を運用している。初期故障をようやく解決し、将来に向けてそこで得た知見をどのようにプラントの維持管理に適用してい

くかということからスタートしたプロジェクトだ。ここで私たちが手がけたのは、プラントをパーツレベルまでバラバラにして、各パーツの損傷モードを全部洗い出し、パーツレベルでどう管理していくかということで、管理プログラムとしてまとめ直したのが、私たちのプラントライフマネジメントである。私どもは、総合保全システムという大規模なプラント管理のプログラムを自前で開発し、今年4月から本格稼働させている。あらゆるパーツのあらゆる損傷モードが全部登録してあり、パーツごとに傾向管理ができるようになっている。このようにプラント全体の信頼性を確保するという取り組みはかなり成熟してきており、こうした取り組みを地元の人々に見ていただく、そうした活動が安心につながると思っている。

#### メンテナンスの内容を情報発信し理解してもらうという努力が必要だ

—辻倉さんがおっしゃったように、ひとむかしまえの電力会社のパンフレットは、まさに紋切り型であって、「入念な検査をしているから安全です」ということですませてきた。だから国民は、検査というと、毎回、発電所まるごと入念に行っていると思っていたのではないのでしょうか。何年かに1回しか検査していない部位もある、ということすら知られていなかった。また、部位によっては検査をせずにブレークダウンしてから修理すればいいところもあるのだが、そういったメンテナンスの中身が国民から見えない。そこをなんとかしないといけない。

辻倉 地域によって違うかもしれないが、30年間、立地地域のなかにプラントがあって運転してきた重みと、私どもの積極的な情報公開によって、いまや一次系のトラブルも二次系のトラブル、さらには防災も含めて、行政庁へは頻りに情報発信をしている。その内容そのものがマスコミへ届くわけではないけれども、そういう取り組みが見えているので、たとえば、PWRだと二次系のトラブルは、ほとんど新聞沙汰にはならなくなった。それぐらいの成熟度はあるのかなと思っている。具体的な内容を情報発信して、より理解していただく、そういう段階ではないかと思う。

尾本 基準が認知されていないということについては、先ほどもちょっと言ったが、現在、電気協会が保守管理規定を作っていて、そのなかに、スタン

ダードな時間ベースの補修では、機器ごとに重要度、保全のやり方、頻度などを明示しており、一般の人にも見てもらえる。個別には、状態監視保全をどこそこに使おうとか、自分たちで抽出したプラントごとの故障モードの解析に従って行う場合などは、個々のプラントの個性など細かいことがいろいろあるが、基本的には透明性を持たせることにしている。

### 国の検査結果の即日公開を



林氏

林 一般の人たちは原子力に対して不信を持っている。その不信の背景にあるのは、もんだいのトラブルや今回の東電問題でみられた情報隠しや虚偽の報告などだと思う。したがって、規制側なり電力側が、これ

だけやっておりますとか、今度はこういう形で規制を強化したので問題が起こらないようになります、と言っても、その裏側で、協議とか情報隠しが行われているのではないかと不信があることが安心に結びついていないのではないかと考えている。要するに信用されていない。人々に安心していただけるよう、今後どのように修復していくかは、大変難しいことだと思うが、ひとつは、極力情報開示することによって透明性を高めることだろう。さきほど辻倉さんがおっしゃったように、いろいろな情報を出すようになってきたら、二次系については、とくに問題にされなくなってきたということだが、それもひとつの顕著な効果だと思う。

私が思うのは、ひとつに国の検査において、検査結果の情報をどういうタイミングで公表するかがポイントだと思う。半年とか一年もあとに出るようではその間にいろんな操作が加わるかもしれないし、情報そのものの信頼度が失われることもある。いちばんいいと思うのは、検査官が検査したら即日、結果を公開することだ。また、検査官は検査中に必ず指導をするが、その指導は必ずしも法律に則っていないから、検査官の個人的な恣意によって決まるところがかなりあって、それによって検査期間がさら

に伸びるというような問題につながることもある。指導事項を公表すると、検査官自身、そんな無茶な、不合理な指導は行えなくなり、よりよい結果になっていくと思う。

また、梶田さんのお話にもあったように、電力業界として、いろんなメンテナンスのインディケーター的なものにトライしていこうというのは大変結構なことだと思うが、やはりそれも公表すべきだと思う。個々のプラントについてパフォーマンスインディケーターでプラントの優劣を評価していくわけだが、このプラントはここが悪いということも含めてきちんと事前に公表すべきだと思う。そのかわり、ここはこういう問題を抱えているけれども、これについてはこういう考え方でこうやっているという形で報告すべきだろう。これまでの報告は、ちゃんとやりました、結果オーケーです、といったように、いいことしか報告していない。それでは信用されない。信用されるための取り組みというものをもっと考えていかなければならない。

### デイリーレポートをめざしたい

— いまの話は、一つは検査官が検査したら、その日のうちに結果を公表すべきだということですが、実現の可能性はありますか。

梶田 保安部会で議論していただいた際にも、委員から検査はデイリーレポートとしてまとめて公開すべきだというご指摘をいただいております。私はおっしゃるとおりだと思っている。ご存知のとおり、米国の原子力規制委員会(NRC)は、常駐の検査官が検査して、誰とどう議論したかということも公開している。われわれも事業者、国民のみなさんに対して、中立を維持する上では、毎日何をしたかということを開示していくことが、われわれの役目を果たす上でふさわしいことだと思っている。ご指摘のとおり、そうすれば、もし検査官が誤った指導をしても、それが公開されることで、訂正する方向の作用が働くことが期待できる。現在、検査官は100人ぐらいいるが、一部にとまどき言い過ぎなどがあるというご批判をいただくことがある。事実なら、そういうところは直していきたい。それを直すためには、まず保守管理のために事業者が発電所のメンテナンス哲学、メンテナンスルールを作ろうとしているように、われわれにも検査の基本的マニュアルがあり、それをもとに定期検査マニュアルや保安検

育マニュアルといった二次、三次の検査要領書があって検査をやっていくべきなのだが、正直申し上げて、その整備が十分できていないため、いま、そこからやろうとしている。われわれ規制当局を縛るルールもあって、それに則って検査をし、その結果をNRCのように公開するような取り組みを行いたい。まずはツールを作り、研修も行き、そうした過程を経た上で、きちっとデイリーで公開できるようなところへ持っていくのが私の目標だ。それじゃ、それまで何もしないのかということそんなことはなくて、いまは定期検査、使用前検査、保安検査は、四半期ごとに安全委員会に報告し、公開することになっているが、その際、従来だと結果良しとか報告書に書かなかったのだが、現在は検査で気づいたことはちゃんと記載して公表するようにしている。

### 国、事業者の双方がPDCAを回して 原子力安全システムの水準を向上

新しい制度では、事業者がPDCAが回るような品質管理と保守管理のシステムをつくりなさいということですが、国としても検査の質の向上や検査員のレベリングを図るためにもマネジメントシステム化が必要ではないでしょうか。

梶田 それは絶対に不可欠だと思う。新しい検査の枠組みのイメージ図(100頁参照)をみていただくとお分かりいただけるように、検査制度は、最後は国も含めて透明にしていく。国の検査結果をちゃんと評価して次の検査に生かしていくわけだが、いいことだけ生かすのではなくて、われわれの検査が悪ければ指摘をしていただいて直していく。国と事業者全部を含めてPDCAが回らないことには原子力を支える日本全体の原子力安全システムの水準が上がってこないのだから、われわれ規制当局もこの国全体の安全システムからはずれている、システムの外側に位置しているとは思っていない。だからこそ、事業者の皆さんに品質保証文書体系、一次文書、二次文書をきちっと作ってください、責任関係をはっきりとさせてくださいと品質保証要求事項で要求しているが、それと同じように、われわれ自身の品質保証もやらなければいけないことだと思っているので、先ほど申しあげた検査のためのマニュアル文書体系もわれわれの内部文書として、きちっと作らなければならないし、それもオープンにしないといけない文書だと思っている。

### 制度、ルールを透明にして 国民に理解してもらう

—国が検査のためのマニュアル文書体系やマニュアル文書を公開すると、事業者側も要求事項とか評価の観点などがわかるため、取り組みやすくなる。相互にメリットが出てくると思われま。

梶田 先ほど尾本さんがいわれたように、電気協会がメンテナンスルールに関する民間規格を作っているが、規制当局、事業者ともに、これができるいい方向へ進んでいくと期待している。しかし、やはり一般の人からは相変わらずメンテナンスとは、なんなのかがわからない。先ほどから出ているように、国が定期検査できちっと見ている。たとえば、すべての設備をちゃんと13ヶ月ごとに点検しているというふうに思っておられる方がほとんどですから、最近私が、あちこちで、バウンダリーの配管では10年間で25パーセントしか検査していないとか、検査しても傷の大きさが一定の長さ以下だったら合格にしているという話をすると、みなさんもう凍りついたようになって、そんなひびがあるのに国は合格と見なしてきたのか、いつからそんなふうに制度を変えたのか、という質問が飛んでくる。そこで、30年ずっとそのままですよ、と言うと、えっ、なんでそんなことを隠していたのか、といった感じと言われる。事業者だけでなく、われわれ自身がわれわれの制度に対して理解してもらうための努力を十分してこなかったと感じている。規制当局の制度、ルールを透明にして、事業者だけでなく、一般のみなさんにもできるだけ理解してもらうように努力することが、事業者の安全確保活動をしやすくすることは間違いない。

### 人々に安心してもらうためにはリスク 評価が必要だ

—これまで、国、電力から主として聞いてきましたが、メンテナンス専門の立場からいかがですか。

富士 ききほど言われたように、検査をしたから100%安心というわけでないことは、もう一般的に知れわたっているし、検査による検出確率や検査の効果はどのぐらいのものかもわかっている。それを包括するのは、リスク評価であると思う。ところが、定量的なリスク評価ということになると、非常に難しく、とくに一般の方には理解しにくいと思う。



富士氏

これを理解してもらうためには、きちっとしたリスク評価をどうやるか、そのためにリスク基準を明確にして共通のコンセンサスに基づき共有化できる基準が必要だと思う。

アメリカでは石油学会、ASME

(機械学会)ともに、規格を出すのに15年、20年もかかっている。どんなデータを集めてその中でどうしていくかという話であり、私どもも99年にイギリスのコンサルティング会社と一緒にリスクベースメンテナンスを始め、現在、火力や自家発電、当社の事業用に適用しているが、リスク評価がきちっとできれば、たぶんよく理解してもらえと思う。

リスクというのは非常に概念的で、10のマイナス3乗とかで表すことだけでは、理解してもらえないと思っており、大事なのは現場の声だ。要するに、運転をする人、保全をする人といった現場の人の声をどうのように評価して入れ込むかということであり、技術的な計算だけでは足りないと思う。あるプラント機器においては、結局、検査とか設計製造とか、運転とか、すべてに関係する昔からの経験をうまく取り入れたものでないとリスク評価というのは理解してもらえない。定量的なリスク評価でリスク量を持たせるといっても、たぶん一般の人々にはなかなか受け入れてもらえないので、それをきちっと規準化する。共通認識を持つような規準を作る必要がある。検査だけで安心だといっても、なかなか理解してもらおうのが大変で、これからは、リスク評価を専門体系として、きちっと取り組むことが必要である。

**寿命予測の方法とそれに沿った技術開発が必要だ**

今中 確率論的安全評価は、安全性の一つのよりどころとなるが、この種の技術はその評価精度ももちろん重要だが、大事なのは、例えば原子炉压力容器の破壊確率が10のマイナス何乗といった相対的概念を、一般の人がどこまで理解し安全だと認識して、安心してくれるかということだ。たまたま故障して

しまった設備は、その確率がいかに小さなものであっても、もはや意味がなく、説得力を持たないと思う。

設備管理における信頼性確保の方法として、故障物理は無視できないと思う。すべての故障は物理学的機



今中氏

構によって生起されると考えられるため、それが起こったときの結果影響を議論する前に、その機構の解明と損傷の予兆的的確な把握が重要だ。

すべての劣化・損傷現象は、時間とともに進行するので、たとえ突発的な故障であっても、その進行を反映する属性を観察していたら経年変化としてとらえることができるはずだ。いま、どういう状態に構造材料や部位があるのかということを知ることが、非常に重要である。設備管理の本質は、寿命予測に尽きると思うので、それを具体的に達成するための方法論と、それに沿った技術の開発が必要だ。

**余寿命を正確に予測する方が日本人の特質に合っている**

松田 日本人というのはもともと絶対安全というものを求める人種であり、リスクという概念は、いちばん日本人の受け入れにくい考え方である。リスクというのは必ず起こるということを前提にしているので、10回に1回起こるといって、人はかなりの頻度で起こると言う。しかし、何らかの対策を講じて1万回に1回になったとしても、やはり起こるのですねと言われる。さきほど堀田さんがおっしゃったように許容できるリスクのレベルに個人差があるため、万人を同じレベルで納得させるのは難しい。そういう日本人の特質を考えると、その原点となる寿命というものをどのように予測していくかを考えることも必要である。要するに寿命の予測をすれば、たとえば1年間に点検を1回する、1年おきにする、だけど向こう1年間は絶対に壊れませんということができればかなり安心感は増していく。日本人の特質に合わせていこうとすると、まずは余寿命を正確に予測する技術、それと合わせて、本当にそういう



松田氏

ことがまちがいなく達成できるかというフィードバックが必要である。リスクの場合だと、結局それが起こっても、成功、失敗がない、起こったというだけだが、2年間もつといたものが1年しかもたなければ明らかに技術的な課題があって、解決すべき要素というものがある。先ほど辻倉さんがおっしゃったような、いろいろな機器の故障や損傷というものを部品レベルにまで落として、それぞれに対して管理要領、余寿命を予測していく。これはある意味では、東工大名誉教授の大島先生がおっしゃっている故障物理/LEAFという方法とほぼ同じ方法であり、私どもも、プロセスプラントを対象にやらせていただいている。この実施に際しては、非常に地道で膨大な作業が必要となり、確実に達成するにはそういうものに取り組もうという企業のトップのはっきりした意志が重要になってくると思う。そういう意味で、関西電力の取り組みは、単なるリスクの評価だけでなく、本質的に皆さんの安全を確保するという意味でフィットする方法ではないかと思う。

### パーツごとに余寿命予測を把握することが基本

辻倉 いまおっしゃっていただいた、パーツレベルでの特質からくる余寿命を把握しておくことは、ベースだと思う。目の前の機器が機能を失うか、失わないか、これをどうするかというコンポーネントワイズの管理が、メンテナンス担当者の最大の課題ですから、それは非常に大事なことです。一方、プラントという形でとらえたときに、原子力安全の物差しで見て、このコンポーネントがシステムの中で、どういう位置づけにあるのかといったことが、次に重みを持ってくるわけです。この観点から、リスクの概念を活用していくことが有用となってくる。いままで安心損傷確率というものを計算して発表して

きた。これはひとつのプラントのバロメータとして、出しているわけだが、絶対値を使うというよりも、それがもたらしたリスク情報を活用して、どの資源をどこに重点配分するかとか、どこにどれだけ注意力を持っていくかとか、そういう形で活用をしてきている。リスクの絶対値で、いいとか悪いとかいう議論までいければ、さきほどの素晴らしい世界にいくわけだが、そこまでいなくても、そういうような情報を活用したメンテナンスをやることは資源の配分の最適化を図るうえで大事なことだと思っている。そういった概念をどんどん取り入れ、そういう形でカルチャーができてくれば自ずとリスク概念の体系ができると思う。

松田 ちょっと見方を変えると、会社の経営とリスクマネジメントは本質的に同じだから、会社の存続を守るためにはある意味でリスク管理というのは不可欠である。いまおっしゃったように、リソースを管理するとか、そういう最適なものを作っていくという過程の中には、リスクという考えは当然必要である。しかし、そうかと言って、現場サイドの保全だとか、運転が本当にリスクベースでできるかというところ、これはやはり非常に難しいところがあって、やはり、物を壊さない、トラブルを起こさない、事故を起こさない、これがマンドトリー（Mandatory）の要求で、10回に1回起こってもいいよ、ということはありません。こういうギャップをどこで埋めていくかが課題だろう。

### 状態監視保全体制の早期確立を

四道 私は原子力を含めて電力会社にそれほど関わっているわけではないが、おそらく皆さんが知らない世界でいろんなことをやっていると思う。私は化学会社だが、高圧ガス保安法というのは自己インセンティブで、できあがっている。われわれは爆発火災を伴うような業種の中で育っているわけだが、そういう自己インセンティブというものが基本的なわれわれの概念である。それに対して、原子力、電力というのは自己インセンティブなのかどうか。要するに誰が責任をもっているかということである。それと、安心される、されないというのは、実は社会学の世界である。社会学の世界で技術の世界の人が話をしても通じない。われわれも事故を起こしたりするが、そういう時の対応、リスクマネジメントが問われる。だから、どんなことを言っても事故を



四道氏

起こしたら終わりで、事故を起こさないというのが絶対条件だ。日常はもちろん、とくに事故を起こしたときに情報開示をいかに速やかに行うかが信頼につながると思う。そういうことを、昨年私どもは延岡で経験した。事故の直後

に社長がとんでいって速やかに説明したということによって評価された。そういう社会的なことを早く確立すべきだと思っている。

ところで故障はどこで起こるか、タイムベースで保全をやったから起こらないというわけではない。むしろ、タイムベースでやることによって故障が起こることもある。現場の事情に基づいた状態監視保全の体制を早く確立すべきだと思う。

### 電力でも状態監視保全が導入されつつある

原子力はこれまで主としてタイムベースで保全をやってきた。状態監視保全にもっと取り組むべきではないかとの指摘ですが。

尾本 たえば、廃棄物処理系のポンプについては、状態監視保全を積極的に使っていこうとしている。技術の進歩に合わせ、実績を積み上げて採用することにしており、時間計画保全か状態監視保全かを一律に決めているわけではない。

時間計画保全は、入り口の初期的なもので、もっと技術が進歩していけば状態監視保全でよいということになってくると思う。当社においても、状態監視保全を実際に適用してデータを取るとか、それからプラントごとに保全データをデータベース化しつつある。これを行っているのは発電所の現場だ。IT化のなかで階層構造というものを崩していきたいと思っている。情報が何段階もの階層を経て流れるのではなくて、現在は、実際に手を下している人が検査結果を入力するなど、付加価値を付ける人が明確になる。これらの検討は現場密着型でやっている。しかし、自己満足しているわけではなくて、他の産

業からどう見えるかを十分聞きながらやっていく必要がある。

### 国のルールとは別に状態監視で積極的に予兆をつかまえる

辻倉 私どもの対応はきわめて多面的だが、いずれにせよ、いかに失敗をやらないようにやるかということが現場第一線の最大の任務だと考えている。

コンディションモニタリングは、私どももずいぶん入れている。問題は国の枠組みの中で分解点検するものが決められているので、その枠組みの中でどれだけリスク管理するかという観点から、そういうものを取り入れられるかということ。それから、国のルールとは関係なく、私どもがコンディションモニタリングする対象は、必ずしもコンポーネントのポンプとかバルブとかに限らない。いちばん気を揉んでいるのは、非常に長い配管、それも溶接線が長いものだ。どこでどう損傷するか、スタティックな機器だから、ふつうはなかなか気が及ばない。さきほどいったように、いろんなことを勉強してくると、いろんな損傷モードがあって、それをどう問題にするかが非常に大事な仕事となる。たとえば、温度変化の揺らぎによる疲労のようなものは、設計の段階では配管の中に当然ないし、システムとして初めて出てくる概念だ。そういったものについてどう考えるかは、メンテナンスの世界で初めて出てきた概念である。そういったものについて、温度の揺らぎを監視するというような観点からのモニタリングがある。

また、軸振動みたいなものは、これは汎用技術で軸振動を測り、そのモード変化からベアリングの傷を見つけるといことは、技術がわりあい確立されてきており、3分の1ぐらいの機器について実施している。これは何年かに1回の分解点検に加えて、われわれが独自で予兆をつかまえるために実施しているものだ。

### マスコミと地元とのあいだに温度差？

東電の保全近代化への取り組みとか、関西電力の総合保全システムなどは、もっと情報発信して、社会にそうした取り組みを知ってもらわなければならないですね。

四道 そもそもマスコミの反応と地元の人の反応と

は違うのではないか。実際は地元の人そんなに危機を感じてない場合が多いのではないかと思う。マスコミの方が過剰に反応していることはないだろうか。

辻倉 私どもの例で言うと、それは大いにある。30年の重みというのは結構大きくて、地元の方は、生まれたときからそこにプラントがある。町のかなりの人もそこに勤めている。発電所の中へ入って仕事をしているの、われわれよりもひょっとして現場の実態というものをよく知っている。そういう意味では、原子力発電所というものは、多層的な見方をされているように思える。しかし、マジョリティの目に付くのは、やはり新聞記事であり、議会の議論であり、テレビ放送なので、これらと地元の人たちとのあいだに温度差があるというのが問題だと思う。

林 地元の問題というと、二つの点があるのではないか。本当の地元は、いろいろな税金とかいろいろな地元に対する優遇策とか、地元に入ってくる直接的なメリットがあるということで、比較的受け入れに対して抵抗がないのではないかと思う。しかし、県レベルの話になると、今度は直接の利益が比較的小さい中で、逆にもし原子力発電所でトラブルが起これば、県レベルの人たちが被害を被るという不安感があり、それにマスコミが騒ぎ立て相乗化していく。県レベルの地元対策というのも重要であって、県レベルの人たちに安心を与えるにはどうしたらよいか、そういうことがいっそう求められると思う。

富士 いまヨーロッパのリスク評価のプロジェクトが進んでいるが、その中で、マスコミにどう対応するかなどによってどの程度リスクが上がるかとかということを真剣に議論している。

松田 食品産業関連で発生したトラブル・問題を通して、リスクに関して最近わかってきたことは、会社の名声失墜に関するリスクが会社存続に非常に大きいということである。トラブルや事故を起こしたとき、その直接的な損害でなく、ネガティブキャンペーンが起これば、名声が失墜しその会社が存続の危機に陥ることにつながってしまう。したがって、メンテナンス技術を向上させてより信頼性の高い設備管理を実施するとともに、メンテナンスとかそういうものを透明化させ、もしトラブルが起こったときに速やかに対応していく、そういうことが非常に重要になる。こういったことが、この2、3年で如実に日本の中で見えてきた。

四道 そのとおりだ。事故を起こして、まず言われるのは通報の遅れだ。一次判断を誰がするかがボ

イント。このため、当社では現場の人が直接消防署に連絡しなさいという決まりを作り、どんな些細なことでもすぐ消防署に通報することになっている。

辻倉 おっしゃるとおりだ。私どもは基本的には運転に関する情報発信は、プラントの停止まで含めて、当直課長が判断してよいという権限委譲がしてあるが、迷った場合には情報を出すというクライテリアで運用してきている。確におっしゃるとおり、どうしてこんなことまで言うのかと言われるぐらい情報を出してきているが、それが正解だなどという感じがしている。

### 「日本版NEI」が必要だ

—新しい検査制度の検討がスタートしたころは、国は事業者の品質保証システムのPDCAがしっかり回っているかどうかだけを監査するのだと思っていた。ところが逆に規制強化になったようだ。不祥事後の社会環境を考えれば当然とも思える。しかし、これまでにみなさんがひととおりの「情報公開が安心の源泉」という考え方からすると、マネジメントシステムは、外から見てもわかりやすいので、電力会社は自己責任において、PDCAをしっかり回すべきプラント保全全般のトータルマネジメントシステムの構築が望まれます。梶田課長が冒頭におっしゃったように、そういう時がくれば規制も大幅に緩和されることになるということでしょう。

林 そのためにも、ぜひ規制側と事業者との自由な対話ができるような場が必要だ。アメリカの例でいうと、電力会社やメーカーがみんな入った民間団体のNEI(原子力エネルギー協会)があり、そこをNRCがもう毎日のように打ち合わせをしている。つねに事業者の現場で問題になっていることをそこで話し合っている。もちろん規制は規制の立場があるが、現実を理解したうえで、では規制をこのようにつけよう、というようにする。そのときに、共通の視点として、設備利用率を高めることが国の利益になるという視点でやっている。そこらへんの枠組み、仕組みというものを取り込むべきだと思う。

—まだまだ話題は尽きませんが、今回はこのへんで終わらせていただきます。ありがとうございました。