

# 原子力発電設備の「新検査制度」 に関する論点評価

(改訂2版)



日本保全学会  
「原子力論点評価会議」

平成20年11月

# 目 次

第一章	はじめに	1
第二章	対象と目的と方法	2
2.1	評価の対象	2
2.2	評価の目的	2
2.3	評価の方法 - 原子力の保全論理 -	2
第三章	原子力安全に対する保全の役割	3
3.1	安全確保の基本	3
	基本的考え方	3
	保全業務の法的位置づけ	3
3.2	原子力の「安全論理」と「保全論理」	4
3.3	安全裕度とは	5
3.4	故障とは何か	5
	故障によるプラントの分類	5
	事故と故障の関係	6
	安全な故障と危険な故障	7
	故障の哲学的側面	7
	故障に対する感覚と現実のギャップ	8
3.5	故障に対する不安	8
	故障について説得できない科学・技術	8
	故障の実績	8
	固定化した故障観 空気の猛威	9
	空気に水を差す法	11
	さらなる安全性向上に向けた「新検査制度」	11
3.6	故障に対する安心の確保	12
	放射能はどこに存在するか	12
	故障の程度や放射能放出量に関する判断基準	12
第四章	原子力の保全論理	15
4.1	保全三原則	15
4.2	保全三原則の根拠	15
	(1)「第一原則」：解けない無限問題は解ける有限問題の和に落とし込んで解決する。	16
	問題の一般的解決策	16
	適用例	16
	絶対の排除	17
	「する」論理の実行	17
	保全における解ける問題・解けない問題	18
	(2)「第二原則」：「正しい保全」を的確に実施することにより故障の発生を最小化する。	18
	正しい保全の実現	18
	正しい保全とは	19
	第二原則の附則1：スパイラル改善効果（PDCAサイクルの適用）	20
	第二原則の附則2：点検間隔の保全依存性	20
	(3)「第三原則」：保全においては、安全性は経済性を抜きにしては成立しない。	20
	安全性あつての稼働率	20
	保全三原則の構造	21

<b>第五章 新検査制度の分析と評価</b> .....	<b>23</b>
5 . 1   新検査制度における保全思想の進展 .....	23
5 . 2   新しい保全方式の採用と保全パラメータの活用 .....	23
偶発故障 .....	23
原子炉停止間隔 .....	24
劣化メカニズムの傾向管理 .....	24
5 . 3   事業者の保全と規制の検査が運転期間を決める .....	24
保全と検査と運転の三位一体 .....	25
保全パラメータの活用 .....	25
5 . 4   高経年化対策の具体策 .....	26
60年運転の可能性 .....	26
高経年化炉の技術評価 .....	26
「技術基準」適合性 .....	27
5 . 5   新検査制度の包括的評価 .....	27
<b>第六章 今後の課題について</b> .....	<b>29</b>
6 . 1   規制当局もスパイラル改善行為の採用を .....	29
6 . 2   人類未踏の課題解決を .....	29
6 . 3   原子炉運転の再開と故障の原因究明の関係 .....	29
6 . 4   報道への期待 .....	30
6 . 5   まとめ .....	30
<b>第七章 論点に対する論点評価会議の評価のまとめ</b> .....	<b>32</b>
<b>第八章 アンケート結果</b> .....	<b>33</b>
(別添 - 1) 原子力論点評価会議 委員名簿 .....	38
(別添 - 2) 用語の説明 .....	39

## 第一章 はじめに

日本保全学会（以下、保全学会）は保全学分野の専門家の集団であり、保全活動の学術的体系化を計りつつ、学術講演会の開催、セミナーの実施、学会誌の発行などの学術活動を展開しています。これらの学術的成果に立脚した成果は学会貢献としてできるだけ広く社会に発信されるべきものと考えております。

それには、当面の重要な原子力の論点の中で保全学会として取り上げるのにふさわしい課題について検討を加え、その結果を保全学会の見解としてまとめ、適宜に公表することが望まれていると考えます。

それを具体化するため、保全学会・理事会の議を経て、原子力論点評価会議（以下、評価会議）を設置し、検討の場としました。評価会議の構成はこれまで多くの経験と実績を有する学識経験者（別添 - 1 参照）とし、取りあげられた原子力論点を専門家の観点から分析し、一般の理解が得やすいように専門家以外の方々の意見も取り入れてまとめることにしました。

今回の論点は原子力安全・保安院（以下、保安院）の「検査の在り方検討会」でまとめられ、最近省令化された「新検査制度」としました。

世界を見るに、炭酸ガスの過剰な放出による「地球温暖化」問題が急激に顕在化し、中国、インド、ブラジルなどが急激に台頭しエネルギー資源を獲得し始めています。このような状況下において資源小国の日本が原子力のような準国産エネルギーを開発し続けていく意味はますます増大しています。

原子力発電所の信頼性ひいては安全性が向上すれば、炭酸ガス放出も自動的に削減されること、日本はエネルギーの96%を輸入していることを思えば、「新検査制度」を正しく分析しその結果を分かり易く解説することは学会に課せられた重要な役割であると考えます。同時に、この論点の評価を通して原子力安全における保全の役割に関して日本保全学会の見解を世に発信することも学会の重要な務めと考えます。

それらの分析に加えて、評価会議では、立地地域を含む一般市民約190人に「新検査制度」に関連したアンケートを行い、評価を行う際の参考にしました。さらに、今回の論点は、第三回保全学セミナー（平成19年11月開催、参加者数220人）において新検査制度に関する技術発表の後に行われたパネル討論の内容も参考にしています。

## 第二章 対象と目的と方法

### 2.1 評価の対象

今回は、保安院が電気事業者（以下、事業者）の保全業務を監査する新しい仕組み、すなわち、「新検査制度」の骨子が固まり省令化され、実施に移されようとしている時期をとらえて、この新検査制度について、「安全性はどのように改善されるのか」、また「高経年化問題はどのように克服されようとしているのか」を論点として取りあげました。論点の評価に際して、保全という行為が原子力安全をどのように担保しているのか、保全学会の見解も併せて紹介します。

### 2.2 評価の目的

評価会議は、これらの論点が機械設備の故障と密接に関係していることを踏まえて、原子力発電設備の故障はどのようにすれば最小化されるのか、に着目して検討してきました。故障を最小化するメカニズムと故障の重要度を一般市民や地元住民、自治体や報道関係者に理解してもらうことは特に重要であり、原子力が社会に安心して受け入れてもらえる必要条件の一つだと考えます。本冊子は、そのような願いを込めつつ、専門家の広い観点から保全のあるべき姿と故障の関係を分析して、関係方面の原子力安全に関する理解の助けになればと考えてまとめたものです。

### 2.3 評価の方法 - 原子力の保全論理 -

保全学会はこれまで「原子力の保全論理」について検討してきました。評価には、基本となる考え方、すなわち原則が必要であることから、評価会議は「原子力の保全論理」の中核となるべき「保全三原則」を設定しました。これは原子力の安全確保の基本方策であって事故防止にかかわる「原子力の安全論理」と対をなす「原子力の保全論理」の理論的骨格となるものです。

保全計画が満足しなければならない条件を「保守法則」と呼ぶことにしておりますが、これは「保全三原則」から導出されます。また保全の行為を決める「保全設計」が具備すべき条件もこの「保全三原則」から導出されます。それでは「保全設計」の具体的内容は何か、となりますが、その多くは、ここで評価の対象とした「新検査制度」の中に具現化されていると考えます。これらの関係は、図-1に表示されています。そこには、保全三原則とは何か、また保守法則とは何かが簡潔に示されています。保全三原則から保守法則がどのように導出されるかは、第四章で説明します。

この「新検査制度」を保全三原則と保全設計の観点から評価したとき、どのような内容になるか、それがここでの論点評価となります。

## 第三章 原子力安全に対する保全の役割

### 3.1 安全確保の基本

#### 基本的考え方

原子力発電所の安全性の究極的な目標は「原子力の安全性」を確保することです。中心的な考え方は公衆の健康を守ることが最優先されることにあります。事故があってもなくても一般市民に対する放射線被曝の影響を長期にわたって無視できる程度に最小化することにあります。そのためには、核エネルギーと熱エネルギーの両方を科学的かつ技術的に管理しつつ、核分裂によって発生する多量の放射性物質を設計どおりに封じ込めることが不可欠です。この目標を達成するために、長期にわたって多大な努力が払われてきています。その結果、深層防護の考え方（例えば、城を外敵から守るために、多重の防護柵などを城の周辺に設ける戦術）に基づいた安全設計思想が確立されています。それは安全関連設備として具体化されていて、事故が起きたとき大事に至らないようになっています。深層防護思想は、考え方として完結しており、十分な設計裕度を持ち、設備の信頼性も高く、原子力施設の基本的な安全性はこの思想に基づいた安全設計の段階で確保されていると考えます。これらの体系的かつ構造的な安全確保の方策は、関係者が長い間真摯に検討した結果であり、人知の限りが集約されていると評価できます。

原子力安全性を確保する具体的方策として、「安全設計審査指針」と「安全評価に関する審査指針」と「安全機能の重要度分類に関する審査指針」などの各種の指針が中核的な掘りどころとなっています。これらは、安全確保に関して、

- (1) 第一レベルの安全対策として、異常状態の発生防止
- (2) 第二レベルの安全対策として、異常状態の拡大防止
- (3) 第三レベルの安全対策として、事故の影響緩和

という深層防護の考え方に基づき機器・システムに対してこれらが持つべき安全機能を要求しています。

#### 保全業務の法的位置づけ

ところで、このような体系的な安全確保の方策の中で、保全の位置づけはどうなっているのでしょうか。

その前提として、機械設備は使用されるに伴って劣化していくのが自然であり、その劣化を工学的に回復させることは保全行為にしかできないことを認識しておきたいと思えます。そうすると保全の基本的役割は「安全設備（運転時は停止しており事故時に起動する施設、運転中月 1 回試験される）の安全機能と常用系機器の機能が運転（時間）とともに

劣化するのを防止すること」にあると言えます。言い換えれば、設備に要求される各種の機能を故障によって妨げられることなく、いつでも必要な機能を発揮できるようにしておくことが保全の役割であるということです。安全設計の段階で第一レベルの安全対策として要求される「機器・システムの異常状態の発生防止」がこれに対応すると考えます。さらに具体的にいえば、「安全設計審査指針」の指針9の「信頼性に関する設計上の考慮」がこれに相当します。

したがって、保全に関する要求はこの段階ではこのような性能規定に留まり、詳細な要求事項はありません。それより詳細な規定は、実用発電用原子炉（原子力発電所）の場合、電気事業法（以下、電事法）に定期検査（54条）と定期事業者検査（55条）が記載されており、さらに詳細には、電事法の下部規則である通称「施行規則」の中で規定されています。

一方、新しい検査制度になると、事業者は「基本的事項」および「保全計画」からなる「保全プログラム」を策定して保安院に提出し審査を受ける必要があります。「基本的事項」は原子炉等規制法の下部規則である通称「実用炉規則」の中に、「保全計画」は「施行規則」の中にそれぞれ記載されることとなります。

以上が、事業者が行う保全業務の法的位置づけであります。このような事実を踏まえつつ、ここでは、原子炉施設の安全設計と事故につながる恐れのある故障を防止する保全について、以下のように検討してみました。

### 3.2 原子力の「安全論理」と「保全論理」

現在、設計・建設が終了し運転段階に入ると、1年余りの運転とその後の数ヶ月の定期事業者検査が実施されます。これらの事業者の保全活動に対して、規制当局が行う検査には、「定期検査」、「安全管理審査」、「保安検査」があります。これらの活動の繰り返しが寿命末期まで継続することを想定すれば、運転段階における原子力施設の安全性は、安全設計の思想に依拠する「安全論理」とこれから理論展開する「保全論理」の二つの土俵からなっていると考えることが自然です。安全確保に関するこのような構図は新検査制度の下でも変わりません。

そもそも原子力の「安全論理」は従来から広く深く検討が進められており、論理としてすでに確立しています。話を運転段階に限れば、安全論理は、安全確保の第二と第三レベルを念頭に、「炉心損傷事故」などの原子炉安全を脅かす事故が顕在化した後の「防護策の在り方」について検討してきました。検討結果は原子力発電設備の安全設計に反映され、十分な設備化がなされています。例えば、原子炉安全を脅かす事故が発生すると直ちに核反応を止め、冷却材で炉心を冷やし続け、万が一に備え放射能を格納容器内に閉じ込め周辺環境に漏らさないようにしています。このような安全設備は新潟中越沖地震が発生した時、運転中の4基全てにおいて正常に作動しました。安全設計の妥当性が実証されたわけです。評価会議は、冷却材喪失事故などの起因事象によって「炉心損傷事故」の可能性が

生じたとしても、このような安全装置が設備化されているので、基準値を超える放射性物質が環境に放出される可能性は十分に小さいと考えます。

保全を実施する目的は、故障を最小化して、原子炉事故につながるような事態（これを起因事象と呼びます）を徹底的に防止することにあります。「安全論理」は異常の発生防止から事故が起きた後の対策を考えますが、原子力の「保全論理」は設備の健全性や機能を維持し、事故に繋がるような故障（起因事象）を起こさないための対策を考えることとなります。したがって、「保全論理」は構造物の健全性を確保し、「安全論理」は原子力設備の安全性（放射能を漏らさないこと）を担保しようとしています。ここには明確な役割分担があります。このように、原子力発電所の安全性は大きく分けて「安全論理」に基づく設計・建設と運転開始後の「保全論理」に基づく活動の二段構えで確保されています。

ここでは、これまで重視されてこなかった「保全論理」がどのように故障の発生を防止するか、そのメカニズムを明らかにしようとしています。「新検査制度」の中核はまさにこの点にあるからです。

### 3.3 安全裕度とは

通常、プラントの安全は多重に確保されています。まず、使用材料の強さに関する裕度です。設計で使う材料の強さは、本当の強さの約三分の一と低く設定され材料にかかる負荷の上限を制限しています。また回転機器の寿命を30年として実際には10年に一度の頻度で分解点検する場合、安全率は“3”であると解釈しても良いように思います。最後に、ある機器に故障が発生したとき、原子炉事故に達するまでには距離があります。現実には、故障はこの距離のためなかなか事故にはなりません。これはシステム的な安全率であると考えてよいと思います。従って、安全率には、材料強度から始まり、機器の耐久性を経て、最後にシステムの安全率、の3種類が存在します。知らず知らずのうちに3種類の安全率が「深層防護」の考え方に沿ってプラントの安全確保の手段として持ち込まれていたこととなります。

このような安全率の有効性は新潟中越沖地震で確かめられました。地震強度は設計値をはるかに超える値であったにも拘わらず、柏崎刈羽原子力発電所の主要な構造物はそれに十分耐えました。その理由は今述べた裕度が十分にあったからです。現在、地震による損傷の調査はずいぶん進捗しているようですが、深刻な損傷はなかったといわれています。安全率を適度に確保しておくことがいかに重要であるか、が実機で実証されたと思います。このように安全裕度は構造物の故障や事故に対する抵抗力を示す一つの指標であります。

### 3.4 故障とは何か

#### 故障によるプラントの分類

保全の主たる目的は「故障の最小化」にあります。故障がゼロのプラントは文字通り絶



対安全なプラントといえます。そう言う発電所はあり得ませんから、観念的なプラントということになります。もしこのプラントに意味があるとすれば、それが目指すべき目標プラントになるからです。次に軽微な故障しか起きていないプラントは、社会通念上は心配のない設備ということが出来ます。最後に安全論理で「起因事象」と呼ばれる危険な故障が生じる場合には、保全を改善しなければならないプラントです。このように、故障の程度によってプラントを、

- (1) カテゴリー : 観念的にしか存在しない「絶対安全」なプラント
- (2) カテゴリー : 實際上(社会通念上)は何の心配もない安心できるプラント
- (3) カテゴリー : 保全を改善して「正しい保全」を実現すべきプラント、

の3つのカテゴリーに分類するのはわかり易いと思います。これらの分類は原子力発電プラントの故障をどう評価するか、一つの方法を示唆しています。実際の事故・故障の報告を調べて見ると、55基の原子炉のほとんどはカテゴリー に属していることが判ります。原子炉の運転管理に対して事業者と規制当局が細心の注意を払いつつ事故・故障の防止に努めていることを思えば当然の結果といえます。

## 事故と故障の関係

以上の考察は、

- 1)「事故と故障の関係はどうなっているのか」、
- 2)「事故・故障の関係は保全を施すことによってどのように変化するのか」、

という重要な問題につながっていきます。我々はこれに対して漠然としたイメージしか持っていません。これがプラントの安全水準に関連して、今後解明すべき重要な研究課題であると思っています。これは「事故・故障 分析学」といった新しい学問が必要なことを示唆していると考えます。これが後述の「保全論理」の一角を占めることになるのは明らかです。

普通、故障といえば自動車のエンジンの単純な故障をイメージします。この場合故障は故障で終わり、修理されるだけです。教訓を学ぶとすれば、故障の技術的な原因を調査すればそれで済みます。ところが原子力発電所のように多くの機器が存在し、それらが相互に関連しあって複雑な機能を作り出している場合には、このような単一の故障の場合とは異なり、システム的な考察が必要になってきます。単一の故障が事故に発展する可能性を否定できないからです。そのとき、故障は単純な事象でなくなり、故障が他の機器に及ぼす影響を考えなければならなくなります。このように考えてくれば、故障に関する見方は深まっていきます。この見方を歴史観にならって「故障観」ということにします。

一般的に言って機器は長く使用すれば故障します。このことは逆に故障しない期間が存在するという事です。発電所における多数の機器は故障しない期間(通常、寿命という)に着目して使用されます。この期間がどのくらい長いかが重要ですが、その期間は保全と関係し、保全によって劣化が回復するので使用期間を延ばすことができるようになります。

これは単一の機器に関する場合です。多くの機器が存在し、寿命がそれぞれ異なる場合には運転にとって重要な機器の寿命の最小値が原子炉の運転間隔を決めることとなります。長い寿命を持つ機器の場合、毎定検時に検査・分解点検を行う必要がないのは当然でしょう。5年に一度の点検で充分という機器が存在するわけです。このようにして故障はプラントの保全と密接な関係をもつようになります。

ところで故障には、今述べた劣化故障のほかに異物などの混入によるいつ発生するのが予測のつかない偶発故障があります。分解点検時の保守不良によって起こる故障も偶発故障に分類して良いかもしれません。偶発故障は何時起きるか判らないから、対象機器の状態を常時監視していなければならない。その手段として、振動や油、温度といったパラメータが適用されようとしています。

### 安全な故障と危険な故障

保全の中心的な課題はいうまでもなく故障です。この故障には軽微なものから深刻なものまであるのは容易に想像できます。一方、人々は故障を感覚的に捉えて常に危険なものとして理解する傾向があります。そもそも大型産業設備において故障をゼロにすることが原理的に不可能なことは万人が認めるところです。しかしながら、現場の実態を見れば事故につながる故障は皆無に近いのです。これらのことを踏まえれば、故障を便宜的に「許容できる故障」と「許容できない故障」に別けることには意義があると考えます。機器の故障に深刻さの度合いを導入したことになります。ここでは、前者を「安全な故障」と呼び、後者を「危険な故障」と呼ぶことにします。その区別をどこに置くか決める必要がありますが、放射能放出に繋がる恐れがある炉心溶融事故に至るかどうかを判断の目安にします。このような視点から現場を見ると、原子力発電所で生じる故障の多くはこの「安全な故障」に分類されます

米国の機械学会規格（ASME 規格 Sec.XI）や日本機械学会の維持規格では、破壊力学に基づいて傷の健全性評価を行うことになっています。その結果、小さな欠陥は許容され、傷があっても運転できるようになっています。これを「安全な傷」と呼んでも違和感はないと思われます。これと同様に故障を「安全な故障」と「危険な故障」に分類するのも違和感はないと思います。「危険な故障」が生じない原子力発電所は先の分類ではカテゴリーに属します。

### 故障の哲学的側面

考えてみると、故障には哲学的な側面もあります。人間が失敗によって成長するように、設備も発生した故障の手当てを行うことにより、次の故障に対して抵抗力を増し、より堅固に安全を確保するようになって行きます。故障が発生すれば対応策が施されるのでシステムは成長するのです。また作業従事者にとっても同じことが言えます。故障を経験することで、現場感と保全の感覚が養われ、次の故障の防止に役立つわけです。

逆に故障ゼロを要求することは無菌室で育った人間のように、抵抗力の少ない脆弱な設備を容認することになり、重大な事故に対する抵抗力を弱めることになることは否定できません。このような故障の哲学的側面を意識のどこかに置いておきたいものです。そうすることによって、故障が生じたとき、それが重大であるのかないのかの判断ができるようになります。

### 故障に対する感覚と現実のギャップ

しかしながら、故障に安全なものがあるはずはないというのが一般的な常識です。この常識は、日々発電所で生じている故障の多くが原子炉の安全性をいささかも脅かしていない実態と合致しません。これは「現実と感覚のギャップ」といって良いかもしれません。言い換えれば、「安全な故障」でありながら、それに対する「一抹の不安」を消せない問題にどう折り合いをつけるかという課題であり、それがいつまでも底流に存在し解決できないでいるということです。この不安を論理的に解決しようとするれば、「安全確保のメカニズム」、「故障と保全の関係」、「事業者の行う保全業務内容と規制による監督」、について正しく理解することが必要です。しかし、このような論理的理解だけでは不十分であり、原子力に対して固定化されている悪いイメージ（空気）に水を差し、故障に関する不安の払拭に有用な手段の検討が必要です。この件について以下に検討してみましょう。

## 3.5 故障に対する不安

### 故障について説得できない科学・技術

一般的な感覚に基づけば、故障は望ましくない事象で人々はそれに対して本能的に恐れを抱きます。原子力発電所が得体のしれない不気味な施設に映るとすれば、そこでの故障に安心しろと言われても、なかなか安心できないのが実情ではないでしょうか。しかしながら、このような本能的な恐れを正しく克服する手段が科学・技術であったはずですが、原子力発電のように複雑な状況を前にすると、どう考えてよいか科学的に処理できず、「絶対安全」という安易な心理的要求につながっていったものと思われまます。「なじめない理解を超えた施設」という心理的要求がチェルノビル事故などによって絶対化されると、もう科学的説明でさえ受け入れてもらえませぬ。このような心理が蔓延すると後述する“空気”が生成されるようになります。

### 故障の実績

不安の払しょくにはまず故障の実態を明らかにすることが先決だと考えます。原子力発電所において不安を抱かせる故障は実際には非常に少ないことを先に述べました。実際、運転実績を見てみると、故障ゼロに近いプラントが多く存在するという事実がはっきりしてきます。現に、55 基ある発電所で年間に生じている法令報告対象になる故障件数

は約 15 件です。これらは IAEA の INES 評価で放射能放出とは関係のない“ゼロ+ -”として評価されています。故障のほとんどが放射能放出とは関係ないということです。このことはまた故障ゼロのプラントは 40 基以上になることを意味しています。

その理由はどこにあるのでしょうか。

発電所において作業従事者は“故障ゼロ”を目指して大変な努力をしています。事業者は面倒な保全を怠り、手を抜きがちになるとの報道も過去にはありましたが、故障ゼロが一番望んでいるのは事業者です。理由は明白です。故障が多ければ原子炉を止めて修理しなければならぬため稼働率が下がり経営が厳しくなること、さらに事故が起きると従業員の被曝と経済的損失が発生するため一番困るのは事業者自身であること、それ故本能的に故障を最小化しようとする、というのがその理由です。最近、原子力の不祥事が次々と生じましたが、それらを契機に事業者の意識は根本的に変化しており、今までと比べて抜本的に改善されています。それが事実かどうかメディアの監視が望まれます。また、故障に対する規制当局の姿勢も厳しく、事業者に対する強い圧力がそれに加わります。

### 固定化した故障観 空気の猛威

チェルノビル事故は多くの死者を出した実に悲惨な事故でした。それはマスメディアによって繰り返し報道され、原子力慎重派によって原子力反対の強い理由にされ続けてきました。残念なことに、原子力推進派のマジョリティはただ黙々と己の業務に精励するだけで、強い反論は何もしてきませんでした。一般市民が、原爆を連想させる原発に対して漠然とした不安を感じている状況の中で、推進派から何の反論もないことにも影響され、冷静な評価がなされないままに、原発に対する悪いイメージとチェルノビル事故の悲惨さが直接的に結びつき原発に対する現在の“空気”が作られたといえるのではないのでしょうか。これは、一般市民に対し原発における故障はどれもチェルノビル事故につながるのではないかという固定観念を心理的に定着させてしまったと考えられます。この現象が報道によって助長されたのは言うまでもありません。このとき、普遍的な反原発の“空気”が定着したように思います。それは次の記述（以下は、山本七平 2007 『日本人と組織』角川グループパブリッシング）からも伺えます。

最近、新聞協会報に朝日の大熊記者が次のように記している。「もしジャーナリストたちが何時までも原子力の恐ろしさだけを誇大な記事に仕立て、エネルギー不足の恐ろしさに目を向けないで日本の世論を誤った方向へ導くとすれば、近い将来、その無知と無責任と軽率さを、国民からとがめられるときが、必ずくるに違いない」と。氏は昨年、「核燃料 探査から廃棄物処理まで」を朝日に連載した人で、その最終回に「核燃料を使って電気をつくることは、資源小国の日本にとって、避け得ない選択であると思われる」と書いていた。そして氏は「この言葉を書いたときから、原発反対派の人たちの強い反発を覚悟して」いて、現実にその運動家から波状攻撃を受けているわ

けだが、「この人たちが、核燃料のことや、放射線の人体への影響について、正確な知識を持っていないことに驚いた」という。

(山本 2007, 151-152)

と述べています。引き続いて著者はいいます。

このことも、前に短く触れたことがあるが、大変に面白い問題である。というのは、「原子力発電」という20世紀の科学の最先端をいくものへの反対が、実は「正確な知識」に基づく各人の「知にかかわる問題」ではなくて、過去の原子力発電の報道を信ずる「信にかかわる問題」だということである。……こうなると、「反原子力教」といった一種の擬似宗教となり、その組織は世俗組織でなく一種の擬似神聖組織となり、原子力にかかわる一切の問題は、自己の「信教の自由」にかかわる問題となってくるわけである。そうなれば「正確な知識」はなくとも、徹底的な反対は可能であり、これは、「信にかかわる」問題だから、情報の提供・討論・論争によって、互いに自由に相手の「知にかかわる」面に触れて、相互に知識を増し、変化・修正し、最終的合意に基づく新しい「知的判断」を下すことは不可能になってくるわけである。そして、反原子力教の方は「信」の肥大化によって「知にかかわる問題」まで「信」の問題としているから、その態度は改宗、転向の強制以外にあり得なくなるわけである。

(山本 2007, 152-153)

本原稿が書かれたのは1970年代のことですが、30年以上経った今でも状況がさほど変わっていないことに驚かされます。いったん“空気”ができると、「知的な検討」は「信=固定観念に基づいた信念」の肥大化によって拒絶されることになり、「原子力発電設備が人類最高の知的財産である」(『第5回保全セミナー予稿集』日本保全学会, 2008)という側面は一顧だにされません。ここでの分析は、空気の実態を抽出したものとして見事なものです。

報道によってかもし出される雰囲気は市民の心理と共鳴して次第に成長していわゆる“空気”となり、猛威を奮い始め、市民はもとよりメディアからも自由な判断力を奪ってしまい、事業者や規制当局までも金縛りにあわせてしまっている状況は今も昔も変わっていないということです。この“空気”は今でも強力で、本来事業者や規制当局は科学的説明を行い、マスコミなどの非専門家や一般市民を説得する立場にあるにも関わらず、実態は“空気”を前に萎縮していると言われても仕方がない対応をしているのが実情です。残念なことに、この“空気”には問題の核心に関して科学的・技術的説明が通用しません。この“空気”は、“稼働率あるいは経済性”、“許容できる故障”、“その程度の放射能放出は無視できる”といった発言や“ブルサーマル”、“最終処分場”などの言葉を禁句にしています。これらの言葉を口にするだけである種のレッテルを貼られてしまい、軽い差別はもとより職を辞すに等しい制裁を受けることさえあります。しかもこの“空気”は30年以上

も続いていて一向に収まる気配がありません。何故でしょうか。データに基づいて科学的な議論ができない事態は常軌を逸しており、国の将来のため良くないと思われます。この“空気”の基盤となっているのが先に述べた固定化された人々の故障観であると思われます。故障観に基づいた“空気”に水をさして、科学的な議論ができる土俵を作るためにはどうしたらよいか、よく検討する必要があります。

### 空気に水を差す法

人間は実はDNAに操られている船のようなものと言われますが、このように、この国がこの“空気”に動かされてしまい冷静な評価がなされないまま不幸な結果になるのは防止する必要がありますと考えます。不幸な結果とは日本がエネルギー安全保障に失敗し国民を困窮に落とし入れることです。日本が無謀にも第二次世界大戦に突入した原因は、当時の強力な空気の金縛りにあってしまい、敗戦の可能性を示す科学的なデータは十分にもっていないながら、誰一人正しい主張をできなかったことにあるとされています（山本七平 1977『空気の研究』文芸春秋社）。これは極端に重大な空気の実例です。

最近のことで楽観的なことを取りあげれば、原子力を地球温暖化の切り札にしなければならないことは世界の指導者によってはっきり認識されるようになってきました。一般市民もようやくこのことを認知し始めているように感じられます。それでも政治家は“原子力”が一般市民にとって禁句であることを知ってか、明示的な意思表示はしません。

市民が、故障の実態や地球温暖化問題の解決策を知ることは「空気に水を差す」最大の行為になります。これは外部から「空気に水を差す」ことに相当します。それでは、内部から水を差す方法は何でしょうか。それが今まで述べてきた故障と不安の問題です。

ヒューマンエラーも含めた故障がなければ原子力発電所は安全そのものです。先に分析したように、事故につながる故障が起きても放射能が環境に漏れなければ安全といえます。評価会議の主張は、正しい保全を実施することで事故につながる故障を防止する、もし正しい保全が実施されないため深刻な故障が生じ、起因事象になったとしても「止める、冷やす、閉じこめる」の防護設備が働き、炉心溶融事故には至らない、というごく単純な論理です。この仕組みを理解することで先に述べた固定観念にひびが入るとすれば、有効に「水を差した」ことになると思われます。現にチェルノビル事故以降世界中の原子炉は事故を起こしていない、という事実は評価されて良いのではないのでしょうか。

### さらなる安全性向上に向けた「新検査制度」

先に、「故障の実績」について触れ、「安全な故障」の発生はゼロにできないものの「危険な故障」の発生は有限な期間だったら実現できることを述べました。すると、現状の保全方法であっても故障の最小化は計れるため、新検査制度に移行する必要性はどこにあるのか、という疑問がわきます。それに対して、原子力発電所は問題が起きる前に先進的な技術を取っておくことが望ましく、すでに日本の検査制度は米国やヨーロッパに比べ

て遅れていること、豊富な新技術を保全に体系的に取り入れることの必要性などを考えれば、効率的な新検査制度を設計することは必要な措置であるというのが答えになります。このような判断に加えて、次の理由をあげることもできます。

- 1) 今後原子炉の高経年化による安全水準の低下が懸念されるが、これに適切に対応すること、
- 2) 現行の保全方式より優れた方式を採用して安全性をさらに向上させること、
- 3) 保守不良を避けるため運転は長く継続したほうが好ましい場合も多いこと、
- 4) 適用した方が望ましい新技術が多く存在するようになったこと、

などが追加的な新検査制度の必要理由です。新しい高度な検査制度を設計することは科学的・合理的観点から必要だったわけです。これらが、現状の実績を踏まえた新しい保全の動向です。新検査制度によって原子炉の安全性が格段に高まることを理解すれば、故障に対する引いては原子力発電所に対する安心をしっかりと持つことができ、頑強な“空気”に水を差すことにつながると思います。

### 3.6 故障に対する安心の確保

#### 放射能はどこに存在するか

まず、環境に漏洩するかもしれない放射能は発電所のどこに存在するのでしょうか。大量の放射能は集中して原子炉圧力容器（厚さ数十センチメートルの鉄製の容器で頑丈な構造物）の中の燃料ピンの中に閉じこめられています。平常時にこれが環境に放出される量は無視できるほど少量です。一方核反応で発生する中性子は冷却水中のわずかな不純物を放射化して、それが耐圧構造物の内面に付着してガンマ線などの放射線を出し、付近で作業している作業員を被曝させます。また換気も必要なのでわずかに含まれる放射性物質をフィルターでこして大気中に放出しています。このような放射線環境から作業員や住民の健康を守るため、規制当局は被曝量と環境放出量に制限値を加えています。これまでの実績を見れば、これらの規制値は有効に機能していると判断できます。

それにも拘らず、被曝量と放出量をゼロにしなくてはならないという強い主張が原子力慎重派から要求され続けています。これについて検討して見たいと思います。

#### 故障の程度や放射能放出量に関する判断基準

放射能のゼロ放出もゼロ故障と同じ側面を持ちます。これらをどう考えたら良いか、一般的な判断基準はないのだろうか。そう思って気が付くのが「社会通念」という価値判断です。「社会通念」という言葉は、平成19年10月26日に出された浜岡原子力発電所運転差止に関する判決書に出てくる表現です。原子炉施設に求められる安全性の項で、判決書

は次のように記述しています。

ここにいう「原子炉施設の安全性」とは、起こり得る最悪の事態に対しても周辺の住民等に放射線被害を与えないなど、原子炉施設の事故等による災害発生の危険性を社会通念上無視し得る程度に小さなものに保つことを意味し、およそ抽象的に想定可能なあらゆる事態に対し安全であることまでを要求するものではない。

人間は、「絶対」や「ゼロ」という極限の世界に住むことはできません。保全三原則の解説で詳述するように、社会通念という価値判断を無視して生きていくことはできません。今後、この価値判断に有効期間を追加して、あることが許容できる、できない、という判断を「長い年月にわたって、国民の社会生活に及ぼす影響を無視し得る程度に小さい」、という表現に置き換えたいと思います。どのくらいの年月とするかは、科学技術が十分に発展してこの状況に変更を加える必要が発生するまでとします。無視しうる程度は国の定めた基準や自然放射能とします。この価値判断は次の 3 点を前提にしているので十分に安全であり、普遍性があると考えます。

- 1) 法的規制値が十分な余裕を持って遵守される
- 2) 実績を重視する
- 3) ALARA (As low as reasonably achievable) 思想(被曝量や故障率をゼロに近づける努力を継続する精神)を堅持する。

この価値判断がすぐに故障の程度の問題に適用されるのは言うまでもないでしょう。先に故障に関連して仮に分類したカテゴリー  $\alpha$  ,  $\beta$  は基本的にこの「社会通念」という価値判断に基づいています。

「社会通念」という価値判断に従えば、原子力施設から放出される放射能の量が常に規制値以下に抑えられていれば不安に思う理由はなくなります。しかし、厄介なことは、一般市民は放出量がゼロでないと思うだけで不安に駆られ安心できないため“放出量ゼロ”を要求しがちであることは先に触れました。こういう心理は何も放射能に限った事ではありません。BSE 問題や食の安全問題でも似た現象が見られ、極端を要求し、現実には実現できない要求がまかり通ってしまうことがあります。常に安全側にしておきたい、判りやすくしておきたい、安心したい、ため、どのような場面でもこのような要求になってしまいがちです。こういう要求をしておけば、心理的にいやな放射能から逃れることができるからです。このような姿勢は、先に述べた、「知にかかわる問題」が無視され、「信にかかわる問題」に転化されていると考えることができそうです。

しかし、この要求が理屈に合わないことは少し考えてみれば明らかです。自然には“自然放射能”が存在すること、また放射能が健康に効くという理由でラジウム温泉に入れた



いという人は多くいるという事実，を思い出すだけで明らかです。また医療において X 線治療や X 線検査が人類の健康を維持するのに欠かせない放射線であること，医療被曝は日常のできごとであることから明白です。

残念なことに，このような考察をしてきても固定化された故障観から脱却することはめったに起きません。固定化というプロセスでは対象（事故に関連した原発）との意見のやり取りが皆無だからです。やり取りがあれば，科学的な価値判断が入りこむ余地がありますが，チェルノビル事故を見せられると議論の余地が一瞬にして失われ，悪いイメージが直ちに固定化されてしまいます。このような状況下でできることは，現状で事故が起きていない事実とこの状況をさらに向上させようと努力していること，そしてその方法が科学的・合理的であること，この三点を繰り返しはっきり伝えていく以外に方法はないように思えます。そしてこれは事実ですから，自信をもって委縮せずに正面から伝えることができるはずで

思うに，何年かたった後，日本人が本文を読んで，なぜこんな当たり前のことにこんなに膨大なエネルギー使って説明しなければならないのかと不思議に思うと思います。それに対する現在の言い訳は，「これが日本人だから」ということにしかならないのでしょうか。原子力推進派も慎重派も深層ではこの国の将来を思い運命共同体としてつながっていることを切望するのみです。

## 第四章 原子力の保全論理

### 4.1 保全三原則

保全学会では、原子力の「保全論理」についてこれまで検討を重ねてきました。その考え方の基本は保全計画を立てるときの基本原則となるべきものです。評価会議はそれを次の「保全三原則」として抽象化しました。それは、

**第一原則：**「産業設備の故障ゼロ」は目指すべき無限目標である。この無限目標を解決可能な有限問題の和に落とし込んで解決する。

**第二原則：**「正しい保全」を的確に実施することにより故障の発生を最小化する。

附則 1：(時間的解決策)

「正しい保全」は、保全活動管理指標やその有効性評価を採用しつつスパイラル改善措置 (PDCA) を実施することによって得られる近似解であると認識し、最適解に向けて逐次改善されていく。

附則 2：(点検間隔の保全依存性)

機器の点検間隔と系統の運転期間は保全の有効期限に依存する。有効期限は劣化メカニズム、その傾向管理、状態監視技術、管理指標値、各種の検査などにより決定される。

附則 3：(経験・実績の適用可能性)

保全計画の策定に際し、経験と実績を貴重な前例として取り入れることができる。

**第三原則：**保全においては、安全性は経済性を抜きにしては成立しない。

附則 1：(保全法則)

保全学会における保全法則は、「信頼性を最大化し」、「コストを最小化する」である。

附則 2：最適保全を実現する適正な信頼性とコストが存在する。

とまとめられます。これらの原則が意味するところを以下に説明します。そして、これらの原則に照らした「新検査制度」の有効性の評価を第五章で行います。

### 4.2 保全三原則の根拠

保全三原則の基本的考え方は、哲学者カントの「How の問題は解くことができるが Why の問題は解くことができない」、という言明と符合します。「何故私は今ここにいるのか」、という問いは Why の問題になっており解けません。一般的に何故という問いは無限に続き解決できません。この視点から言えば、「絶対安全」に関する問いも Why の問題になっていていつまでも議論は収束しません。それでは「絶対安全」問題が解決しないと原子力発電所は運転できないのか、となりますが、現在約 430 基の発電所が安定して電力生産を続け

ている状況を考えると、運転できないという結論にはなりません。

抽象的に想定可能なあらゆる安全問題は Why の問題になっているため基本的に答える必要はないというのが、評価会議の立場です。これで困ることはないというのが理由です。現実的に起こり得る大地震に対しても、新潟中越沖地震の時のように安全設備が作動するため、大量の放射能放出には至らないと考えます。

このような価値判断の正当性は、現実にはそれで充分であるからという経験と実績に基づいて判断されます。保全三原則には、「ある論点の解決は、有限の時間内で社会通念上差し支えなければよしとする」という考えが根底にあります。そして、そのねらいは、原子力安全に関する議論の観念的側面から脱却し、具体的な検討を可能とする土俵を作り、問題を解決する条件を「社会通念」に基づいて有限にして、それを解決できる「有効な保全」とは何かを議論する場を作ることにあります。それでは、保全三原則について説明します。

#### (1)「第一原則」：解けない無限問題は解ける有限問題の和に落とし込んで解決する。

#### 問題の一般的解決策

この原則は困難な問題を解決するための一般的な解決方法を宣言しています。この原則を理解するためには、数学的な厳密解は望ましいが、現実には現実的な解決策しか得られずそれを理想に近づけるといふ工夫が必要だといふ認識が重要です。厳密解は問題を適切にモデル化しているから得られるのであって、解決困難な現実問題は厳密には解くことはできません。したがって、現実問題と理論的問題とは別の次元の問題であると認識することです。容易に解けない時には、問題を分けて解き、後で足し合わせるという手法を採用して良いと考えます。実際、多くの現実問題は知らず知らずのうちにこのように解決されています。原子力の、保全の問題もこのように現実的に解決しようというのがこの原則の主張するところでは。

#### 適用例

「原子力の安全論理」における深層防護の考え方、「原子力の保全論理」における社会通念という価値判断、および期間を区切った安全確保の考え方などは、この「第一原則」に基づいていると解釈できます。問題を絶対的に解決する（ゼロ故障など）ことは「神」にしかできないと考え、社会通念上許される範囲で解決することをもって「よしとする判断」も第一原則から導出されます。原子力施設を安全に保つという目標は気が遠くなるほど困難な仕事です。体系的に出来上がった現在の膨大な解決策を見てみると、当然のことながら多くの解決策の集合と見ることができます。

これまでしばしば出てきたように、安全を達成する効果的な考え方として、深層防護思想があります。そこでは、「止める、冷やす、閉じこめる」という行為の和として事故の発生を防止しその拡大を緩和しています。つまり、異常（例えば新潟中越沖地震や配管破断

による冷却材喪失事故)が発電所内で生じたときには、まず核反応を1)止める、次に、水で2)冷やす(冷却水が無くなるようであれば非常用の冷却設備を稼働させる)、冷却に失敗したときには、放射能が燃料の中から出てくるので、それを閉じ込めるため、燃料被覆管、圧力容器、格納容器、原子炉建屋といった構造物で多重に3)閉じ込める、という機能が働くように設計されています。このとき、1)原子炉を止めることはできる、2)確保してある冷却水を炉内に注入することもできる、そして、3)放射性物質が漏れたとしても、それを環境に漏らさぬように閉じこめておくこともできます。このような措置は、放射能の環境放出をどうしても避けたいという困難な問題を、1)止める、2)冷やす、3)閉じ込める、という一つ一つは解決できる問題に分割して解いていることに相当しています。第一原則を適用するに際して以下の基本認識を持っておくことは有用であると考えます。

### 絶対の排除

人間の生活の中には、ゼロ、無限大、絶対、最良、という言葉で表現される「極限状況」は実在しません。仮相として観念的に存在するだけです。「絶対安全」が実現できない無限目標であり、それゆえ挑戦すべき目標であるのは今では常識です。原子炉の絶対安全を「規制値以上の放射能放出事故がない状況」と考えれば、今後数年間に限って原子炉の「絶対安全」を保障する保全計画の策定は可能であると考えます。現にこの状況は世界の至るところで実現されています。原子炉停止間隔や機器の点検間隔は保全を行うことによって有限の期間、このような原子炉安全を保証するという考えが根底にあります。

「絶対安全」や「故障ゼロ」という表現は、時間と空間を無限大にしながら、「解決できる問題を解決できない問題に落とし込んでしまい、非現実的な問題にしている」、ことに目を向けるべきです。時間を現実的に有限とし、対象(この場合、安全と故障)を社会通念上許される範囲に限定しなければ問題は解決できないことに気が付く必要があります。「時間を有限にし、空間(安全や事故)を限定する」ことが肝心で、そうでなければ議論は混乱するばかりであります。

また日常の「有限安全」は容易に達成されていることにも目を向けるべきでしょう。何故日常の安全性は簡単に実現されるのか。「今年も我が家は火事を起こさなかった」、という場合、今年が有限な時間で、火事が限定された空間であります。永遠にいかなる災害にも耐える家屋にするにはどうしたら良いかなどと考えないことが肝心です。時空を共に有限にするからこそ目標は達成できることを認識すべきです。

### 「する」論理の実行

丸山真男『日本の思想』(2003,岩波新書)の「する」論理と「である」論理は高校の教科書に紹介されているそうです。この場合、機器などの時間による劣化と戦うためには耐えざる努力が必要というのが「する」論理であります。

ところで、人間は実現できない最良の人生を実現することを目標にして日々努力してい

ます。この目標がなければ生きる力は生まれてきません。「故障ゼロ」も同じ意味を持ちます。先に「故障ゼロ」は無限目標といました。「故障ゼロ」を念頭に置かなければ保全のインセンティブは生まれにくいというのは逃れることができない人間の逆説です。そこで、「故障ゼロ」に近づく手段として、「解けない問題は解ける問題の和として解く」という工夫と「スパイラル改善行為を取りつつ最適解に近づく」という努力が不可欠となってくる訳です。

絶えず改善行為を継続するという行為は「する」論理と呼ばれ、武士「である」から生まれつき偉いという「である」論理と対比されます。「する」論理を徹底して行うという精神が「新検査制度」の真髄であると理解します。

### 保全における解ける問題・解けない問題

原子力の「保全論理」では、このような根源的な思考に基づきつつ常識的な考え方を採用します。それは、先に述べたように、原子力の「安全論理」が前提とする条件とは異なり、達成すべき目標を、「社会通念上受け入れられる範囲に限定し、原子炉停止中と原子炉運転中を合わせた有限の期間、機器・系統の健全性を実現すること」とします。言い換えれば、「正しい保全」を実施することにより、軽微でない故障や「原子炉事故」に至るような故障（起因事象）の発生を、少なくとも有限の期間、保全を施すことによって未然に防止すること、そしてこのプロセスを寿命末期まで繰り返すこと、これが原子力の「保全論理」の要諦であると考えられるわけです。このことが現実的に可能なのは、先に述べたように、実現すべき目標を社会通念上受容可能な範囲に限定したこと、そして実現すべき期間を有限にしたからです。ここでの社会通念上という判断は、日常生活に長期にわたって支障がないこと、放射能に関しては「自然放射能」以下のレベルにあること、という認識に基づきます。実現すべき期間の目安は技術の進歩に依存しますが、今のところ2~3年程度と考えることができます。保全とは、そのような無限問題に答えるものではなく、日常の適切な運用を確実にすることなのです。無限目標の世界から脱却しなければ、日常の保全をどのように行うのかを合理的に定めることはできません。

**(2)「第二原則」:「正しい保全」を的確に実施することにより故障の発生を最小化する。**

### 正しい保全の実現

「第二原則」は、有限の期間、原子炉事故につながるような故障を起こさないようにすることは可能である、ということを言っています。社会通念上許されない危険な故障を有限な期間（原子炉停止間隔）起こさないようにする問題に還元することを言っています。

この「正しい保全」と「安全運転」というサイクルを繰り返すことで、原子力発電所の運転寿命中原子炉事故は防止されると考えます。これは世界中で日常的に実現されている事実です。

「正しい保全」とは何か具体的な説明が望まれますが、機器・システムの故障率が定められた値以下の条件を実現するメンテナンスのことをいうことにします。この値は保全活動管理指標値（多くの場合、ゼロ）であってもよく、プラントの総合安全評価指標である PI（Performance Indicator）値であってもよいのです。米国の場合、指標値の成績が良ければ、「緑色」の評価になり運転継続が可能となります。

「正しい保全」の具体的な例は、電気協会による「原子力発電所の保守管理規定」(JEAC 4209)の保守管理フローチャートに示されています。例えば、保全対象機器を適切に決め、それらの重要度のランク付けを行い、PDCAを回す。そのとき、管理指標値を活用し有効性評価を行い、保全計画を絶えず改善していく、というものであります。保全計画の内容をどのように適切なものにするか、時間基準保全か状態基準保全か、信頼性重視保全をどう実現するか、考えなければならない要素は多岐にわたります。これらの多くの選択肢の中から効果的な保全方法を決定しますが、これがこの時点での「正しい保全」といえます。

### 正しい保全とは

「正しい保全」とは何か、断片的に異なった視点から種々説明できます。それらをここにまとめておくことは、「正しい保全」のイメージをはっきりさせる上で有意義であると考えます。

- (1) 保全の基本的役割は「安全設備の機能と常用系機器の機能が運転と共に劣化するのを防止すること」にある。
- (2) 機器・システムに要求される各種の機能を設計どおり発現させるためのメンテナンス行為が保全である。
- (3) 保全の目的は、故障を最小化して、原子炉事故につながるような事態（これを起因事象という）を徹底的に防止することにある。
- (4) 保全は「結果論」ではなく、PDCA サイクルに基づく「改善論」に基づいて最適化できる。
- (5) 「保全設計」の具体的内容は「新検査制度」の中に具体化されている。
- (6) 「正しい保全」には二つの側面が存在する。それは機器に対して定められた管理指標値を満たすことと、同時に継続的改善措置を施すことの二つである。
- (7) 「正しい保全」の具体的な例は、電気協会による「原子力発電所の保守管理規定」のフローチャートに示されている。
- (8) 保全計画の内容をどのように適切なものにするか、時間基準保全か状態基準保全か、信頼性重視保全をどう実現するか。これらの多くの選択肢の中から効果的な保全方法を決定する。

これらがこの時点での「正しい保全」と言えます。以上の記述で「正しい保全」とは何か、イメージがはっきりしてきたと思います。

## 第二原則の附則 1：スパイラル改善効果（PDCA サイクルの適用）

原子力発電設備は年々緩やかに劣化していきます。劣化していくからといってすぐに危険が発生するわけではないのは当然です。劣化状況を施設の隅々まで知るの容易ではありませんが、故障しても事故とは何の関係もない重要度が低い機器は保全を手厚く行う必要はありません。ここには重要度という考え方があり、安全重要度や保全重要度といった分類が機器ごとに成されています。

最適解はいきなり実現できませんが、現状の保全に、管理指標値を設定した PDCA サイクルを適用し、有効性評価を行って改善効果を高めながら次の保全計画に活かす、という行為を足し合わせて、達成困難な保全の最適解に近づこうとしています。

## 第二原則の附則 2：点検間隔の保全依存性

機器の点検間隔は多くの場合、メーカーによって保守的に設定されています。そして、原子力施設ではこれまで過度に保守的な保全を行ってきたため、故障に至る前に新品に取替えられてきました。その結果、故障率のデータが諸外国に比べて少なく、故障の評価をする上で工夫が必要です。

一方、頻繁に分解点検を行っているという安全かという点、ヒューマンエラーのために「いじり壊し＝保守不良」が生じ、却って初期故障の原因となって故障頻度が高くなりがちです。この場合には、むしろ運転時間を延ばしたほうが安全です。自動車でも同じで、調子よく動いている自動車を無理やり車検に出すのは却って調子を悪くする場合があります。一定の原子炉停止間隔だけを要請している現在の法律もしくは省令が技術的にみて合理的な保全に対応していないところを、原子炉停止間隔に柔軟性を導入などして安全性を総合的に高めていくことは重要だと考えます。

さらに機器には異物が混入したりして突然具合が悪くなるという偶発故障が生じることがありますが、これは定期的な保全だけでは防止できません。この場合、どうするかといえば、先にも触れたように、状態監視技術を適用しながら機器の状態を常時あるいは適宜に監視することです。現に諸外国では状態監視技術を積極的に取り入れ安全運転によりもたらされる高稼働率の達成に成功しています。機器の状態を監視していて、点検時期が近づいても劣化曲線に変化がなければ、運転を継続してよいと判断される場合もあるので、機器の点検間隔は保全の仕方に依存すると考えてよいわけです。

(3)「第三原則」：保全においては、安全性は経済性を抜きにしては成立しない。

## 安全性あつての稼働率

「第三原則」は、安全性確保に必要な資源を投入することは、安全確保を担保する経営の条件であるとしています。言い換えれば、それを前提に、適切な保全計画を策定する

上で経済性の問題を無視しないことの重要性を言明しています。安全性を無視して経済性を優先させればどういう悲惨な結果になるか、は事業者がよく知っています。また資源を投入し過ぎて過剰な保全をすれば、保守不良の発生が増大することも経験から明らかです。故障の30%は「いじり壊し」といわれる保守不良が原因です。この様なことを考慮すれば、原子力発電所の安全性を損なわないで稼働率を向上させることは、事業者だけでなく、自治体や地元住民をはじめ一般市民にとって本当は望ましいことでもあります。

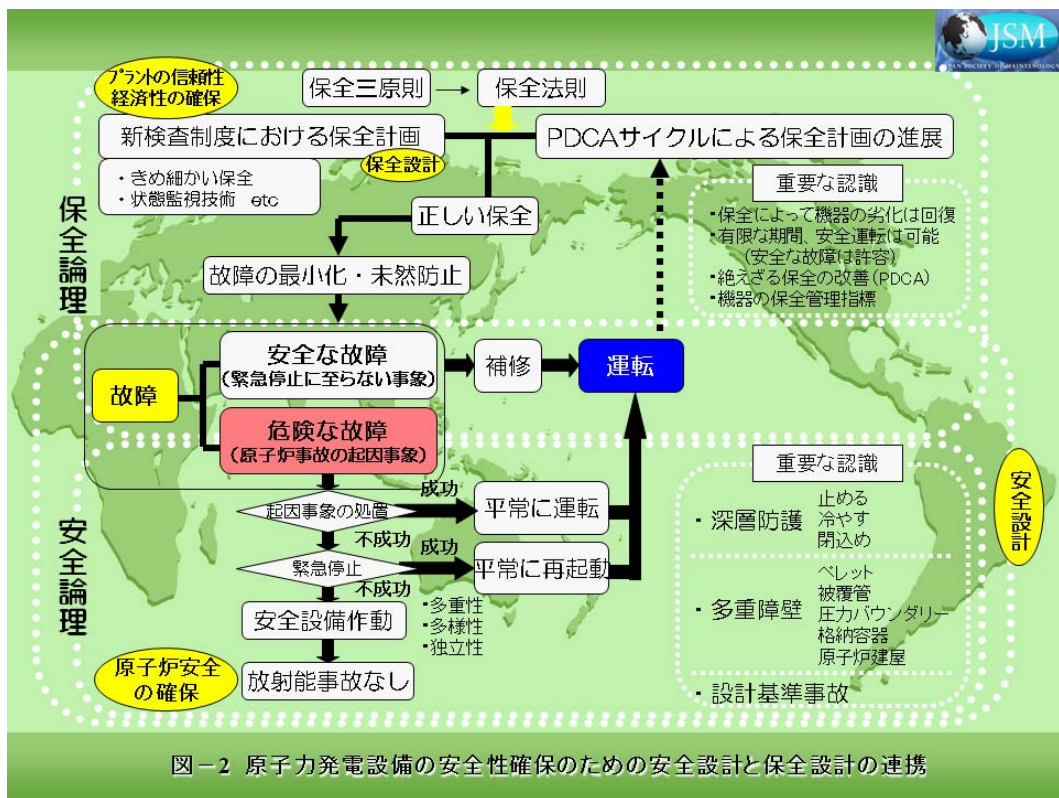
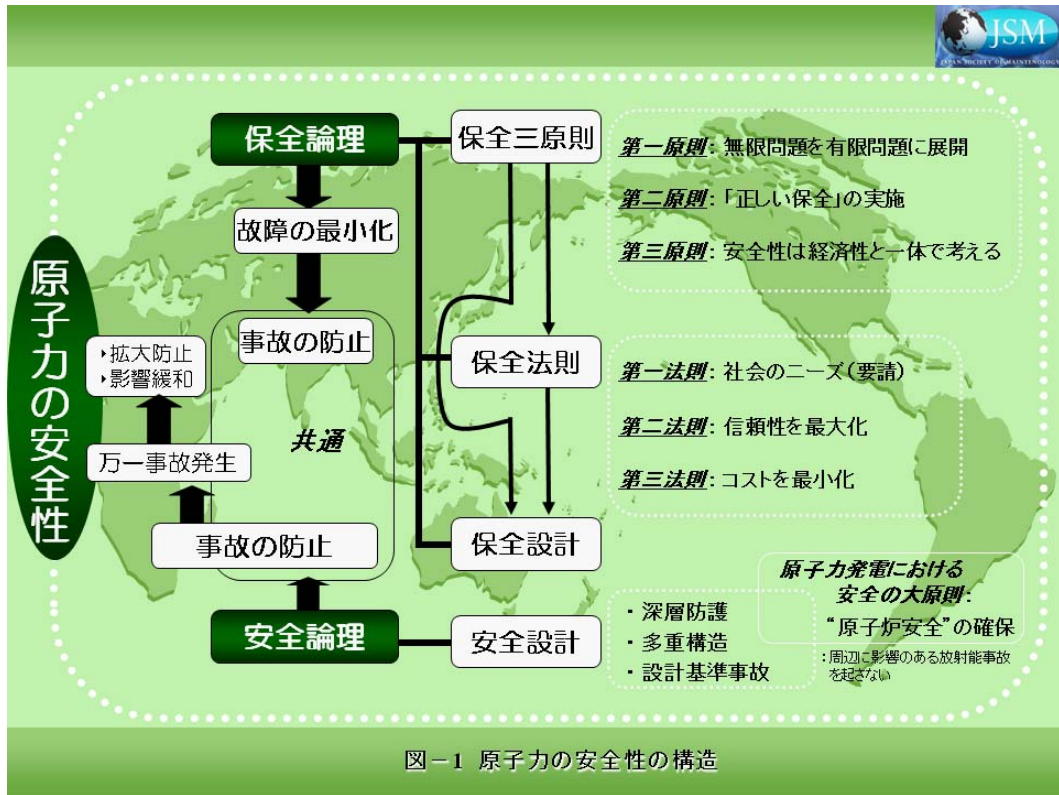
考えてみれば、安全性の向上があつて初めて高稼働率は実現されるので、高稼働率を追求することは必然的に故障の最小化に向けて最大限の努力をすることでもあります。従来、稼働率の追及は安全性をおろそかにするものだという誤解が蔓延していました。考えてみれば、両者が矛盾しないことは明らかです。また、後述するように稼働率向上は炭酸ガス放出の削減につながることも認識しておくべきです。炭酸ガスの放出削減をもたらす稼働率向上は地球を救うことに通じていると考える時代に入ったといえることができます。このような認識の上に立って、「第三原則」を保全の基本的な考え方の一つとして採用しました。

### 保全三原則の構造

したがって、保全設計は「保全三原則」から演繹される保全の基本的な考え方に基づいて「正しい保全」を策定することを目指します。そして策定された保全設計の妥当性は、やはり「保全三原則」から帰結される保全の法則に基づき、機器・システムの故障をどれだけ少なくできるか、その程度に応じて評価されます。ちなみに、保全の法則は、「信頼性と経済性が適度にバランスするように保全は決定される」というものです。

このように推論すると、「保全三原則」から演繹される保全の基本的な考え方が保全設計の基本原則や保全法則の概念を決めていることが推測されます。別の表現をすれば、「保全三原則」、「保全法則」、「保全設計」は論理的な階層構造を構成しています。これらを総称して原子力の「保全論理」と呼ぶことにしているわけです。以上の議論の要旨は図-1と図-2にまとめられています。





## 第五章 新検査制度の分析と評価

### 5.1 新検査制度における保全思想の進展

原子力発電所の安全確保の方策が原子力の「保全論理」に支えられた保全設計によって具体化されるのは先に述べた通りです。これが原子力安全を確保する予防保全の要であることを意識しつつ、このような視点から見て、「正しい保全」が「新検査制度」の中でどのように実現されようとしているのかを分析することが、ここでの評価内容です。

新検査制度の制度設計に当たって、保安院の「検査の在り方検討会」でなされてきた議論は、保全に関する理解を一段と深めるものであったと言えます。議論を通して得られた進展は画期的なものであり、保安院と事業者の熱意と努力は客観的にみて高く評価されるべきものと考えます。

それはこれらの検討の中で保全の概念が深まったことに現れています。例えば、

- (1) 「安全重要度」に加えて、供給信頼性を考慮した「保全重要度」が定義されたこと、
- (2) また原子力の安全確保に対する保全の効果を定量的に評価するための、「保全活動管理指標」、「安全実績指標」、「重要度決定プロセス」、保全を行っていけば損なわれなかった機器の故障すなわち「予防可能故障」、「有効性評価」、などの概念が定義されたこと、
- (3) さらに「根本原因分析」の実施や「組織風土の劣化防止」などシステムを正常に機能させる人的側面の重要性にスポットが当てられたこと、などを挙げるすることができます。
- (4) さらに、事業者が保全計画策定時には必ずスパイラル改善行為（PDCA）を適用することになったことも特筆に価するでしょう。

学術の発展が新しい専門用語の定義と連動していることに照らせば、「保全設計」を支える概念や手法は大きく進展したと言えます。「新検査制度」にみられるこれらの概念や手法が「保全論理」から演繹される「保全設計」の質を向上させるのは明白です。

### 5.2 新しい保全方式の採用と保全パラメータの活用

「新検査制度」では、現行制度に比べてメリハリの利いたきめ細かい規制検査が行われます。保全活動の細かい抜け（ほころび）による故障の発生を徹底的に押さえ込もうとしています。このことをここでは故障の最小化と言ってきました。また、事業者の保全活動もこれに対応して効率的な保全を約束する信頼性重視保全や機器・システムの異常を適宜に監視する状態監視技術を活用した状態基準保全などの新しい保全手法を取り入れ、きめ細かい保全活動を実施しようとしています。それゆえ、故障は基本的に最小化されるものと判断できます。例をあげましょう。

#### 偶発故障

繰り返しになりますが、故障には異物の混在などのため突然生じる偶発故障があります。これは予測できません。これまで、日本の原子力発電所においてほとんど適用されてこなかった状態監視技術は、この偶発故障を早期に発見し効果的に防止することができます。「新検査制度」のもとではこの状態監視技術が積極的に適用されようとしているのも目玉の一つであります。事業者は今後、定期事業者検査の一環として、重要機器の振動計測が義務付けられることとなります。

### 原子炉停止間隔

また、機器の点検間隔や検査と検査の間隔、「原子炉停止間隔」は先に述べたように本来「保全の方法」に依存するものです。これらの「間隔」は明確な技術的根拠に基づき決定されるのが保全の基本です。技術的根拠とは、劣化メカニズム情報、状態監視技術から得られる情報、運転経験および実績に関する情報、劣化事象の傾向監視から得られる情報、といった「保全パラメータ」の活用です。「新検査制度」ではこれらのパラメータを十分に活用しようとしています。情報を十分に活用して、適切な保全、保全の方法や間隔を決めていきます。

また、この「間隔」の妥当性は、保全の結果の成績、すなわち、機器レベルで判断する保全活動管理指標や保全活動の結果が総合的に反映される安全実績指標などの値を参照することで判断できません。したがって、このように保全の原則からみれば、現状の原子炉停止間隔の13ヶ月にこだわる技術的な理由はどこにもありません。これらの間隔を変更する必要性はこれらの指標値や保全パラメータを用いて決定できます。「新検査制度」では初めての試みとして、保全管理の仕組みの中に有効性評価としてこれらの指標を体系的に取り入れ原子炉停止間隔を科学的・技術的に決めようとしています。

### 劣化メカニズムの傾向管理

また、機器に生じる故障の特徴を把握するため、データを多く取得し劣化メカニズムの傾向管理を把握します。膨大なデータを体系的に処理しながら、故障の防止対策を講じようとしています。このようなきめの細かい対応は現行検査制度の下では未実施のものです。「新検査制度」は、現行の検査制度に較べてより進歩したアプローチを採用しようとしているので保全計画とそれに基づく保全行為が充実したものになることは確実と考えます。

## 5.3 事業者の保全と規制の検査が運転期間を決める

事業者の保全活動と規制検査は、その後の原子炉運転の安全性を保証するために実施されていると考えることができます。現在は、定期に行う事業者の検査や保安院あるいは原子力安全基盤機構が行う「定期安全管理審査」によって、「次の13ヶ月間運転してよいこと」を確認していると考えられます。

## 保全と検査と運転の三位一体

このような「検査と運転」に関する制度は大変重要なことを示唆しています。つまり、現在行っている事業者の「保全」と規制当局の「検査」が、次のサイクルの安全運転を保証していると考えられるからです。しかしながら、安全運転がどのように保証されているか、現状はどうなっているか、調べてみる必要があります。

規制当局は事業者の各種の検査結果に対して終了書や合格書は出しますが、次サイクルの安全運転までは保証していません。このことは、「原子力発電所の安全運転に第一義的に責任を有するのは事業者である」ことを言っています。発電所のことを隅々まで知っているのは事業者であって、規制当局はそこまでは知り得ません。したがって、直接的な責任は取れないのです。規制当局の役割は、事故を起さないように事業者が「正しい保全」を実施しているかどうかを確認・指導するところにあります。このような規制当局と事業者の連携プレーによって安全運転は保証されています。

一方、次サイクルの運転が安全である根拠を科学的・技術的に証明するのは未来のことですから易しくはありません。この問題は次のように解釈されます。すなわち、機械設備には、現在の状況が一定期間継続するという性質があります。多くの場合急激な変化は起きないのです。したがって、機械設備に手当てを施すとある期間故障は生じません。どの程度長い期間故障を起こさないかということは、諸外国の例も含めた多数の原子炉の実績や経験、先に述べた保全パラメータの変化の程度から決めることができます。保全の「第二原則」の「附則3」でいう経験則を適用するのです。その視点から世界の原子炉の運転状況を見ると、30年を超える運転期間の膨大な運転実績と経験の存在に気がつきます。これらの実績に基づき、「保全」と「検査」の連携プレーの結果を運転条件の決定に適用しても良いことが示唆されていると考えることができます。すなわち、経験と実績は社会通念の範囲内で保全計画の妥当性を示す根拠になり得ると考えるのです。

## 保全パラメータの活用

「新検査制度」になれば、事業者は各種の保全パラメータを採取します。特に劣化メカニズムの傾向管理は重要です。保安院はこれらのデータを用いて原子炉運転間隔の妥当性を技術的に評価しようとしています。これらの技術的な評価は諸外国にも見られない先進的なものですが、一方でここまできめ細かく保全を実施しなくても良いのではないかとという考え方もあります。現に諸外国ではこのような保全と検査は実施されていません。今後、これらが過剰保全であるとわかれば、PDCAを回して改善していけば良いと思われます。

事業者の保全と規制当局の検査が、次の安全運転を経験的に担保している事実は高経年化対策にも適用することができます。後に見るように、日本の高経年化対策は諸外国に比べてやりすぎと言える程に、保全に万全を尽くしています。

「新検査制度」のもとで、事業者は考えられる機器の劣化事象に着目して「それが運転と共にどのように変化していくか」について点検期間毎に測定してデータベースを充実さ

せようとしています。そうして得られたデータから劣化事象の傾向を把握します。時間の単位は運転期間（原子炉停止間隔）です。劣化は自然現象ですから突然急激に変化することはありません。したがって、現在の劣化事象の傾向から、次の原子炉停止間隔の期間、機器の健全性を保証することができるのです。これを運転の「外挿性」と呼ぶことにします。各種データがこの「外挿性」の信頼性を高めます。事業者の各種の検査によって得られるデータの傾向管理値を精査することによって、規制当局は事業者が申請する原子炉停止間隔の妥当性を審査することができます。

#### 5.4 高経年化対策の具体策

現在、規制当局が審査している「事業者の高経年化対策」の技術評価は、30年の節目に行う評価です。それまでの運転実績を踏まえながら原子力発電所の60年運転を想定した際その時点での健全性がどの程度のものであるかを評価するものです。

#### 60年運転の可能性

日本の原子力発電設備は米国と異なり、あらかじめ決められた設計寿命はありません。部品や機器には想定した寿命があり、それに基づき適切に交換されていますが、プラント全体として見れば設計に十分な余裕があるため、想定以上の寿命を持っていると予測されます。それを評価しているのが先述した「高経年化技術評価」です。

原子力発電設備が30数年間安全に運転されてきたことは世界の実績です。原子力設計者にとって、これらの実績と経験を踏まえると、適切な保全を行うことでこれらの設備が30年以上の使用に耐えることは裕度を持った設計条件から判断して明らかでありました。同時に、今後、劣化に対する必要な手当てや主要機器の新品への取替えを適切に行っていくことで、さらに数十年の運転が可能であることも多くの保全専門家が予想していたところです。これを科学的・技術的にかつ定量的に評価したものが、先に述べた保安院による「高経年化技術評価」です。関係者の予測どおり、30年経過直前のプラントを厳密に評価したところ、今後30年の、合わせて60年までの運転は可能という結果が得られています。すでに十数基について同じ評価がなされ、同じ評価結果となっています。設計裕度や設備の使用経験のことを考えると、この結論に驚くことはありません。これらの評価を少し詳細に見てみましょう。

#### 高経年化炉の技術評価

劣化の項目によっては60年間、機器の劣化が評価で予測した通りになるかどうかを確かめていく必要があります。そのための手段が、次に述べる適切な保全に基づいた「高経年化対策」と「評価」です。このときのキーポイントは機器や部品の劣化がどのように進行するかであります。先述したように、事業者は定期検査毎に行う保全の作業時に多くの部品の劣化状況を調べ劣化のデータを蓄積します。それに基づき、劣化パラメータ（疲労、

応力腐食割れ，減肉，中性子照射効果など)の傾向管理を行い，未来の故障を予防し防止しようとしています。劣化の種類によって進行速度が異なることは当然ですから，進行速度とメカニズムの違いに着目しながら，規制当局による評価の時期と形態を以下のような重層構造にして実施しています。

- (1)通常保全を寿命がくるまでサイクル毎に実施する。
- (2)定期安全レビューを10年毎に寿命が来るまで実施する。
- (3)高経年化技術評価を30年目に実施する。

不定期に発生するかもしれない不具合や故障には毎サイクルの定期事業者検査で対応し，10年を一区切りと見て反映すべき運転経験や新しい技術知見はないのかどうか，さらに追加すべき保全措置はないのか，確認するのが規制当局による定期安全レビューであります。例えば，応力腐食割れ(SCC割れという)は環境や表面の処理状態に依存していて，何時，どこに発生するか，おおよその目安は付きますが正確には予測できません。しかし発生時期は遅く，進展も遅いということは判っています。したがって10年単位でしっかり見ていくという保全政策を取っても問題ありません。高経年化技術評価では，30年の運転の間に蓄積された劣化現象や，あるいはこれまで顕在化してこなかった事象がないかに注目しながら評価していこうというねらいがあります。同時に，30年間の運転経験，故障の経験等を反映させながら長期保全計画を策定することも要請されます。

このように，新知見の導入や必要な保全の追加措置を講じながら，古い原子炉の安全水準を新しい原子炉のそれと同じレベルにすることを目指すものであり，このような念には念をいれた保全対策と規制対応を見ると，高経年化対策は充分体系的であり，高経年化問題は十分に克服されると評価できます。

#### 「技術基準」適合性

先に分析したように，原子力発電設備の健全性と安全性はそもそも根幹的に「設計」で担保されています。現在，運転中の安全を維持するため，さまざまなトラブル・故障は国が定める「技術基準」に適合しているかどうか，絶えず検証される仕組みになっています。欠陥には，許容できるものと許容できないものがあります。先の言い方に習えば，「安全な欠陥」と「危険な欠陥」に分けることができます。危険な欠陥は当然補修されなければなりません。発電所の保全はこれに類する行為の連続だといえます。このような現在の安全確保の手段は「新検査制度」のもとでも適用されます。

#### 5.5 新検査制度の包括的評価

最後に，新検査制度全体を概観するに，「保全三原則」の「正しい保全」に照らしてみましよう。「新検査制度」が，

- (1) 保全の思想を進展させたこと，
- (2) 故障の原因である劣化に適切にかつ体系的に対応していくこと，
- (3) 保全の実態に照らして機器の点検間隔や原子炉停止間隔を技術的根拠に基づいて柔軟に決めるシステムを構築したこと，
- (4) 現行の高経年化対策をさらに充実したこと，
- (5) プラントの安全水準を総合的に評価する指標（安全実績指標）を導入したこと，
- (6) 運転中にも規制の目が届くようにしたこと，
- (7) 事業者の保全計画を事前に検討する仕組みを導入したこと，

などを考慮すれば、「新検査制度」が「現行検査制度」よりはるかに体系的になっており、現行保全が達成している安全レベルより高いレベルが達成されることになるものと評価されます。

評価会議は、このことを“規制”と“保全”は現在の第二世代の検査制度から第三世代の検査制度に進化するであろうと言明したいと思います。当然、事業者の保全もそれに対応して体系化され、さらに充実するであろうことを確信します。

## 第六章 今後の課題について

### 6.1 規制当局もスパイラル改善行為の採用を

事業者の保全活動が、「新検査制度」の中で、スパイラル改善行為（管理指標に基づくPDCA）を常に適用し、保全計画が最適解に収束していく仕組みを採用したことは高く評価されます。一方、規制の在り方に関してもスパイラル改善行為が適用されることが望まれます。事業者の責任は明確ですが、規制の責任も今以上に明確にすることが必要です。評価会議は、これらの努力を通じ、規制当局が原子力安全行政に関して一般市民や自治体や地元住民に対して確固たる権威を確立していくことが極めて重要と考えます。

### 6.2 人類未踏の課題解決を

「新検査制度」のもとで保全の改善策が数多く提案されました。それにもかかわらず、原子力の根幹的な問題としてこれまで避けられてきた課題「原子力施設の安全水準の定量化」については、問題提起さえなされませんでした。「安全実績指標」や「保全活動管理指標」の活用はこの困難な問題の解決策の一部でしょう。リスク評価を使ったこの問題の解決に関しては、いくつかの理由から「当面検討を継続する」という程度に考えた方が賢明であると判断します。リスクの評価に際して、毎サイクルごとに行う常用系機器の保全の効果は考慮されないからです。したがって、「保全三原則」に基づいた議論の土俵が用意され、そこで「原子力施設の安全水準の定量化」について検討されることが望まれます。

この根幹的で重要な問題が積み残しのままにならないように、規制当局と事業者が協力して、この課題に挑戦し試案を出すことを評価会議として期待したいと思います。この人類未踏の課題に対する挑戦は、従来の原子力の安全確保に関する誤解と混乱を緩和させる点からも強く望まれるものであり、保全による安全確保という普遍的な問題の解決にもつながると思われれます。今後、高経年化炉の安全運転を、確信を持って継続していく上でも極めて有用な解決策を与えてくれます。

### 6.3 原子炉運転の再開と故障の原因究明の関係

このように考えていくと、原子炉事故に直結するとはとても考えられない故障に対して、保安院が過度に保守的な対応を取り、原子炉を不要に停止させる「行政指導」は報道関係者や地元住民を過剰に意識した結果と思われる場合があり、改善の余地があると考えます。報道関係者や行政との間に科学的な理解につながるコミュニケーションの確立が望まれます。むしろ、故障の原因究明は研究所でじっくり行った方が良い場合が多く、その方が着実な原因究明につながると考えます。安全対策を適切に施すための原因究明を進めながら、運転しても支障がない場合には、原因究明が完了するまで運転を指し止める必要はなく、技術的・合理的な規制判断をして遅滞なくプラントを立ち上げるべきだと考えます。

したがって、どのような故障であれば原因究明なしに運転再開ができ、どのような故障



の場合にはできないのか、それらの条件を判定基準として整理しておくことは大変重要で  
す。現在それらは明確にされておらず、担当者の裁量にゆだねられているというのが実情  
で、納得のいかない場合も見られます。保安院が目指す科学的・合理的規制の思想をこの  
問題にも適用すべきだと考えます。

このように、故障と運転再開の条件を明白にすることで、安全性を優先した上で稼働率  
の向上も無理なく達成でき、炭酸ガス放出の減少にもつながり、地球温暖化問題にも貢献  
できます。

#### 6.4 報道への期待

現在でも、「原子炉事故は何時起こるか判らない、その証拠に故障は何時までもなくな  
らない」という不安が、地元住民の気持ちの中に存在することは事実でしょう。原子力技術  
は日進月歩であるということが、十分に一般市民に伝わらず、原子力に関する理解が旧態  
依然のままであるのは残念な状況です。原子力発電設備の故障に関する理解も新たにす  
る必要があるにも関わらず、以前と同様であります。

これらに関連して、「原子力の安全論理」は安全確保に対して偉大な貢献をしてきたもの  
の、考え方の前提として事故につながる故障の発生メカニズムについて深く考察されてこ  
なかつたことは先に述べた通りです。より安全な原子力を追求することに関して、いわゆ  
る原子力慎重派からこの点の指摘があり、「原子炉事故に至る故障をゼロにすべき」という  
抽象的で過大な要求が出され、議論が混乱してきた側面は否定できません。議論が混乱し  
ただけでなく、多くの不安を報道関係者や地元住民、一般市民に与え続けてきたといえま  
す。しかし、不安は与え続けられてきましたが、原子炉事故からくる放射能による実害は  
なかつたことも事実です。

#### 6.5 まとめ

本メッセージにおいて「新検査制度」の分析を通して「故障」と「原子力安全」との関  
係を明らかにしました。ここで得られた最も重要な基本的認識は、

- (1) 原子力安全性は原子力の保全論理と原子力の安全論理がお互いに補完しあうことによ  
って確保されていること、
- (2) 社会通念と有限の期間という判断基準を設けることで、毎サイクルごとの安全はサイ  
クルごとに実施される保全と規制検査によって担保されていること、
- (3) これを繰り返し実施していくことで炉の寿命に至るまで安全性を確保すること、

の三点であります。原子力発電所において「新検査制度」が実施されることによって、「安  
全な故障」は撲滅できないものの、故障を原因とする原子炉事故が起こるとは考えられま  
せん。

したがって、原子炉施設からくる不安は、地元住民、自治体、一般市民、そして報道関係者が、「事業者が行う保全が正しいかどうか」、「規制が行う検査が有効であるかどうか」、を絶えず監視し納得がいくことで解消されるのではないのでしょうか。規制当局は、事業者が保全活動において「する」論理を適用し続けているかどうかを、地元住民を代表して確認していくことが肝要と思われます。原子炉が安全であるかどうかを机上で議論する時代は終わっています。事業者の活動の実態を観察することが大切です。

これまでの故障に関する報道には、「故障は原子炉事故に直結するかも知れない」というような不安を起こさせるものが多くありましたが、今後は実態をよく見た上での適切な報道が望まれます。

原子力コミュニティは、報道関係者や自治体から厳しく批判されてきたことを反省し、地元住民との共存など新しい運営形態を模索しています。情報公開の徹底などの真摯な努力を見ると、新しい秩序が構築されようとしているのは明らかです。このような状況が継続するかどうかを見ながら、事業者や規制の活動を建設的に批判した報道に期待します。

評価会議は、日本が資源の 96%を海外から輸入している事実や石油の大量消費による価格の上昇を思うとき、真剣に日本のエネルギー安全保障の重要性を一般市民に訴えていくことが急務だと考えます。

## 第七章 論点に対する論点評価会議の評価のまとめ

「新検査制度」の中で電気事業者が行う保守管理活動を分析した結果、それは、体系的な保全活動を継続的に実施する仕組みのもとで、経営による品質管理活動と管理指標値(別添-2参照)を用いた保守活動を展開しながら、機器の機能と故障の技術的関連をよく見極めようというものになっており、この活動が事業者の改善意欲を維持しつつ継続的に実施される限り、日本保全学会はいうまでもなく一般市民も、この仕組みによる原子力発電プラントの安全確保を信頼して良いと評価します。

原子力発電プランの健全性を維持するメカニズムの根幹は、電気事業者による体系的な保全の実施と規制当局によるきめ細かい検査であります。運転経験を効果的に反映し、新技術を効率的に取り込み、古いと思われる設備は修理されるか新品に取替えられるので、経年劣化で失われる安全裕度は少なくとも安全運転に差し支えない程度には回復されます。したがって、老朽化というイメージは払拭されてよいと考えます。高経年化対策として、通常保全、10年毎の定期安全レビュー、30年目の高経年化技術評価のようなきめ細かい検査、等々が総合的に実施されます。それに加えて、現状の技術的知見を俯瞰的に適用し、さらに新技術が適宜に採用されるので、高経年化問題は十分に克服できるものと評価します。

ただし、60年間の運転を想定し、「高経年化評価」の後30年間の出来事に関して予測困難な場合に備え、「原子力の安全論理」と「原子力の保全論理」を踏まえつつ、保全には継続的にスパイラル改善行為を適用して行くことが必要であると同時に、重要な情報は一般市民に広報しつつ、高経年化問題に対処していくことが重要と考えます。報道関係者がこれらの観点から事業者と規制当局側の対応について客観的な評価を行い一般市民に報道することを切に望みます。

## 第八章 アンケート結果


今回立地地域の方を含めた 189 人の一般市民を対象にアンケート調査を行いました。

多くの方は検査制度そのものの存在は知っているが、「新検査制度」のことは立地地域では 50%の人が知っているのに対し、都市部では 17%しか知らない、という結果になりました。保安院の広報の仕方に今ひとつの工夫が必要だと思われます。

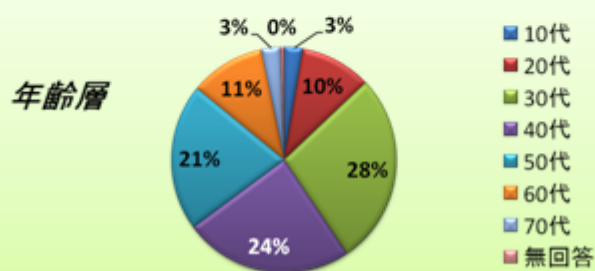
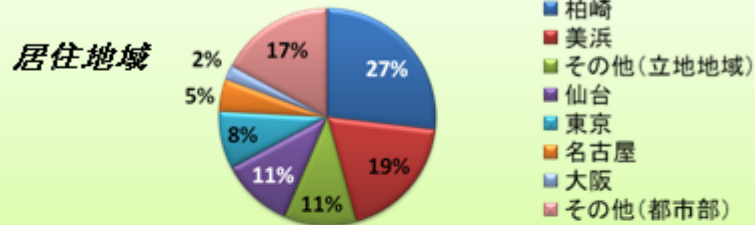
また、立地地域では、「安全面での影響」、「検査制度の実施体制」、「地元経済への影響」を懸念する声が強かったようです。安全面では、運転期間の延長で安全性が低下するのではないかと、新制度と旧制度の違いがはっきりしない、旧制度は杜撰だったのか、これから手を抜くのか、耐震性はどうなのか、といった声が強くありました。保安院による地域説明会の様子を見ても説明の仕方や内容に不満が残る、という声が印象的でした。

しかし、これらにも拘わらず、立地地域でも都市部でも 80%以上の方が「原子力発電は必要だと思っている」と回答しています。世論は潮目を変えつつあるのかということを感じさせるものでした。

以上は小規模のアンケート結果の要約ですが、「新検査制度」に関する人々の生の声が懸念や疑問の形で表明されたと思われます。本メッセージはそれらの懸念や疑問の多くに答えていると考えます。以下にアンケートの具体的内容を提示します。

 JSM JAPAN SOCIETY OF MAINTENANCE	
<b>「原子力の論点」評価会議での アンケート調査結果</b>	
<b>アンケートの概要</b>	
<b>目的</b>	原子力発電所の新検査制度について、国民は何に関心や疑問を持っているのかを特定する
<b>対象者</b>	国民 全般 計189人（原子力発電所立地地域・都市部在住）
<b>主な調査項目</b>	・新検査制度の把握状況について ・新検査制度に対する関心について ・原子力全般に対する関心について 等

## アンケートの全回答者(189人)の属性



## アンケート調査結果

「原子力発電所の設備を健全に保つためには、一定期間毎のチェック(検査)が必要で、現在、法で定められた検査制度があります。そのことをご存知ですか？」

**検査制度に対する認知度は、80%を超えている**

＜原子力発電所立地地域+都市部＞



「来年度より原子力発電所に対し、新検査制度が導入されることをご存知ですか？」

**原子力発電所立地地域においても全体の約半分に留まる**

＜原子力発電所立地地域＞



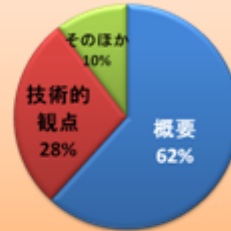
＜都市部＞



「新検査制度についてどのようなことに  
関心がある、あるいは知りたいと思いませんか？」

＜原子力発電所立地地域＋都市部＞

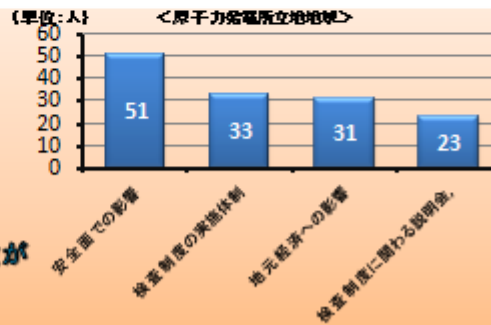
概要だけでなく技術的観点から  
知りたいと思っている人が約3割いる



「新検査制度について、  
疑問や懸念に思っていることは  
ありますか？」（複数回答可）  
（立地地域のみ質問）

（単位：人） ＜原子力発電所立地地域＞

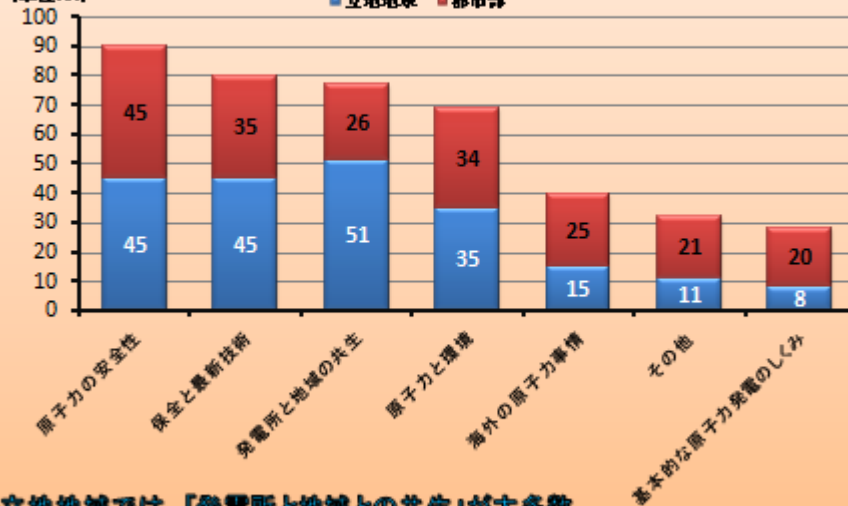
原子力発電所立地地域の約半数が  
「安全面での影響」を選択



「原子力全般で、どのようなことを知りたいと思いませんか？」（複数回答可）

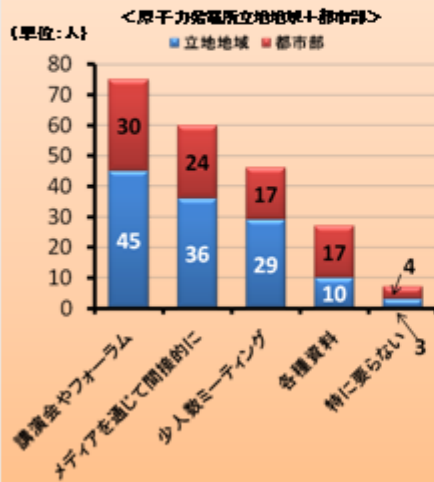
＜原子力発電所立地地域＋都市部＞

（単位：人）

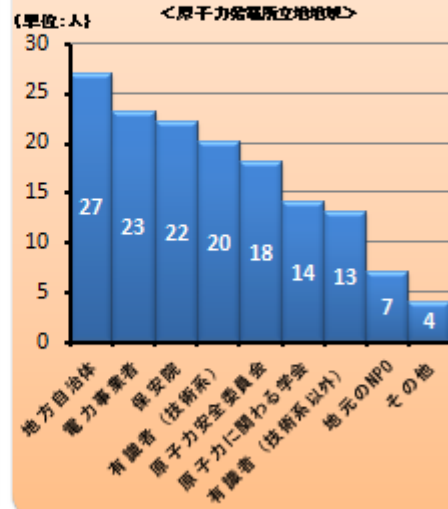


立地地域では、「発電所と地域との共生」が大多数  
都市部・立地地域共に「原子力の安全性」「安全と最新技術」への関心が高い

「保全に関するコミュニケーション手段として、どのような方法が望ましいでしょうか？」  
(複数回答可)

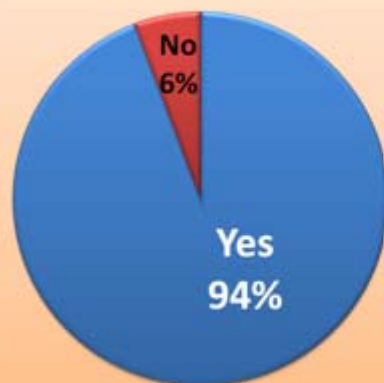


「保全に関する情報を得る機会として、どのような団体のミーティングや講演・フォーラムに参加したいですか？」  
(複数回答可)

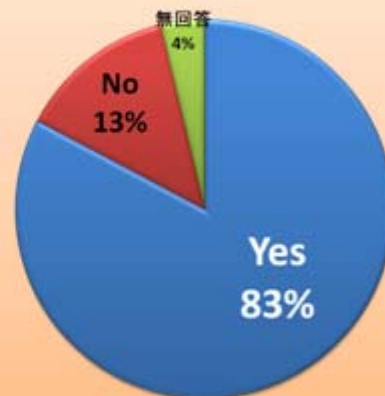


「原子力発電は必要だと思いますか？」

＜原子力発電所立地地域＞



＜都市部＞



## インタビュー・アンケート内容（原子力発電所立地部・都市部共通）

0-1 性別： 男、 女      0-2 年代： 10代、20代、30代、 40代、50代、60代、70代

1 原子力発電所の設備を健全に保つためには、一定期間毎のチェック(検査)が必要で、現在、法で定められた検査制度があります。そのことをご存知ですか？

選択肢 Yes or No

2 来年度より原子力発電所に対し新検査制度が導入されることをご存知ですか？

選択肢 Yes or No

3a 新検査制度についてどのようなことに関心がある、あるいは知りたいと思いませんか？

選択肢 ① 概要(導入時期、変更点など) ② 技術的観点からの制度内容 ③ その他

3b 新検査制度について、疑問や懸念に思っていることはありますか？（複数回答可）  
（発電所立地地域のみ）

選択肢 ① 地元経済への影響について  
② 安全面での影響について  
③ 検査制度の実施体制(保安院、事業者)について  
④ 検査制度に関わる説明会やコミュニケーション内容や方法について

4 原子力全般で、どのようなことを知りたいと思いませんか？（複数回答可）

選択肢 ① 基本的な原子力発電のしくみ ② 原子力の安全性 ③ 原子力と環境  
④ 原子力保全と最新保全技術 ⑤ 海外の原子力事情 ⑥ 発電所と地域の共生  
⑦ その他

5 保全に関するコミュニケーション手段として、どのような方法が望ましいでしょうか？（複数回答可）

選択肢 ① 少人数ミーティング ② 講演やフォーラム ③ 各種資料  
④ メディアを通じて間接的に ⑤ 特に要らない

6 (質問5で1, 2を選んだ方に)保全に関する情報を得る機会として、どのような団体のミーティングや講演・フォーラムに参加したいですか？（複数回答可）（発電所立地地域のみ）

選択肢 ① 地方自治体 ② 原子力安全委員会 ③ 保安院  
④ 電力事業者 ⑤ 有識者(技術系) ⑥ 有識者(技術系以外)  
⑦ 原子力に関わる学会 ⑧ 地元のNPO ⑨ その他

7 原子力発電は必要だと思いますか？

選択肢 Yes or No



(別添 - 1)

## 原子力論点評価会議 委員名簿

### 委員

新井 光雄	元読売新聞編集委員
出澤 正人	新潟大学客員教授
北村 正晴	東北大学名誉教授
久保寺昭子(故)	東京理科大学名誉教授
杉山憲一郎	北海道大学教授
宮 健三(評価会議議長)	日本保全学会会長
山内 嘉明	弁護士
柳沢 務	日本原子力研究開発機構 特別顧問
吉川 栄和	京都大学名誉教授

### 協力者

宮野 廣	東芝プラントシステム(株) 執行役員
後藤 裕宣	特定非営利活動法人徹信会 理事長
山下 寛子	アイ・ビー・エム ビジネスコンサルタント

(別添 - 2)

## 用語の説明

### \* 原子力の安全論理

炉心損傷事故が起こると放射能が環境に放出される可能性が生じます。これを防止し放射能の環境放出に至る事態を防護するための様々な対応の考え方、論理を総称して「原子力の安全論理」といっています。従来は、炉心事故による放射能の漏れに対する安全確保を「原子炉安全」と称してきましたが、現在は放射能漏れの事故に対する安全確保全般を「原子力安全」と称するようになっていました。この枠組みの中で、多重防護思想とか設計基準事象とかいった防護策が検討されます。

### \* 原子力の保全論理

プラントを構成する機器・システムの故障が事故につながる場合があることを想定し、故障の最小化を計ることを目的にします。保全の行為を検査・評価・補修であると考え、運転機能を損なう事象に対する方策や、機器の劣化を防止する対策を科学的・技術的に妥当な方法を用いて実現する論理であります。対象機器の選択、選ばれた機器の重要度の決定、点検間隔の決定、原子炉停止間隔の決定、保全方式の決定、機器の状態の監視方法、管理指標値の決定、有効性の評価方法、などの保全パラメータを使って最適保全計画を作成する原則であります。

### \* 管理指標値

一般的には管理の目安とする基準値と言って良いですが、ここでは、機器の故障回数やスクラム（原子炉内の核反応を短時間で止める仕組み）の回数などのことです。ある値以下であることが望まれます。事業者が策定する保全計画にPDCAサイクルを適用しますが、保全の結果、適切な保全であったかの判断の目安として、この故障回数やスクラム回数、原子炉の安全を確保するシステムの故障時間などを用います。これを用いて、次回の保全の方法を立案する保全計画の策定にフィードバックされます。このようないくつかのプラントの指標は、プラントの健全性の程度、ひいては安全水準を表すパラメータの一つと考えることができるでしょう。