

# 原子力発電所の定期検査時の 保守作業における技能に関する調査

Survey on maintenance skills required for nuclear power plant periodic inspections

濱崎 賢一 (Kenichi Hamasaki)\*

**要約** 本研究では、今後の原子力発電所の定期検査時の保守作業レベルの維持・向上を図る上で有用な情報を得ることを目的として、一般産業における技能伝承に関連した動向調査、および原子力発電所の定期検査時の保守作業に携わる熟練作業員へのインタビュー調査を実施した。

一般産業における技能伝承に関連した動向調査の結果、さまざまな分野で「2007年問題」が頻繁にとりあげられており、自社の保有する熟練技能やノウハウが喪失しかねないという危機意識を持っているところが少なくないことがわかった。技能伝承を円滑に進めるために、技能伝承計画の作成、マイスター制度の導入、熟練技能者による技能塾などの対策がとられていた。

A 原子力発電所の定期検査時の機械関係設備の保守作業に携わる熟練作業員に対するインタビュー調査の結果、保守作業にはさまざまな技能が必要となることがわかった。熟練作業員とそうでない人を比べると保守作業において「時間面の差」が大きいと考える人が多く見られた。以前に比べて熟練作業員の全体数が減少傾向にあるところや、高齢化しているところも見られ、今後懸念されるような事柄として、建設経験や不具合対応経験を通して習得できる技能の不足等があげられた。技能伝承の進捗程度は会社によりばらつきが見られ、うまくいっていない理由としては若手と教える側との年齢差によるコミュニケーションの問題等、一般産業でも見られるような点があげられた。一般的に原子力発電所での保守作業に特有の部分は技能伝承を進める上でマイナス材料として捉えられており、一般産業と共通の問題に加え原子力発電所特有の部分により、技能伝承を難しくしていると考えられる。

**キーワード** 定期検査、保守作業、熟練作業員、技能、インタビュー調査

**Abstract** In this study, we conducted a trend survey regarding the problem of passing on senior workers' skills and knowledge to young employees in industries in general, and an interview survey of skilled workers engaged in maintenance work during periodic inspections at a nuclear power plant. These surveys aimed to obtain useful information for maintaining and improving the quality of future maintenance work during nuclear power plant periodic inspections.

The trend survey of industries found that the "Year 2007 Problem (difficulties associated with the start of mass retirements of baby-boomers)" was often taken up in various fields and that many companies were concerned about losing their accumulated skills and know-how. To ensure that skills are smoothly passed on to the younger generation, companies have taken various measures, such as development of plans for passing on skills and knowledge, introduction of the Meister system and implementation of workshops by skilled workers.

The interview survey of skilled workers engaged in maintenance work of mechanical equipment during periodic inspections at Nuclear Power Plant A found that various skills were required in maintenance work. Regarding perceived differences between skilled and unskilled maintenance workers, many respondents believed that the largest difference was in terms of time taken to carry out specific procedures. Some maintenance companies have increasingly fewer skilled workers than before or face aging of skilled personnel. As future concerns, respondents cited the loss of skills that have been acquired through experience in construction and in handling of troubles and failures. Differences were observed among companies in the degree to which skills have been passed on to the younger generation. As a reason why skills are not successfully passed on, respondents cited communication problems due to age differences between senior and young workers and other problems that were also observed in other industries. In general, elements specific to nuclear power plant maintenance work are considered to be negative factors that hinder the passing on of skills. In addition to problems shared with other industries, the problems specific to nuclear power plants make it difficult to pass on senior workers' skills to younger employees.

**Key Words** periodic inspection, maintenance work, skilled worker, skills, interview survey

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

## 1. はじめに

原子力発電所の安全・安定運転を継続する上で、定期検査時における機器の保守作業を的確に行うことは重要である。国内においては多くの保守作業は電力会社の管理・監督のもとで協力会社の作業員によって行われており、保守作業の品質を維持する上で熟練技能をもった作業員は大きな役割を果たしていると考えられる。

熟練作業者のもつすぐれた技能は、理路整然とは説明できない暗黙知と呼ばれる部分が多く、言葉、文章、記号などで表現することが難しいと言われている。森（2005）は、技能とは人間が持つ技に関する能力であり、それを使って仕事などを行う行為を指しており、見えるのは作業をしている状態か、作業の結果であるとしている。

一般産業に目を向けると、機械化・デジタル化により、以前は必要とされた熟練技能が不要になった作業もあると考えられるが、現在でも熟練技能を必要とする場面が数多く残されている。製品を作り出す機械を製作するためのマザーマシンといわれる工作機械の製作や、ヤスリに似た道具を用いて金属表面にある1/10000mm単位の凹凸やひずみを削り取るきさげ加工など、機械では代替できない高精度・高品質の製品作りは人間のもつ熟練技能によってなされており、これらの熟練技能は今後も存続すると考えられる。

熟練技能を残していくためには人から人への伝承が必要となるが、熟練技能は客観的に表現することが容易でなく、技能保有者が「できる」と「あらかず」「伝える」との間には隔たりが存在する（浅井，2002）ため、他者への伝達には困難を要する。また、国内では少子高齢化が進んでおり、国立社会保障・人口問題研究所（2007）によれば、2005年に1億2776.8万人であった人口は、2055年には8993万人まで減少するとされており、若年労働力の減少も技能の伝承を難しくする要因になると考えられる。森（2005）は、保全技能の特徴として、複合技能であること、独立した自己完結型の技能であること、保全技能に対する要求が不定期に、場合によっては突発的で短時間に行うことを要求されること等をあげ、この技能を伝承するには、長い期間と効率的な教育訓練プログラムを整備する必要があるとしている。本研究の対象である原子力発電所での保守作業についても共通する部分があると考えられ

る。

保全技能を対象とした調査としては、製造業の保有する製造設備（プラント）のメンテナンスを請け負うメンテナンス・サービス業の業界団体である日本メンテナンス工業会（2000）が、プラントメンテナンスに必要な技能の現状を、ポンプ等いくつかの対象機種・設備を特定し、アンケートおよびヒアリングにより人員の過不足や技能伝承教育・訓練の内容等について調査したものが報告されているが、原子力発電所の幅広い機器の保守作業に携わる熟練作業員から直接ヒアリングにより情報収集したようなものはあまり見られないことから、本研究により原子力発電所の定期検査時の保守作業に携わる作業員をとりまく状況を把握することは、今後の原子力発電所の定期検査時の保守作業レベルの維持・向上を図る方策を検討する上で有用であると考えられる。

## 2. 目的

本研究では、原子力発電所の定期検査時の保守作業に携わる作業員をとりまく状況を調査することにより、今後の原子力発電所の定期検査時の保守作業レベルの維持・向上を図る上での有用な情報を得ることを目的とする。具体的には、まず、技能を維持・向上する上でポイントとなる熟練作業員から非熟練作業員への技能の伝承に関する動向調査を行い、一般産業における状況や技能伝承をうまく進めるためにとられている対策についての情報を収集する。つぎに動向調査結果を踏まえ、原子力発電所での現場調査を進める際の着眼点を検討した上で、原子力発電所の定期検査時の保守作業に携わる熟練作業員に対するインタビュー調査を行い、保守作業員をとりまく状況について把握する。

## 3. 技能伝承に関する動向調査

### 3.1 方法

文献調査により保守作業に関連した技能の伝承に関する一般的な知見を収集する。さらに、技能伝承という観点で良好な取り組みを行っている企業や高度熟練技能を保有する技能者に対するインタビュー調査を行い、良好事例を収集し、それらの調査結果を踏まえ、原子力発電所での現場調査を進める際の着眼点を検討する。

## 3.2 結果

### 3.2.1 文献調査

調査を開始した時期が2006年であったことから、製造業を中心としてさまざまな分野で「2007年問題」が頻繁にとりあげられていた。これは、戦後の我が国の高度経済成長を支えてきた団塊の世代（1947年～1949年第一次ベビーブーム生まれ）が、60歳の定年をむかえ現場第一線から引退することにより、かれらが長年の経験により築き上げてきた「熟練技能」や「ノウハウ」といったものが喪失しかねないという問題である。さまざまな企業における2007年問題に対する取り組みが報告されていたが、必ずしもうまくいっている場合ばかりではない。2007年問題に関連した具体的な問題点としては、つぎのような事項がある。

- ・熟練技能者とその技能を習得する若手との間に年齢差があり、コミュニケーションがうまくとれない。
- ・正社員以外の派遣等の外部社員の増加により社内に技能を伝承すべき対象者がいない。
- ・最近の若者の傾向として、意欲が低い人や受け身姿勢の人が多く見られるため技能の伝承が円滑に進まない。
- ・いわゆる3K職場（きつい、汚い、危険）といわれる技能労働を敬遠する人が多く、有望な若手が集まりにくい。

このような状況の中で技能伝承を円滑に進めるための対策としては、つぎのようなものがある。

- ・技能伝承計画の作成
  - 自社に保有している技能をリストアップし、各技能について保有者数、保有者の技能レベル、保有者の年齢構成、重要度等を勘案した上で、技能伝承を進める優先順位等を一覧表に整理する。
  - 技能のリストアップは意外と難しいものであり、能率的にリストアップするためにCUD-BAS手法（森，2005）、単位作業カード（高原，2006）などが開発されている。
- ・マイスター制度の導入
  - 熟練技能者に特別な称号を与えることにより、

会社として高く評価していることを示すとともに、熟練技能者に技能伝承することが重要な役割であることを認識してもらう。賃金と連動させているケースも見られる。

- ・熟練技能者による技能塾

会社の枠を越えて地域の熟練技能者が先生になり、若い世代に熟練技能を伝承しようという取り組みである。北九州市で行われている北九州マイスター匠塾等がある。

2007年問題については国も注目しており、2005年版ものづくり白書（経済産業省 他，2005）の中では、厚生労働省委託「能力開発基本調査」（2005年）における2007年問題に対する危機意識の要因について、全産業では「意欲のある若年・中堅層の確保が難しい」（63.2%）、「技能・ノウハウ等伝承に時間がかかり、円滑に進まない」（51.1%）、「教える方と教わる方の年代／レベルの差が開き過ぎていてコミュニケーションが厳しい」（35.9%）が上位に挙げられている。

また、2007年問題に対する取り組みとしては、「必要な者を選抜して雇用延長、嘱託による再雇用を行い、指導者として活用予定」（40.7%）、「中途採用を増やす」（21.2%）、「新規若年者の採用を増やす」（19.3%）が上位に挙げられている。

### 3.2.2 インタビュー調査

新聞等の各種メディアから得られた情報を参考に技能伝承に関する良好な取り組みを行っていると思われる企業や高度熟練技能を保有する技能者への訪問調査（計5箇所）を実施した。訪問調査で得られた技能伝承に関連した主な取り組みはつぎのとおりである。

- ・制度の導入
  - ・マイスター制度を導入している。
  - ・インストラクター制度により、技能を伝承する立場の指導者の認定を行っている。
  - ・TWI（Training With Industry：管理監督者訓練）の資格をもった人が教え方研修を実施している。
  - ・モチベーション向上策として各種社内表彰制度を設けている。
- ・若手の教育

- ・耐性訓練として登山を実施しており、グループ単位で競うことにより全員の連帯感を養っている。
- ・若手からベテランまでを対象とした勉強会を開いている。
- ・モラル訓練としてあいさつ、報連相等を含めたヒューマンスキル教育を実施している。
- ・研修期間中には学習内容や所感等について日報、週報を作成してもらい振り返りを実施している。
- ・日頃の会話において、熟練技能者から若い作業員に対してプライドを持てるような話をすることによってプロ意識を植え付けている。
- ・技能伝承とは技の伝承だけではなく、心の伝承が必要だと考えている。
- ・技能コンテスト
  - ・社内技能オリンピックを実施しており、その波及効果で技能伝承が進む。
  - ・技能オリンピックに参加しており、入賞者には賃金面の報酬を与えている。
- ・技能伝承ツールの活用
  - ・データベースにより各人が保有している技能を管理し、だれからだれに伝承するのか明確化している。
  - ・頻度の少ない作業については、ノウハウ的なものをデジタルカメラ等によりできるだけ残すようにしている。
  - ・技能伝承マップ（訓練計画表）を作成している。

### 3.2.3 原子力発電所での現場調査を進める際の着眼点

技能伝承に関する動向調査結果を踏まえ、原子力発電所での現場調査を進める際の着眼点として、社会的に注目されている2007年問題で指摘されているような問題点が原子力発電所の現場で発生していないか、一般産業と同様の技能伝承の方策が原子力発電所現場でも行われているか、技能伝承に関して原子力発電所特有の問題があるかといった項目について調査することとする。また、原子力発電所の保守作業体制を考慮し、調査対象としては元請け協力会社だけでなく下請け協力会社まで含めることとする。

## 4. 原子力発電所現場の熟練作業員へのインタビュー調査

### 4.1 原子力発電所の定期検査時の保守作業体制

原子力発電所の定期検査時の一般的な保守作業体制を図1に示す。電力会社の保守部門を頂点として、保守作業単位（工事単位）で体制が組まれている。電力会社の保守部門は発電所の各機器の長期的な点検計画を立案するとともに、定期検査時には重要ポイントを中心に作業現場にて立会確認を実施している。電力会社の管理・監督のもとで、プラントメーカー等の元請け協力会社が作業責任者の役割を担っており、常時現場について作業員の管理・監督業務を中心に行っている。そして、作業責任者のもとで1次あるいは2次まで含めた下請け協力会社の作業員が機器の分解、点検手入れ、組立等の作業を行っている。

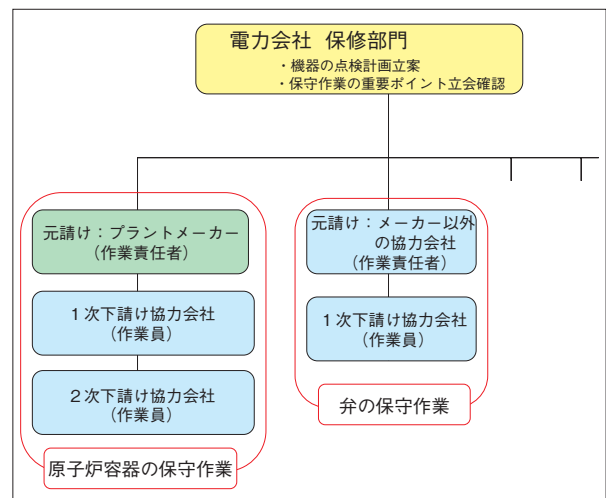


図1 定期検査時の保守作業体制（例）

## 4.2 方法

### 4.2.1 調査対象

原子力発電所には多種多様な機器が設置されておりその保守作業も多岐にわたっていることから、本調査では機械関係設備の保守作業を対象を絞ることとした。また、プラントメーカーの技能伝承に関連した取り組みについては各種メディアで紹介されており、自社の訓練施設を用いた研修等、体系的な教

育がなされていることがある程度わかっていることから、本調査ではプラントメーカー以外の協力会社を対象とした。

#### 4.2.2 調査概要

インタビュー調査対象者は A 原子力発電所の定期検査時の保守作業に携わる熟練作業員 25 名とした。原子力発電所の定期検査時の保守作業体制を考慮し、インタビュー調査対象者は、図 2 に示すように保守作業単位でプラントメーカーを除く各役割から 1 名ずつ熟練作業員を選定した。なお、熟練作業員は原子炉容器、タービン、弁、ポンプ、熱交換器、配管、空調設備等の機械関係の主要設備の保守作業員をカバーするように選定した。調査方法は個別面接法とし、調査者が調査対象となる熟練作業員に質問事項の記載した調査票を提示した上で質問票を読み上げ、口頭でなされた回答を記録した。インタビューに要した時間は一人当たり約 90 分で、調査は 2006 年 9 月～2007 年 4 月にかけて実施した。

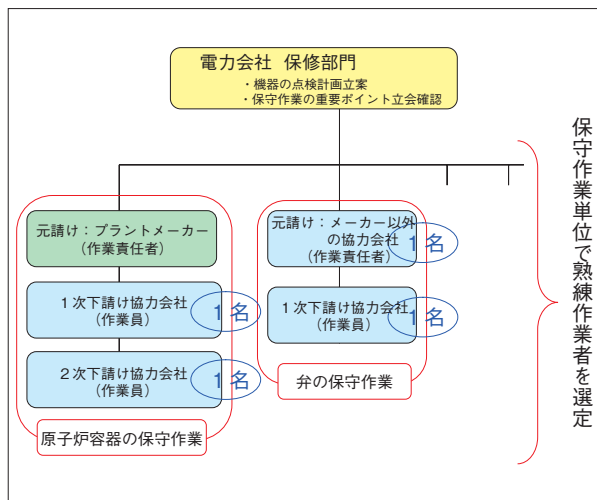


図 2 インタビュー調査対象者の選定

#### 4.2.3 調査項目

各インタビュー対象者の携わる保守作業内容や技能レベルの差による影響に関連して「熟練技能を要するものは何か」「熟練作業員とそうでない人を比べると保守作業においてどのような部分で差が大きいと思うか」について質問した。

熟練作業員を取り巻く状況の変化に関連して「以前（10 年程度前、20 年程度前）に比べて熟練作業員

の全体数は減少してきていると思うか」「熟練作業員は以前（10 年程度前、20 年程度前）に比べて高齢化してきていると思うか」「熟練作業員の現在の状況から考えて今後懸念されるような事柄はあると思うか」について質問した。

熟練技能の伝承に関連して「技能伝承（熟練作業員の育成）はうまくいっていると思うか」「技能伝承のために（熟練作業員を育成するために）どのような取り組みを行っているか」「技能伝承をスムーズに行っていく上で技能を伝える側、伝えられる側に何が重要となるか」について質問した。なお、質問文への回答は、5 段階評定と自由記述を組み合わせる形とした。

### 4.3 結果

#### 4.3.1 調査対象者の属性

調査対象者の属性について図 3～図 6 に示す。図 3 に示すように元請け協力会社の熟練作業員と下請け協力会社の熟練作業員はほぼ同人数であった。図 4 に示すように年齢構成については 30 歳代、40 歳代が主流であり、図 5 に示すように従事年数については 10 年～30 年の方が大半であった。図 6 に示すように至近で従事した発電所数は、全体では「1 発電所」「3 発電所」「4 発電所以上」がほぼ同じ割合となったが、元請け協力会社では「1 発電所」が半数を占め、下請け協力会社では「4 発電所以上」が半数以上を占めていた。これは元請け協力会社と下請け協力会社の従事形態の違いによる。通常、原子力発電所の定期検査は 1 年のうち数ヶ月間実施されていることが多いが、元請け協力会社の作業員は定期検査の有無に関わらず年間を通して 1 箇所の発電所に常駐するケースが多く見られる。一方、下請け協力

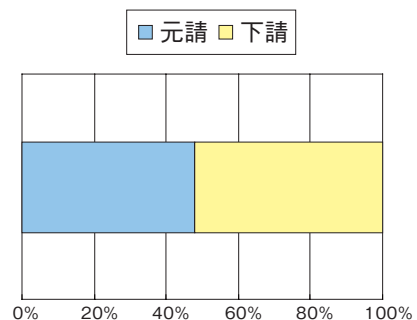


図 3 元請け・下請け区分

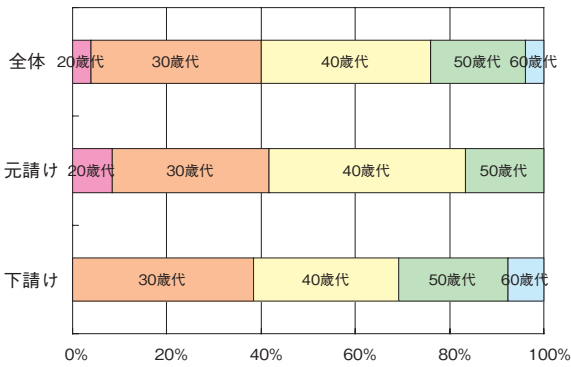


図4 年齢構成

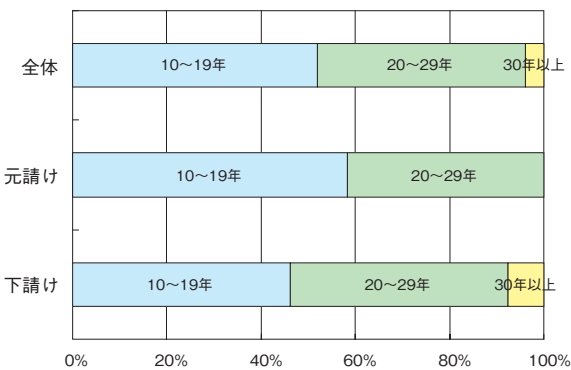


図5 従事年数

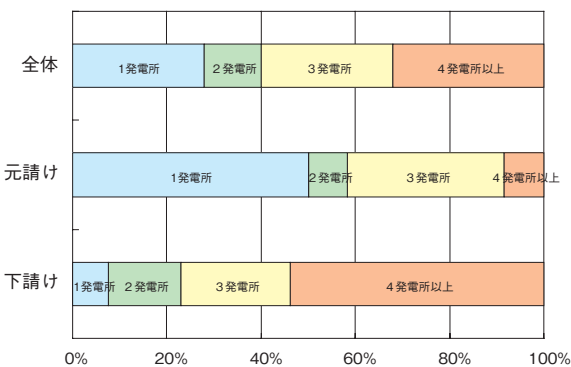


図6 至近で従事した発電所数

会社の作業員はある発電所での定期検査時の保守作業を終えると、定期検査を行っている別の発電所に移動するというように年間を通して複数の発電所を渡り歩いている場合が多く見られる。

#### 4.3.2 保守作業に必要な技能

各熟練作業員の携わっている保守作業に必要な技能について分類したものを図7に示す。なお、作業責任者として管理・監督業務を中心に行ってい

る熟練作業員に対しては自らの管理・監督のもとで実作業に従事している作業員に必要な技能について質問した結果を示している。一番多かったのは「純粋な作業技能」で72%が必要と回答した。ここに分類されたものは、例えば、部品の表面を磨いたり、削ったりというような五感に依存した作業であり、繰り返し経験することによって習得可能となるものである。

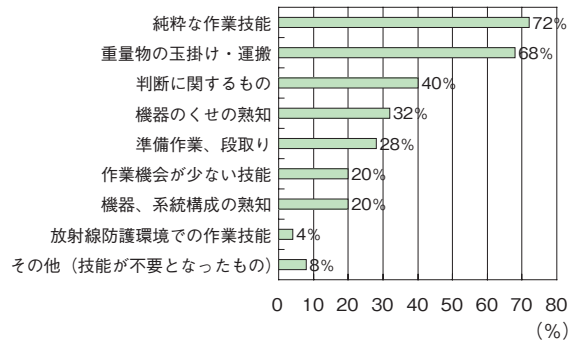


図7 保守作業に必要な技能

二番目に多かったのは「重量物の玉掛け・運搬」で68%が必要と回答した。これは、図8に示すように重量物にワイヤーロープ等を掛けてクレーン等で運搬する作業である。定期検査時の保守作業を行う際には、保守作業を行う場所まで機器を運搬する必要がある場合が多いことから、「重量物の玉掛け・運搬」は多くの保守作業で共通して必要となる。また、発電所内ではさまざまな機器が隣接していることから、他機器と接触しないように狭隘部を運搬することが必要となるため、多くの熟練作業員が保守作業に必要な技能の中でも難易度が高いと回答した。「熟練技能をもった作業員は非対称の重量物について直感的に重心位置を見極めてバランスよく玉掛けすることができる」という回答も見られた。

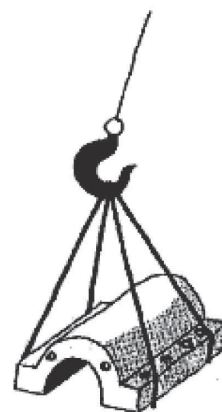


図8 重量物の玉掛け・運搬イメージ

三番目に多かったのは「判断に関するもの」で40%が必要と回答した。ここに分類されたものは、機器を分解した後の部品の手入れ作業でどこまでみがけばよいかという仕上げ状態を判断する能力や、部品に小さな不具合があった場合に手入れで対応可能か、あるいは部品取替が必要かという不具合対応方法を判断する能力である。

四番目に多かったのは「機器のくせの熟知」で32%が必要と回答した。これは、発電所の多くの機器は、設置されてから年数が経過しており、それとともにそれぞれの機器特有のくせが出てくるというものであり、主にポンプ、空調ファンといった回転機器の保守作業からの回答であった。「機器によってはくせを熟知していないとうまく調整できないというものもある」という回答も見られた。その他には、「準備作業、段取り」(28%)、「作業機会の少ない技能」(20%)、「機器、系統構成の熟知」(20%)、「放射線防護環境での作業技能」(4%)が必要という回答があった。また、過去に必要であったが機械化により今は技能が不要になったものがあるという回答もあった。

#### 4.3.3 熟練度によって保守作業のどのような部分で差が大きいと思うか

熟練者とそうでない人を比べると保守作業において差が大きいと思う部分について分類したものを図9に示す。一番多かったのは「時間面の差」で88%がこの部分の差が大きいと回答した。これは、部品の手入れ作業において適正な精度にするまでの保守作業に要する時間等の差である。その他には、「不具合対応面の差」(36%)、「精度面の差」(32%)、「機器・部品の損傷」(20%)となっている。「不具合対応面の差」は前項の「判断に関するもの」であげた不具合対応方法の判断能力や、点検等における不具合発見能力の差である。「精度面の差」は前項の「判断に関するもの」であげた仕上げ状態を判断する能力や、要求精度内でのばらつきの差である。「機器・部品の損傷」は不適切な取扱いにより機器や部品を損傷してしまうことである。

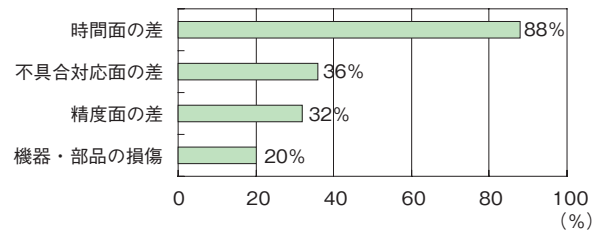


図9 熟練度による保守作業の差

#### 4.3.4 熟練作業者の状況の変化

各熟練作業者の携わっている保守作業について、以前(10年程度前、20年程度前)に比べて熟練作業者の全体数は減少してきていると思うか、熟練作業者は以前(10年程度前、20年程度前)に比べて高齢化してきていると思うかということについては、「以前とかわりない」という回答も見られたが、肯定的な回答も多く見られ、元請け協力会社よりも下請け協力会社の方が危機感が強いようであった。全体数が減少している理由としては、「高齢の熟練作業者が引退しそれに見合う若手の熟練作業者が育ってこない」ということが多くあげられた。その他には「計測機器、工具がよくなったため熟練技能が不要なくなった作業がある」ということもあげられた。高齢化している理由としては、「若手が入ってこない、あるいは入っても育たないため、昔から同じメンバーで作業を実施している」ということがあげられた。若手が入ってこない理由としては、「募集しても入社希望者が集まらない」「育成段階の若手を雇う余裕がない」ということがあげられた。

各熟練作業者の携わっている保守作業において、全体では、熟練作業者の現在の状況から考えて今後懸念されるような事柄があると思うかということについては、「そう思う」(36%)、「ややそう思う」(48%)となり、84%の熟練作業者が肯定的な回答をした(図10)。特に下請け協力会社では「そう思う」(54%)となっており、強く感じている人が多く見られた。懸念される事柄としては、「現在の熟練作業者と同等レベルの熟練作業者が育つか心配である」という回答が多く見られた。これは、通常の保守作業に必要な技能については伝承できると思うが、昔に比べ新規プラントの建設や不具合が少なくなってきたため、建設経験や不具合対応経験を通して習得できるような技能が不足するというものであ

る。また、「若手育成の環境面で心配である」という回答も見られた。これは、原子力発電所の保守作業では複数の発電所を渡り歩く場合が多く見られることや、今の原子力発電所現場では失敗が許されないという状況であるため若手が失敗経験を通して技能を磨くということが難しく、技能伝承を進めにくいというものである。

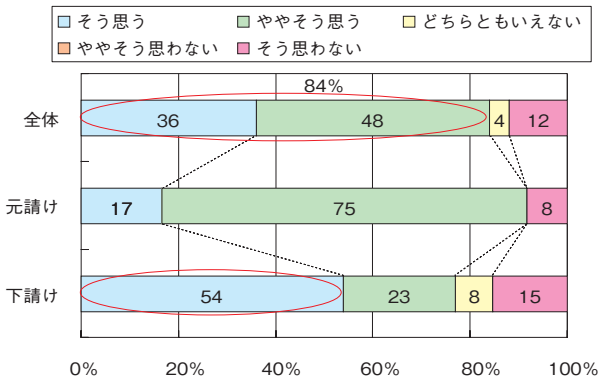


図10 今後懸念されるような事柄があると思うか

### 4.3.5 技能伝承はうまくいっていると思うか

図11に示すように、全体では、各熟練作業者の携わっている保守作業において技能伝承はうまくいっていると回答した人が48%（「そう思う」(32%)、「ややそう思う」(16%)）、うまくいっていないと回答した人が32%（「そう思わない」(16%)、「ややそう思わない」(16%)）となっており、会社により技能伝承の進捗程度にはばらつきが見られた。特に下請け協力会社では、「そう思う」(54%)、「そう思わない」(31%)と両極端に分かれることから技能伝承の進捗程度のばらつきは大きい。うまくいっている理由としては、若手が順調に育っていることやその会社の行っている育成方法についての回答が見られた。うまくいっていない理由としては、3.2.1項であげたような一般産業と共通の問題についての回答が見られた。具体的には、「若手と教える側の年齢差によるコミュニケーションの問題」「有望な若手がなかなか集まらない」「今の若者の仕事に対する姿勢(あきっぽくて長続きしない)」「熟練者の教え方(技は盗めという形で覚えてきたため、うまく教えることができない)」等があげられた。その他には原子力発電所特有の問題についてもあげられたが、それについては4.3.8項で述べる。

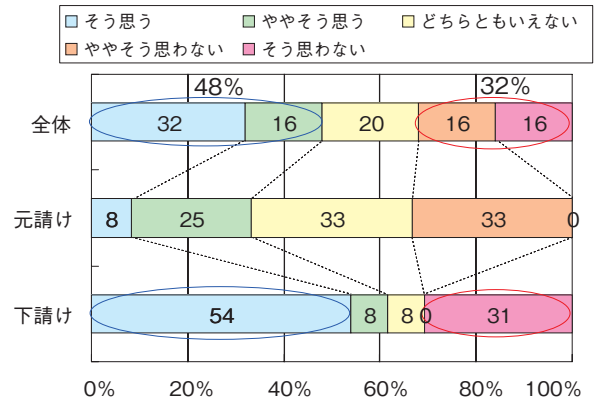


図11 技能伝承はうまくいっていると思うか

### 4.3.6 技能伝承のためにどのような取り組みを行っているか

各熟練作業者が携わっている保守作業において、技能伝承のためにやっている取り組みについて分類したものを図12-1~3に示す。

一番多かったのは「現場でのOJT(On the Job Training)主体」で60%が回答した。これは、熟練作業者に若手作業員をつけて技能を習得させようというものであるが、具体的な方法としては、「若い人にリーダー的な役割を担わせ、熟練作業者が補佐する形をとっている」「熟練作業者はできるだけ直接作業をしないようにして、熟練作業者の指示のもとで育成しようとする人に作業をさせるようにしている」「保守作業中は時間的余裕が少ないことから、若い人には熟練作業者の作業をみて覚えてもらう、作業中に疑問点等があればメモを残してもらい作業後に質問してもらおうようにしている」等、効果的に技能伝承を進めるためのさまざまな工夫が見られた。

二番目に多かったのは「訓練センターの活用」で36%が回答した。これは、自社で保有している施設、あるいは電力会社や元請け協力会社の保有している施設を活用して訓練しているというものであり、活用頻度としては年1回~数回程度という回答が多く見られた。その理由としては、「実際の業務を頻繁に離れて研修のために時間を費やす余裕がない」「訓練センターでは基本の理解を目的としており、実務レベルの技能は現場での実作業を通して習得する必要がある」ということがあげられた。具体的な訓練方法としては、協力会社毎に行う場合だけでなく、「元請け協力会社と下請け協力会社と一緒に訓練を行っ



ている」「できるだけ下請け協力会社の主力メンバー以外の人員で訓練を実施するようにしており、主力メンバー以外の技能向上を図ろうとしている」ということもあげられた。

その他には「作業場での訓練」(12%)「社内教育(座学)」(12%)「資格取得講習」(4%)であった。また、現在技能習得中の人員がないという理由により「技能伝承の必要性なし」(20%)という回答も見られた。元請け協力会社・下請け協力会社別で見ると下請け協力会社では92%が「現場でのOJT」と回答した。

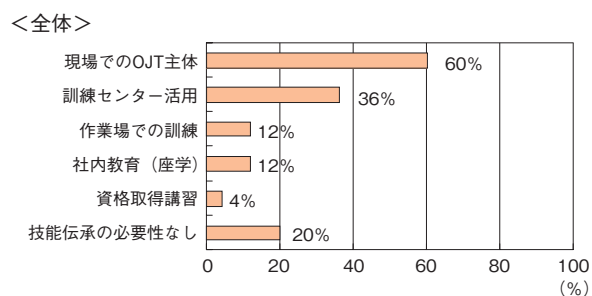


図 12-1 技能伝承のための取り組み(全体)

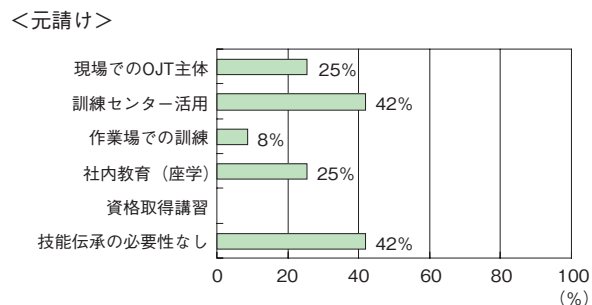


図 12-2 技能伝承のための取り組み(元請)

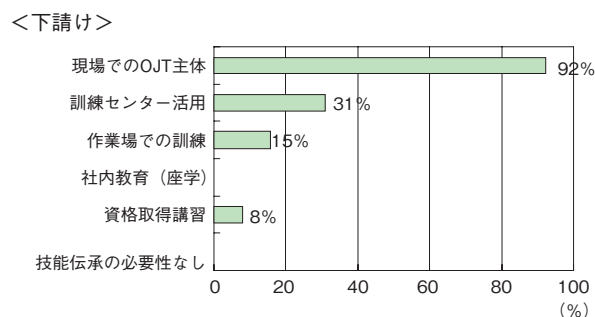


図 12-3 技能伝承のための取り組み(下請)

#### 4.3.7 技能伝承をスムーズに行っていく上で伝える側・伝えられる側に必要となること

技能伝承をスムーズに行っていく上で伝える側に必要となることとして、「教え方」「教える環境」「教える人の意欲、信頼」に関する回答が見られた。

「教え方」については、「人それぞれに性格が異なるため、その人の性格に応じた教え方をすることが必要である」「熟練作業員であっても教え方のうまい人とそうでない人には大きさ差がある」ということがあげられた。具体的な教え方として、「まずは作業をやらせてからやらせてみて、その際に気づいた点等についてフィードバックするという方法で行う」「若い人への接し方として、昔よく行われたような厳しい姿勢では今の若い人はなかなか続かないことから、丁寧に教えることが必要である」「いい部分についてはほめることにより若い人のやる気を高めるようにすることが必要である」ということがあげられた。

「教える環境」については、「昔に比べ今は失敗が許されない雰囲気、状況にあるため実践での失敗経験を通して技能を習得するということが難しい」「OJTを十分に行うための時間的余裕が少ない」「会社として技能伝承に積極的に取り組んでいくという上層部の姿勢、支援が必要である」等があげられた。また、「教える人の意欲、信頼」が重要であるという回答も見られた。

技能伝承をスムーズに行っていく上で伝えられる側に必要となることとして、「意欲」「仕事に対する心構え」に関する回答が見られた。

「意欲」については多くの人が必要であると回答しており、意欲のある人の具体的な行動としては、「疑問点等について積極的に質問する」等があげられた。その一方で、最近の若者には意欲の見られない人がいるといった回答も多数見られた。意欲の見られない人の具体的な行動としては、「作業服等の身だしなみがみだれている」「すぐに感情的になる」「わからなくても質問しない」等があげられた。

「仕事に対する心構え」については、「昔はその仕事で一生やっていくという心づもりでがんばったが、今の若者の中にはだめだったら職をかわればよいという感覚の人が見られる」というような昔と今の若者の違いについての回答が見られた。

### 4.3.8 技能伝承を進める上で、原子力発電所での保守作業に特有の部分

図 13 に示すように、全体では、技能伝承を進める上で、原子力発電所以外と比べ、原子力発電所での保守作業に特有の部分はあると回答した人が 60%（「そう思う」(36%)、「ややそう思う」(24%)）、特有の部分はないと回答した人が 40%（「そう思わない」(16%)、「ややそう思わない」(24%)）となった。特に下請け協力会社では特有の部分はあると回答した人が 77%（「そう思う」(62%)、「ややそう思う」(15%)）と高くなった。

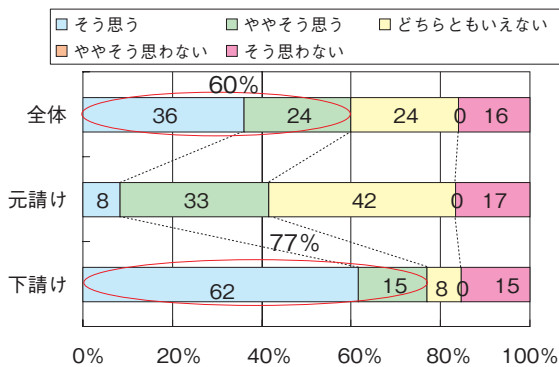


図 13 技能伝承を進める上で、原子力発電所特有の部分はあると思うか

特有の部分としては「ルール・制約事項が多い」「放射線環境下での作業である」「現場での経験を積みませにくい」に関する回答が見られた。

「ルール・制約事項が多い」については、「保守作業に必要となる純粋な技能以外にもいろいろと覚える必要があり大変である」「確認事項が多いため 1 日に実作業できる時間が原子力発電所以外に比べて短い」等があげられた。ただし、「ルール・制約事項が多い」ことについて「安全を優先しておりいい面である」という回答も見られた。

「放射線環境下での作業である」については、「放射線環境下では実際の機器を近くで見せながら説明できない」「放射線環境下での作業をやりたがらない人がいるため人材を集めにくい」ということがあげられた。

「現場での経験を積みませにくい」については、「特に今の原子力発電所現場では失敗が許されないといい状況であるため、実作業での失敗経験を通して技能を向上させるという形が取りにくい」ということ

があげられた。

## 5. 考察

### 5.1 原子力発電所の定期検査時の保守作業における技能

原子力発電所の定期検査時の機械関係設備の保守作業に必要な技能としては、「純粋な作業技能」「重量物の玉掛け・運搬」「判断に関するもの」「機器のくせの熟知」が上位にあげられた。

「純粋な作業技能」は機器の分解、点検、手入れ、組立等の一連の作業の中で必要となる五感に依存した作業であるが、保守作業の対象となる機器は多岐にわたっていることから、必要となる技能もさまざまなものがあげられた。各技能ともに習得するためには繰り返し経験を積むことが必要であるということが指摘されており、多くの技能は習得するまでに年単位の期間を要すると思われる。各技能において難易度には差があると推測されるが、今回の調査では保守作業間の技能の難易度差についての情報は得られていない。また、「純粋な作業技能」をあげた熟練作業者は 72%であり、残り 28%は「純粋な作業技能」を必要としないとも考えられ、それらの保守作業の中には一連の作業内容を理解すれば比較的容易に作業に携わることができるものもあると考えられる。

「重量物の玉掛け・運搬」は多くの保守作業で共通して必要となる技能であるとともに、多くの熟練作業者が保守作業の中でも難易度が高いと指摘しており、自らの携わっている保守作業の中で一番難易度が高いという指摘も見られた。難易度が高いことから、一連の保守作業の中で「重量物の玉掛け・運搬」については毎回固定したメンバーで実施しているという回答も見られた。原子炉格納容器内に代表されるように原子力発電所では機器が隣接して設置されている場所が多数見られ、運搬中に他機器と接触しないように細心の注意を払う必要があるため、特に高い技能が必要となる。

「判断に関するもの」は部品の手入れ作業における仕上げ状態の判断能力や不具合対応方法の判断能力についてであり、保守対象となる機器の保守手順を熟知していることに加え、過去の保守履歴を把握していることも判断を行う上で重要となる。この技能は失敗経験を含め、さまざまな経験を通して身につ

いていくため、特定の訓練を繰り返し実施するという形が取りづらい。このことから、「純粋な作業技能」よりも難易度が高いと考えることもでき、判断能力を習得するには10年以上要すると指摘した熟練作業員も見られた。機器、部品の手入れ作業自体は比較的早く習得できるものについても仕上げ状態の判断は熟練作業員が行っているという指摘が複数見られたことから、判断能力の習得が容易ではないことが伺える。

「機器のくせの熟知」は主にポンプ、空調ファンといった回転機器に見られるものであり、設置されてから年数が経過するとともに生じてくる。例えば、まったく同じ型式の回転機器が2台設置されている場合であっても年数の経過とともに異なるくせが生じてくるため、くせを熟知していないとうまく調整できないというものである。くせは、熟知していても他者に口頭で伝えることは難しいようであり、くせを熟知するためには同一機器の保守作業に継続して携わることが必要となる。

上記に述べた保守作業に必要な技能の上位4項目のうち、特に「判断に関するもの」「くせの熟知」については同じ熟練作業員が継続して同一機器の保守作業に携わることが重要であると考えられる。また、大型ボルトの締め付け・取り外し作業のように以前は熟練作業員がハンマーで叩いて実施していたが油圧レンチの導入により熟練技能が不要になったという作業や、治工具の改善により保守しやすくなったという作業も見られたが、多くの保守作業については、必要となる技能は昔と今を比べても大きな変化は見られないことから、現在必要とされる技能の多くは今後の保守作業においても必要となると考えられる。

熟練者とそうでない人を比べると「時間面の差」「不具合対応面の差」「精度面の差」「機器・部品の損傷」の順で保守作業における差が大きくなると考えられていた。「時間面の差」は88%があげており、技能が「練習や経験によって獲得した一連の動作によって、意図した成果を、素早く正確に、効率よく生み出す能力（松本、2003）」と定義されているとおり技能の習熟により短い時間で作業が可能になる。短時間で作業できることにより、例えば、高放射線環境下の作業で一人当たりの作業可能時間が限られているような場合には、人員面や工程面で大きなメリットがもたらされると考えられる。「精度面の差」についての回答は32%にとどまっているが、これに

ついては原子力発電所では重要機器・部品の保守については要求精度が明確に定められていることから、熟練作業員の中には要求精度を満足する技能を保有している作業員を想定して、その中での熟練度の差について回答した人もいたことによると考えられる。

## 5.2 熟練作業員をとりまく状況

各熟練作業員の携わっている保守作業について、以前（10年程度前、20年程度前）に比べて熟練作業員の全体数は減少していない、高齢化していないという回答も見られたが、全体数が減少傾向にあるところや、高齢化してきているところが少なくないようであり、特に下請け協力会社においてはそれらの傾向が見られるところが多いようであった。全体数の減少や高齢化については、長年保守に携わったベテランの熟練作業員の退職や、若手の育成がうまくいっていないことが主な理由としてあげられた。4.3.4項であげたような複数の発電所を渡り歩くという環境面の懸念は若手育成がうまくいっていない要因の1つと考えられ、元請け協力会社よりも下請け協力会社の危機感が強いのは、そのような環境のところが多いこと（4.3.1）が影響していると考えられる。現時点では保守作業に必要な人員は確保されていることから、今すぐに問題になるというものではないが、万一、この傾向が今後も継続すれば将来的には保守作業に影響を及ぼすことも考えられる。ただし、以前に比べて不具合減少等により定期検査期間が全般的に短くなっていることや、新しい計測機器の導入により少ない人員で対応可能となった保守作業があること等から、熟練作業員の必要人員の減少に伴い、それに見合う人員数になったと考えることもできる。熟練作業員は今後懸念されるような事柄として、建設経験や不具合対応経験を通して習得できる技能の不足についてもあげていた。具体的な内容ははっきりとはわからないが複数の指摘がなされたことから、それらの経験を通して得られるものがあると思われる。また、上記の考察は、あくまでも特定の発電所における一部熟練作業員から得られた情報によるものであることから、必ずしも全体の傾向と一致するものではないことに注意する必要がある。

### 5.3 保守作業における技能伝承の状況

約5割の熟練作業者は技能伝承はうまくいっていると回答したが、その一方、3割以上の熟練作業者はうまくいっていないと回答しており、技能伝承の進捗程度は会社によりばらつきが見られた。うまくいっていない理由を見ると原子力発電所現場においても3.2.1項で示したような2007年問題に関連した事項があげられた。

技能伝承のための取り組みとしては、現場でのOJTが主体となっており、特に下請け協力会社では9割以上がOJTをあげていた。この理由としては、下請け協力会社は、複数の発電所を渡り歩くところが多いこと、会社規模が比較的小さいところが多いこと、自社の訓練施設をもっていないところが多いこと等によると考えられる。OJTについては他の方法に比べて容易に実施しやすいが、日々の作業の忙しさの中で単に先輩の仕事を雑用係として手伝っているだけとなり、教育訓練として十分に機能していないケースもよく見られることから、OJTをうまく進めるためには、教育訓練にあたる側がOJTは教育訓練の一環であることをしっかりと認識することが必要となる。訓練センターの活用についても3割以上の回答が見られたが、利用頻度は1回～数回程度であり、訓練センターではあくまでも作業の基本を理解することを目的とし、実務レベルでの技能の習得には発電所現場での実作業経験が必要であるという考え方が主流であった。ただし、訓練センターの活用方法としては、新人教育だけではなく、元請け協力会社と下請け協力会社の合同訓練や、主力以外のメンバーの技能向上などを目的としたものも見られ、工夫次第で有効に活用できると考えられる。

技能伝承をスムーズに行っていく上で伝える側に必要となることとして、「教え方」等があげられた。「教え方」については、自分でできることとそれを教えることは別であるため、教え方の善し悪しは技能伝承の進捗に大きく影響すると考えられる。「技は盗むもの」「先輩のやっている様子を見て、自分で覚えるもの」という形で技能を習得してきた熟練作業者が多く見られた。熟練作業者の中には、同様の方法で技能伝承をしようとする人も見られたが、多くの人は以前と同様の方法では今の若者を育てるのは難しいと考えており、若い人に対して丁寧に説明している等、若者に対してさまざまな配慮をしているようであった。しかしながら、教え方についての教育

を受けた人はほとんどいないため、多くの熟練作業者は自らの経験をもとに教えており、採用してもすぐに止めてしまうなどうまく育成できていない場合も見られた。3.2.2項で述べたTWI以外にも、若手とのコミュニケーションのとり方としてコーチング技術を活用した教え方（播摩，2004）等、教え方に関するさまざまな方法が提案されていることから、それらの方法を活用するもの有効であると考えられる。

技能伝承をスムーズに行っていく上で伝えられる側に必要となることとして、「意欲」「仕事に対する心構え」があげられた。これは、今の若い人の中には、意欲や仕事に対する心構えが不十分な人が多いと感じている熟練作業者が多いことによると考えられる。昔と今では、世の中の状況が変化していることから、ジェネレーションギャップが生じるのは当然のことであるが、技能伝承を進めていくためには熟練作業から若手に対して、技能を習得することに喜びを感じることができるよう働きかけるなどモチベーションを高める工夫も必要であると考えられる。

技能伝承を進める上で、原子力発電所での保守作業に特有の部分があるとした人が、特有の部分がないとした人よりも多く、特に下請け協力会社では、特有の部分があるとした人の割合が高くなっていた。この理由としては、元請け協力会社に比べ、下請け協力会社の熟練作業者は原子力発電所以外の従事経験がある人が多いことによると考えられる。原子力発電所での保守作業に特有の部分としては、「ルール・制約事項が多い」「放射線環境下での作業である」「現場での経験を積ませにくい」ということがあげられており、全般的に原子力発電所での保守作業に特有の部分は技能伝承を進める上でマイナス材料として捉えられていた。その他にも下請け協力会社には複数の発電所を渡り歩くところが多く見られることなど、一般産業と共通の問題に加え原子力発電所特有の部分により、技能伝承を難しくしていると考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、今後の原子力発電所の定期検査時の保守作業レベルの維持・向上を図る上で有用な情報を得ることを目的として、一般産業における技能伝承に関連した動向調査、および原子力発電所の定期

検査時の保守作業に携わる熟練作業員に対するインタビュー調査を実施した。

一般産業における技能伝承に関連した動向調査の結果、さまざまな分野で「2007年問題」が頻繁にとりあげられており、自社の保有する熟練技能やノウハウが喪失しかねないという危機意識を持っているところが少なくないことがわかった。技能伝承を円滑に進めるために、技能伝承計画の作成、マイスター制度の導入、熟練技能者による技能塾などの対策がとられていた。

A 原子力発電所の定期検査時の機械関係設備の保守作業に携わる熟練作業員 25 名に対するインタビュー調査の結果、保守作業の対象となる機器は多岐にわたるため、保守作業にはさまざまな技能が必要となることがわかった。熟練作業員とそうでない人を比べると保守作業において「時間面の差」が大きくなると考える人が多く見られた。各熟練作業員の携わっている保守作業について、以前に比べて熟練作業員の全体数が減少傾向にあるところや、高齢化してきているところが少なくないようであり、熟練作業員の退職や若手育成がうまくいっていないことが主な理由としてあげられた。今後懸念されるような事柄として、建設経験や不具合対応経験を通して習得できる技能の不足等があげられた。技能伝承の進捗程度は会社によりばらつきが見られ、うまくいっていない理由としては「2007年問題」に関連した一般産業と共通の問題があげられた。技能伝承のための取り組みとしては、現場での OJT が主体となっており、訓練センターの活用等も行われていた。全般的に原子力発電所での保守作業に特有の部分は技能伝承を進める上でマイナス材料として捉えられており、一般産業と共通の問題に加え原子力発電所特有の部分が技能伝承を難しくしていると考えられる。

原子力発電所におけるインタビュー調査の結果については、特定の発電所における一部熟練作業員から得られた情報によるものであることから、必ずしも全体の傾向と一致するものではない。しかしながら、以前に比べ建設経験や不具合対応経験を積む機会が減少していること等、他の原子力発電所においても共通すると思われる事項も見られることから、本研究で示された点は、個々の原子力発電所において保守作業員の状況を把握する際の着眼点や技能伝承をスムーズに進めるための対策を考える上で活用できると考えられる。

## 謝辞

本研究の実施にあたっては、株式会社三菱総合研究所（担当：中村肇氏、平本充氏）にご協力をいただきました。ここに記して感謝申し上げます。

## 引用文献

- 森和夫 2005 技術・技能伝承ハンドブック JIPM ソリューション
- 浅井紀子 2002 スキルの競争力 中央経済社  
国立社会保障・人口問題研究所 2007 一般人口推計 2007 年度版
- 日本メンテナンス工業会 2000 メンテナンスにおける技能伝承 実態調査 報告書
- 高原昭男 2006 技能伝承の上手な進め方 Q&A 日刊工業新聞社
- 経済産業省 厚生労働省 文部科学省 2005 2005 年版ものづくり白書（製造基盤白書）
- 社団法人雇用問題研究会 1973 TWI
- 社団法人雇用問題研究会 1992 TWI 活用の手引き（改訂増補版） 仕事の教え方
- 松本雄一 2003 組織と技能 白桃書房
- 播摩早苗 2004 目からウロコのコーチング PHP 研究所