

原子力発電所高年齢作業者のための 作業環境改善要望に関する調査

Demands for Improvement in Working Surroundings for Older Workers in Nuclear Power Plants

志澤 康弘 (Yasuhiro Shizawa)* 作田 博 (Hiroshi Sakuda)† 大橋 智樹 (Tomoki Ohashi)‡

要約 関西電力(株)の3つの原子力発電所での労働災害被災者数を調査したところ、50歳代の被災者数が、30歳代、40歳代と比べて多い傾向がみられた。今後21世紀前半中は作業者の高齢化が進むことが予想され、将来に備えて高年齢作業者がよりよく働くことのできる環境を整備することは不可欠であろう。そこで、高年齢作業者がよりよく働くためにどのような改善が望まれているのかについて、原子力発電所の作業者に対し質問紙調査を行った。その結果、照明、重量物の軽減、エレベータ設置について、年齢と各要望との間に相関が見られた。このことから、高年齢作業者の作業環境整備についての一般的な問題として、照明、重量物の軽減、エレベータの設置を高年齢作業者が必要としていることに、年齢が若くなるにつれて気づきにくくなることが明らかとなった。したがって、施設や環境の改善を行う監督者自身が比較的高齢でない場合、このことに留意する必要がある。また、原子力発電所に特有な問題として、非放射線管理区域では冷暖房の改善が特に望まれていること、放射線管理区域では休憩所の設置が望まれていることなどが明らかとなった。また、高年齢作業者と若手作業者が世代を超えて協調しながら作業を円滑に進めていくための留意点を「世代を超えたチームワークを支える作業ガイドブック」としてまとめた。

キーワード 高年齢作業者, 作業環境, 原子力発電所

Abstract Workers in three nuclear power plants belonging to Kansai Electric Power Co., Inc. were asked to complete a questionnaire. According to the accident reports, workers aged 50 or older had more accidents than those in 30s or 40s. Moreover, it is predicted that the average age of workers in Japan will increase during the first half of the 21st century. Therefore, investigations into working surroundings in which older workers can better perform their work would be useful. To this end, a questionnaire addressing issues related to working surroundings was conducted among workers in nuclear power plants and the demands for improvement of working surroundings for older workers are summarized. The demands of “better lighting”, “making things less heavy”, and “installation of an elevator” were correlated with age, indicating that younger people have a tendency not to notice these issues. Thus, if the authority deciding on improvements in working surroundings is not an older worker, it is especially important that lighting, the weights of objects to be moved, and methods of moving between floors is taken into account. Findings specific to nuclear power plants were also reported. For example, employees who worked in the non-radiation controlled area demanded the installation of air conditioning and those who worked in the radiation controlled area demanded the establishment of a rest area. Further, we have developed a guidebook entitled “a guidebook supporting workers’ cooperation among all generations” to promote cooperation between older and younger workers.

Keywords older workers, working surroundings, nuclear power plants

1. はじめに

作業者の個人差など、諸要因によって事情は異なるにせよ、20歳あるいは30歳をピークに身体機能や感覚および知覚機能の衰えが始まると一般に考えら

れており、またそのことを示す研究は多い(長嶋, 1984; 東京都立大学体育学研究室, 1989)。21世紀初頭である現在の日本は高齢社会であるとされており、今後半世紀は高齢化が進むと予測されている。国立社会保障・人口問題研究所年報, 平成14年度版(国

* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所 現在 大阪大学大学院

† (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

‡ (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所 現在 宮城学院女子大学

立社会保障・人口問題研究所，2002)によれば，老年（65歳以上）人口は2043年にピークに達すると推計され，これに伴い少なくとも2050年頃までは老年人口の割合が増加すると推計されている．一方で低い出生率が持続されると見込まれており，労働力の高年齢化が予測される．

したがって，今後作業者の高年齢化はますます進み，高年齢作業者に特有の事情により生じる災害が急激に増える可能性があり，同様のことは原子力発電所の作業者にもいえる（志澤 他，2003）．

2. 目的

本研究は，原子力発電所を対象にして高年齢作業者のために改善した方がよいと思う施設や環境について，現場の実態を把握し，調査対象とした原子力発電所だけでなく，高年齢作業者の作業環境を改善するための一般的な問題として有用な情報を得ることを目的とする．

3. 方法

3.1 災害事例の分析

関西電力(株)の3つの原子力発電所で発生した災害のうち，平成5年4月から平成10年7月のおよそ5年間に記録された63件の災害を，年代別（30歳未満，30歳代，40歳代，50歳以上）に集計して，当該の原子力発電所で働く人の年齢構成と比較した．災害事例では“挟まれ，落下，墜落，転倒，切る，ぶつけ”のいずれか1つに分類している．以上のデータを元に，被災者数および災害の種類と年齢との関係について調べた．

3.2 質問紙調査

発電所で働く作業者に対して事前に行った聞き取り調査の結果，高年齢作業者のために改善してほしいとしてあげられた9項目（1.重量物の軽減，2.高所の足場，3.照明，4.夏場の冷房，5.冬場の暖房，6.防護服，7.階段の手すり，8.エレベータ設置，9.休憩室）とその他〔自由記述〕からなる質問を10項目作成した．回答は複数選択を可能とした．

質問紙上では，高年齢作業者の良い面を強調する意味で「ベテラン」，これに対して「若手」という語

を用いた．それぞれの回答者には，自分が「ベテランであると思う」か「まだベテランではないと思う」かについて回答させた．

3.3 調査対象および調査方法

質問紙は，関西電力(株)の原子力発電所内で作業を行う協力会社の作業者を対象とし，2001年から2002年の夏までに各社の作業者に配布し回収した．質問紙の配布を行う際には年齢による制限を設けなかった．344部の質問紙を配布して276部を回収した（回収率80.2%）．このうち年齢の欄に回答のなかった2部を除いた274部を有効な回答とした．回答者の年齢の内訳は，中央値35歳，範囲が19歳から65歳であった．

4. 結果

4.1 年代別被災者数

調査対象とした原子力発電所作業者の年代別人数構成から予測される各年代の被災発生数（期待値）を算出し，報告された被災者数（実測値）と異なるかについて χ^2 分布を用い適合度検定を行った．その結果，実際の被災者数は年代ごとに予測された値と異なることが示された（d.f.=3， $\chi^2=16.75$ ， $p<0.05$ ）．さらに各年代間の人数の差をRyan法による多重比較によって検定した結果，50歳以上の年代には20歳代に次いで被災者数が多い傾向が示唆された（図1）．

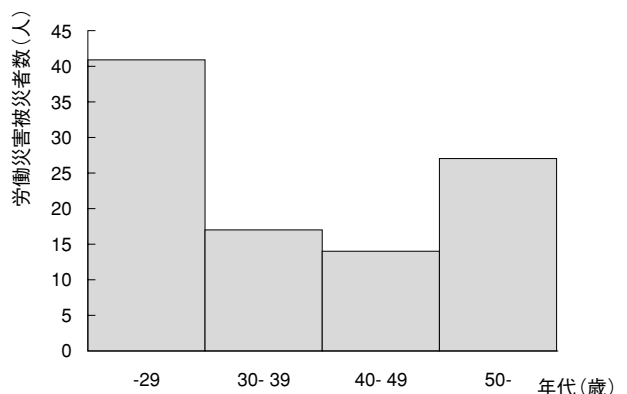


図1 原子力発電所における年代別被災者数

4.2 年齢と災害種類との関係

年齢によって、災害の種類が異なるかについて調べるために、“3. 方法”で述べた各種類の災害について、その種類の災害に関係した作業者と関係しなかった作業者の年齢に差があるか否かについて調べた。その際、経験の要因を考慮するために、業務経験年数を共変量として組み込んで分析を行った。

その結果、まず年齢と共変量（経験の指標として用いた業務経験年数）との交互作用に有意な傾向はみとめられず、いずれの災害においても、経験の影響が年齢によって異なるとはいえなかった。また、共変量の傾きは有意であり、経験の要因を取り除いて災害に対する年齢の影響を調べることに意味のあることが確かめられた。共分散分析の結果、すべての災害種類について有意な年齢差は認められず、高齢作業者ほど遭遇しやすい災害を特定することはできなかった（表1）。

表1 各災害種類別にみた年齢と災害の遭遇しやすさとの関係

災害原因	経験との交互作用		共変量の傾き		共分散分析結果 (d.f.=1,60)	
	F	p	F	p	F	p
挟まれ	.257	n.s.	11.890	<.01	.244	n.s.
落下	.190	n.s.	12.652	<.01	.039	n.s.
墜落	.045	n.s.	12.164	<.01	.351	n.s.
転倒	.020	n.s.	10.489	<.01	.000	n.s.
切る	.227	n.s.	12.955	<.01	.276	n.s.
ぶつけ	1.584	n.s.	11.494	<.01	.468	n.s.

従属変数:年齢, 独立変数:災害種類, 共変量:経験, として共分散分析を行った。経験の影響を考慮しても、高齢になるほど遭遇しやすい種類の災害は特定できなかった。

4.3 回答者のイメージする「ベテラン」

質問紙では「ベテラン」という語を用いた。そこで質問紙調査による結果について言及する前に、「ベテラン」が実態として何を示しているかについて確認しておく必要がある。回答者がイメージする「ベテラン」を把握するために、質問紙で「自分はベテランである」と回答した作業者の年齢を調べた。その結果、「自分はベテランである」と回答した作業者の年齢の内訳は、中央値が42歳、範囲は24歳から65歳であった。他方、「まだベテランではないと思う」と回答した作業者の年齢の中央値は30歳であり、範

囲は19歳から63歳であった（図2）。したがって、回答者のイメージする「ベテラン」は、質問者側が意図した「高齢者」の言い換えとしての「ベテラン」と比較すると、より若い年齢層がイメージされていた。これは、例えば前述の国立社会保障・人口問題研究所（2002）が定義するところの「老年」である65歳以上の作業者が、本調査対象の中にほとんどいなかったことも影響していると考えられる。このように、結果的に調査前の意図とはずれが生じたが、本研究においては大きな問題とはならない。その理由の一つは、「ベテラン」と「非ベテラン」の比較を用いるのではなく、年齢そのものを変数として、各改善要望を調べたので、方法上大きな問題とはならなかったためである。さらに、研究の目的は、作業員全体の年齢が高くなることによって生じる施設や環境上の問題点を調べ、解決方法を探ることにあり、65歳以上あるいは60歳以上といった年齢層を対象にする必要は必ずしもなく、現在の作業員全体の年齢構成が高年齢側に変化した場合についての調査を行うことを目的としているからである。

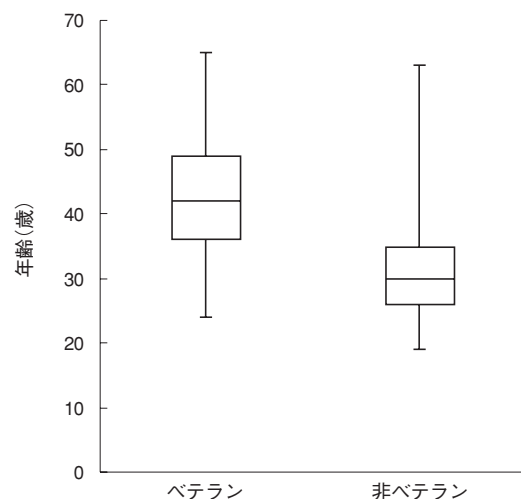


図2 ベテランと回答した回答者と非ベテランと回答した回答者の年齢
箱の中央の線が中央値、箱の上辺は年齢の高いものから1/4、箱の下辺は年齢の高いものから3/4の値を示しており、ヒゲは範囲（最大値と最小値）を示している。

4.4 高齢作業者のために改善してほしい施設や環境

分析を始めるにあたって、高齢作業者のために改善してほしい施設や環境について、すべての回答

者に対して集計を行い、現場の作業員からみてどのような要望が多いかについてまとめた。その結果、要望は多い順に“夏場の冷房”，“エレベータ設置”，“冬場の暖房”，“重量物の軽減”，“照明”，“高所の足場”，“休憩室”であり、これらの項目はいずれも2割以上の作業員から要望されていた。一方、質問紙作成時に要望があると予測された“防護服”と“階段の手すり”は要望する作業員がほとんどいなかった（図3）。

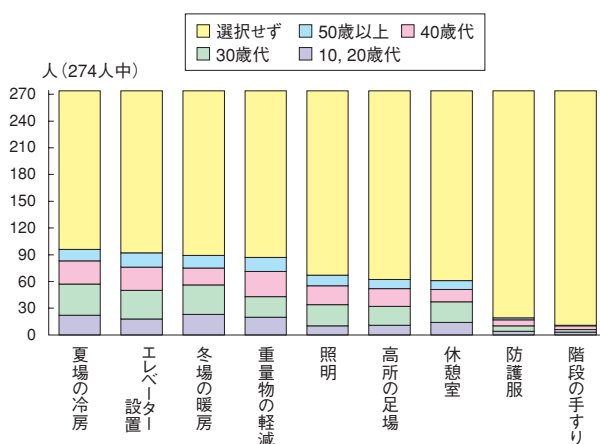


図3 要望ごとにみた改善を望む作業員数
縦軸の最大値は有効な回答者数を示しており、棒の高さは回答者全体における要望を述べた回答者の割合を示している。“防護服”と“階段の手すり”を除いた各要望は回答者の2割以上から要望されていた。

4.5 改善要望の年齢差

前節における改善要望の集計は回答者の年齢を特に考慮しなかったため、比較的高年齢の作業員が自分たちのために改善してほしいと考える内容と、比較的若い年齢の作業員が高年齢の作業員のために改善してほしいと考える内容にずれが生じるかも知れない。そこで、各要望を選択した作業員と選択しなかった作業員の年齢を相関分析によって比較した。その結果、“エレベータ設置”，“重量物の軽減”，“照明”について年齢との相関が見られた（順に $r = 0.14, 0.15, 0.13, n = 274$ ）。すなわち、これら3つの項目は年齢が若い場合は比較的軽視しがち、あるいは気づきにくいということが示された（図4）。

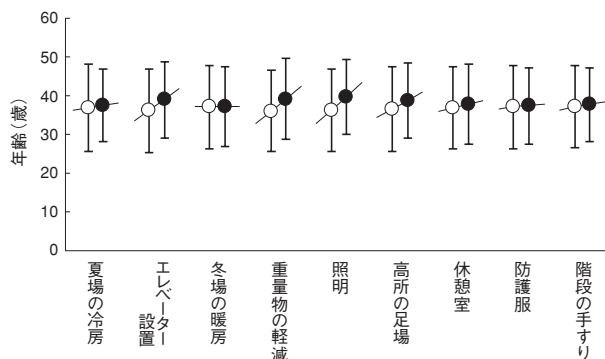


図4 各要望を選択した回答者と選択しなかった回答者の年齢の比較

図中の点は平均値、点から出ている棒は土標準偏差。“重量物の軽減”，“照明”，“エレベータ設置”は高年齢作業員の方が選択する傾向が高く（順に $r = 0.14, 0.15, 0.13, n = 274$ ），年齢が低いものは気づきにくいことが示された。

4.6 改善要望に対する作業内容や作業場所による違い

作業現場環境の整備や改善を考えた場合、どのような施設や環境の改善を優先的に行うかは作業内容によって異なる予想される。すでに述べたように、“防護服”と“階段の手すり”を除く改善要望については、全体のおよそ2割から3割の回答者が要望した。このことは、多くの項目で改善を望む作業員が多いことを示す一方で、どの作業員がどの改善を重点的に望むかについて把握することを難しくしている。そこで、数量化Ⅲ類を適用して、各作業員が相対的にどのような要望に重点を置かかについて作業員同士の相対的な比較から分類し、その上でそれぞれの作業員がどのような作業を行っているかを調べた。

数量化Ⅲ類の分析手続き上の問題から、整備あるいは改善したほうが良いと思う施設や環境を1つ以上あげた回答者を分析の対象とした。数量化Ⅲ類を適用して得られた固有値および相関係数をみても、何軸までを採用するかについて明確な境界は得られなかった（表2）が、改善要望を要約して把握するという目的から、2軸までを採用して要約することとした。

表2 固有値と相関係数

軸(次元)	固有値	相関係数
1	0.38	0.62
2	0.32	0.57
3	0.27	0.52
4	0.22	0.47
5	0.22	0.47
6	0.18	0.42
7	0.13	0.36
8	0.09	0.29
9	0.00	0.00

4.6.1 要望による作業者のタイプ

数量化Ⅲ類の結果、1軸は作業場所の改善に重点を置くか（1軸負の方向）、休憩室に重点を置くかに分かれた（1軸正の方向）。2軸は空調（環境）に重点を置くか（2軸負の方向）、具体的な項目に重点を置くか（2軸正の方向）に分かれた。各項目を詳細に見ていくと、“照明”と“エレベータ設置”は軸の原点付近にあり、作業者の特性による違いが少ないことが示されている。これらを“原点”タイプとすると、その他の項目については他の作業者と比べて“足場”に重点を置くタイプ、“防護服と手すり”に重点を置くタイプ、“休憩室”に重点を置くタイプ、“冷暖房”に重点を置くタイプ、“重量物の軽減”に重点を置くタイプに分かれる（図5）。

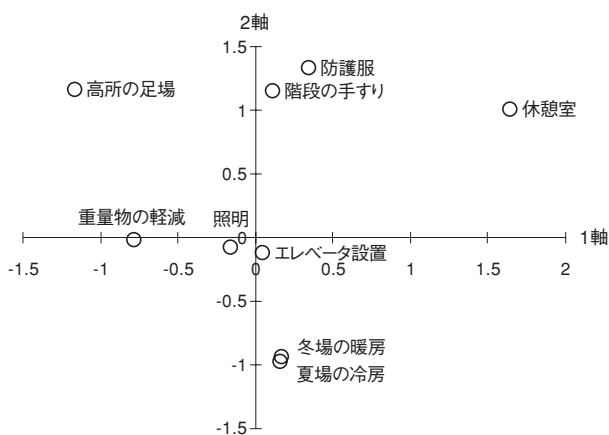


図5 各要望に対して数量化Ⅲ類を適用した結果
横軸を1軸、縦軸を2軸とした。

4.6.2 各要望タイプを構成する作業者の作業内容

これらのタイプに属する回答者が具体的にどのような作業をしていたのかについて、書き出したところ（表3），“休憩室”に重点を置くタイプの回答者は1次系（放射線管理区域：炉心で発生させたエネルギーを蒸気に変える設備）の作業や常に作業と移動を繰り返す作業であった。“足場”に重点を置くタイプの回答者は足場の組み立てと解体を繰り返す作業、または広い場所に巨大な足場を組む作業であった。“防護服と手すり”に重点を置くタイプの回答者は配管（水管）の内部で作業を行う作業であった。“冷暖房”に重点を置くタイプの回答者は2次系（非放射線管理区域：蒸気によって発電機のタービンを回し発電する設備）での作業に多かった。“重量物”に重点を置くタイプの回答者は制御弁など、特に重量物を吊り上げる作業や水質などの検査者に多かった。

表3 要望タイプ別にみた作業内容

要望タイプ	作業内容
休憩室	1次系での作業、常に移動しながら点検を行う作業
足場	足場を組んでは解体する作業、 広大な場所で足場を組む作業
防護服(煙管服) ・手すり	配管内での作業
冷暖房	2次系での作業
重量物	水質・化学分析、各種点検作業

5. 考察

5.1 高齢作業者のための施設や環境の改善を行う場合の一般的な注意点

本研究で対象とした原子力発電所では、作業環境の改善は一般に各協力会社の作業者が作業監督者に要望し、作業監督者が改善を行う。したがって、実際に改善を行うのは高齢作業者本人ではなく、比較的若い作業監督者となる。また、施設全体の改修を必要とするような場合は、原子力発電所の管理者側（電力会社）が改善を検討することとなり、この場合も改善の決定を直接下せる立場にある作業担当者が高齢であるとは限らない。本研究の結果、“エレベータ設置”、“重量物の軽減”、“照明”については、年齢が若い者は軽視しがちであることが示された。ここでは年齢と各要望の気づきやすさの関係を

直接扱っているもので、これらの点は、本研究で対象とした原子力発電所についてのみではなく、作業者の高齢化に対しての一般的な問題ととらえることができる。

5.2 年齢と災害発生について

災害の種類ごとに検討したところ、年齢が高いほど災害に遭遇しやすいことを示すデータは見出せなかった。この理由としては主に次の2点が考えられる。1つめは、他の多くの職場でも実施されているように、本研究の対象とした原子力発電所の協力会社でも、すでに高齢の作業には高所での作業をできるだけ行かせないなどといった、高齢作業者が災害を起こさないための取り決めや慣習があり、一定の成果をあげているということである。2つめは、年齢が高くなるにつれて自分の体力や能力を過信することが少なくなる可能性が高いということが考えられる。ただし、“1. はじめに”でも述べたように、今後数十年は作業者の高齢化が進むと予測されており、現在なされている対策では追いつかなくなる可能性がある。このような理由で、今後に備えて作業者の高齢化に対応した対策は依然として重要である。

5.3 どのような場所から改善すべきか

本研究では、高齢作業者のための施設や環境の改善のための要望をまとめた。その結果、“防護服”と“階段の手すり”を除く項目、すなわち“夏場の冷房”、“エレベータ設置”、“冬場の暖房”、“重量物の軽減”、“照明”、“高所の足場”、“休憩室”について、2割以上の回答者が改善してほしい項目としてあげた。2割以上の作業員からあげられたということから、これらの項目については現場の作業員が高齢作業員のために強く要望していると考えられる。しかし、有り無しの選択形式で回答を求めさせたため、改善の必要の度合いについては本研究の範囲では評価できず、これらの項目について、不自由さを感じている作業員がある程度いるということしか評価はできない。また、前に述べたように、現在のところ高齢作業員の被災者数は他の年代と大きな差がない。したがって、ここで述べた改善点については早急に改善すべきものとしてではなく、今後さらに進む作業員の高齢化とそれに伴う災害

の増加を防ぐために、どのような施設や環境から手をつけていくべきかの参考とすべきものであるといえる。数量化Ⅲ類を用いて分析した結果も、各作業員がその改善項目を強く望んでいるか否かを表しているのではなく、各項目について相対的にどのような作業員から望まれているかを表している。したがって、数量化Ⅲ類でのまとめは、たとえば休憩室を改善しようとした場合、どのような作業場所あるいは作業員に対して重点的に改善を行うのがよいかを知る手がかりとして利用するのが有効であろう。

5.4 高齢作業員のための施設や環境の改善要望 —各要望の具体的な内容と改善案の提言—

一般に高齢作業員の災害を予防するという意味で足場の改善を考えた場合、作業員の墜落防止について考えることが多く、実際に多くの墜落災害事例が報告されている（鈴木 他, 1998）。しかし、本研究で数量化Ⅲ類によってまとめたところ、“足場”の改善を重点的に望む作業員は、足場の組み立てと解体を繰り返す作業員、または広い場所に巨大な足場を組む作業員であった。また、本研究を行うにあたってわれわれが行った現場の作業員に対する聞き取り調査では、足場の改善として定期検査時に組む足場を常設化してほしいという要望があげられた。さらに、原子力発電所の定期検査時に使用する足場は、場所によっては巨大であり、かつ足場を組む作業が遅れるとその後の作業の進展に影響を与えるという事情もあり、この作業を担当する作業員にとって心理的にも肉体的にも他の作業と比べて相対的に負担が大きいと推測される。このような事情から、足場の常設を望む声はそれなりにあったと思われる。したがって、原子力発電所のように定期的に本来の仕事すべてとめて検査を行う施設で、かつ巨大な足場を必要とするような箇所では、足場の組み立て作業員の災害予防のために、足場の常設化について検討することが有用であるといえる。

防護服と手すりは、質問紙集計の結果では改善を望む声は少なかったが、数量化Ⅲ類の結果、配管（水管）内で作業を行う作業員が主に要望をあげていた。したがってこの場合の防護服とは配管内の作業用服、すなわち煙管服のことであると考えられる。また、配管内に手すりやそれに対応する設備を備え付けることは難しいと考えられるが、配管内の手す

り、あるいはそれに代わる道具や装置の工夫が望まれているといえる。

休憩室は1次系の作業員や常に作業と移動を繰り返す作業員が重点的に望んでいた。原子炉がある1次系では余分な空間はなるべく減らすようにつくられており休憩室を設置する余裕がない。また、一般には作業単位ごとに施設内に作業空間を確保して作業にあたり、その空間が作業集団ごとの居場所兼休憩所となるが、作業と移動を繰り返す作業員は施設内にそのような場所を確保することができない。このような事情から、これらの作業員が休憩室を望んでいると考えられる。これらの作業員のために、たとえば簡易ベンチ等の設置や簡単に運搬できる折り畳み椅子の導入などを検討することが有用である。

蒸気に変換された熱エネルギーによって発電機のタービンを回す2次系では、作業員のために施設内の温度を管理することは後回しにされている。このような事情で2次系の施設内を快適な温度に保つような空調を導入することは難しいが、たとえばスポットクーラー等の設置は既に取り組みされており、作業環境は従前に比べて改善されてきている。今後とも、より一層の取り組み、工夫が望まれる。

原子力発電所では、特に重量機器が設置されている場所にはクレーン等が順次導入されており、原子力発電所以外の施設でも同様の改善が行われていると思われる。このようなクレーン等の速やかな導入が今後も期待される。また、水質等の検査者からも重量物の軽減の要望があげられていた。一般に水質検査を行う際に採取するサンプル1つ1つの重量はそれほど重くなくても、いくつか集めると大変な重量になり、またサンプルの採取場所も一般に高低差のある場所で採取し、分析する場所まで運ぶことになる。したがって、台車等が有効に使えない場合も多いといったことから、水質サンプルの運搬方法の改善が望まれていると推察される。

6. ガイドブックの作成

本研究成果をもとに高年齢作業員と若手作業員が良いチームワークを発揮して、協調しながら作業を円滑に進めていくための留意点を「世代を超えたチームワークを支える作業ガイドブック」としてまとめた。

本ガイドブックは、1. コミュニケーションの活性化、2. 何をサポートしたらいいのか？、3. ベ

テランと若手の共同作業、4. 高年齢初心者への配慮、5. 作業環境を整備しよう！の5章からなっており、それぞれに“ベテランの方へのヒント”“若手の方へのヒント”および“管理者の方へのヒント”を箇条書きにしている。また、重量物の取り扱いなどについて、職場内のグループで対応案を検討するためのチェックリストも添付している。

現場で働く作業員の方々が本ガイドブックを活用し、より良いチームワークが発揮されることを期待している。

7. 結論

高年齢作業員のための改善要望のうち“エレベータ設置”、“重量物の軽減”、“照明”については、年齢が若い者は軽視しがちであることが示された。作業環境の改善は、比較的若い作業監督者が行うことになるのでこの点について留意する必要がある。また、改善要望ごとにどのような作業場所、作業内容に対して重点的に改善を行うのがよいかを知る手がかりを与えた。

年齢が高くなるにつれて災害に遭遇しやすくなることを示すデータを確認することはできなかったが、今後十年は作業員の高年齢化が進むと予測されており、これらの観点に立った対策は依然として重要である。

本研究で得られた知見をもとに、高年齢作業員と若手作業員が良いチームワークを発揮して、協調しながら作業を円滑に進めていくための留意点を「世代を超えたチームワークを支える作業ガイドブック」としてまとめた。

謝辞

本研究の成果は、(財)労働科学研究所 酒井一博氏、北島洋樹氏、鶴原亜紀氏との共同研究によって得られたものであり、また大阪教育大学教授 高橋誠氏からは研究をまとめるにあたって大変有益なご批評をいただいた。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

国立社会保障・人口問題研究所 2002 国立社会保障・人口問題研究所年報
長嶋紀一 1984 加齢に伴う感覚・知覚の変化 心

理学評論, 27 (3), 283-294.

志澤康弘・酒井一博・北島洋樹・鶴原重紀・大橋智樹・作田博 2003 原子力発電所における高齢作業者のための施設・環境の改善要望 日本原子力学会2003年春の年会要旨集第Ⅱ分冊 425.

鈴木芳美・臼井伸之介・江川義之・庄司卓郎 1998 建設工事における墜落災害の人的要因に関する多変量解析 産業安全研究所研究報告, NIIS-RR-97, 17-26.

東京都立大学体育学研究室(編) 1989 日本人の体力標準値 不昧堂出版