

発電所員に対するヒューマンファクター教育の提案

A Proposal for Human Factors Education in a Power Plant Company

彦野 賢 (Masaru Hikono)*

要約 事業者が発電所員に対して行うヒューマンファクター (HF) 教育について、事業者より見直しの依頼を受けた。複数の教育現場調査や文献結果等の方法により、ヒューマンファクター教育のあり方について現状の問題点を指摘した上で、現在の知見を整理し新体系を提案した。教育内容については各事業者が各々のニーズを取り入れてカリキュラムを作成することが重要である。本稿では一つの事例検討としてその教育カリキュラム構築の考え方を整理する。

キーワード ヒューマンファクター、教育、労働安全、原子力発電

Abstract The author was asked by a power plant company to investigate how to change the actual education system concerning human factor education for the plant staff. First, the problems faced by actual education system were investigated based on the results of a large number of surveys conducted in educational fields, and various documents. In the present paper, the author describes the newly proposed educational program, using as illustration a case study. The findings of the present study suggests that, concerning the content of the educational program, it is indispensable for each company to develop a curriculum based on its specific needs.

Keywords human factors, education, labor safety, nuclear power

1. はじめに

ヒューマンファクター (以下本稿では HF と記す) とは、組織工学の枠内に統合された人間科学の応用によって、人間とその活動との間の関係を最適化するためのもの (ホーキンス, 1992) と定義される。より分かりやすく言えば、人間にかかわる多くの学問領域すなわち、古典的な人間工学に加えて、認知工学、社会学、安全学などでの知見をシステムの安全性や効率向上に実用的に活用しようとする総合的学問/技術の体系 (全日空, 1994) を指す。

HF は「トラブルの原因としてのヒューマンエラー」というマイナス面で捉えられがちではあるが、本来はシステムの安全性、経済性および福祉の向上に寄与する (古田, 2002) ものである。

原子力分野においては、1979 年の TMI 事故を大きな教訓としてシステムにおける人間の役割である HF が広く認識されるようになった。当初はヒューマンエラーによるトラブルは、機器を操作する運転員や、保守作業員などの個人が主たる原因とされた。そのため、所員への教育徹底や業務マニュアルの見直し、

インターフェースの改善が効果的な対策とされてきた。しかし、今日ではシステムの複雑性ともあいまって 1986 年のチェルノブイリ事故および 1999 年の JCO 臨界事故に代表されるように、組織の特質がトラブルを生じる例が増えてきた。それにつれて、HF で扱う領域もいわゆる「個人の事故」から「組織の事故」へと拡大した。さらに 2002 年の東電問題では、発電所の機能としては技術的には損なわれていないとされるものが発電を停止せざるを得ない事態となり、それによる一般社会に与える影響は甚大であった。

このように HF に関する諸問題は、個人からチーム、そして組織へと拡大してきた。したがって、原子力発電所員に対する HF 教育について現在の知見で再整理することは有意義と言えよう。

原子力発電所運転員の教育訓練指針 (原子力規格委員会, 2002) では、運転員に必要な知識・技能の一つとして、HF に関することが明記されており、各事業者は体系的かつ合理的な教育を実施するよう求めている。しかしながら具体的な方法論は各事業者に委ねられており、現場の教育担当はそれぞれ独自の方法で従業員の教育を計画実施している。

* (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

本研究では、特に HF について各々の事業者は従業員に如何に教育すべきかということをも提案することを目標として、教育実態調査や文献のレビューを行った。さらに、原子力および電気事業をとりまく諸条件を十分に考慮しつつ、かつ時代ニーズに即した形での企業内 HF 教育のあるべき姿を検討した。

2. 目的

本研究では、原子力発電所技術系社員を対象とした既存の企業内安全教育としての HF 教育について、教育現場を調査するとともに現在の知見を整理したうえで、新しい教育体系についてその内容、科目などにわたり改善案を提言することを目的とする。

3. 調査 1

3.1 方法

対象とした企業では、HF 教育を開始してから約 10 年が経過している。前述のようにこの 10 年間で原子力をとりまく状況は変化している。まずは発足からの変遷を調査するとともに、現教育について現場観察や受講生への聞き取り調査により実態を調査した。平成 14 年度および 15 年度に実施した HF 教育を調査対象とした。

3.2 結果と考察

3.2.1 教育発足の経緯

対象とした企業では、昭和 61 年 6 月から 8 月の間に 3 つの発電所でヒューマンエラーに係るトラブルが連続して発生したことから HF 改善活動が開始された。その主要な活動の一つが企業内 HF 教育の整備であり平成 4 年には 6 科目を整備した(作田, 1998)。

表 1 現在の HF 教育

教育名	目 標	受講対象
基礎	ヒューマンエラーの見方の学習 人間行動への理解の促進	技術系社員全員 入社 1 ~ 6 年
分析技術	HF 事故調査技術の習得 再発防止策検討技術の向上	技術系社員 6 年目から(選抜)
判断技術	判断行動への理解の促進 意志決定能力の向上	技術系社員上席 (選抜)

その後、統廃合により平成 15 年度では「基礎研修」「事例分析研修」「判断技術研修」の受講者段階別に 3 科目が実施されている(藤井, 2004)。表 1 は、平成 15 年度に実施した科目名、教育目標、受講対象を示す。

3.2.2 教育内容

HF 教育発足時は運転員の誤操作や作業員の判断ミスとされる個人のヒューマンエラーが問題視された。従って、教育発足時から検討されてきた訓練メニューのうち、人間特性の基礎理解(基礎研修)、個人エラー事例の要因分析と対策案の抽出方法(事例分析研修)、判断に至る過程への重要性の気づき(判断技術研修)をテーマとした教育が現在まで継続されてきた。図 1 は一人の個人を中心として捉え、個人が情報を受容してから動作遂行するまでの中で、現在の教育科目がどの範囲を対象としているかイメージしたものである。

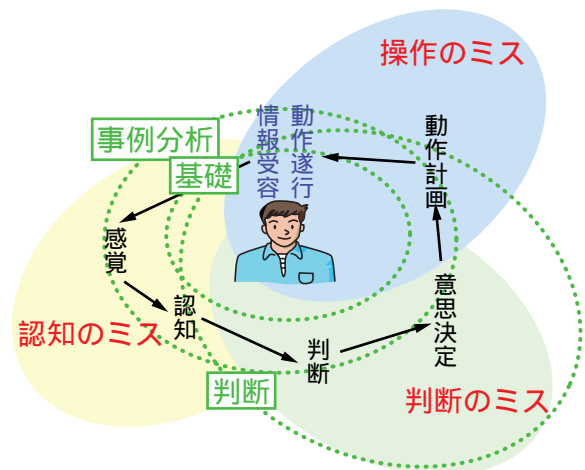


図 1 現 HF 教育の対象範囲

3.2.3 受講生への聞き取り調査

平成 14 年および平成 15 年に実施した 3 つの HF 教育を受講した社員に対して、受講直後に有益度、理解度に関する質問紙調査を行った。いずれの教育でも概ね良好な意見が多く聞かれ、社員に効果的な教育が実施されているように感じた。各教育毎に整理してみると、基礎研修については有益と考えている受講生、上司が多く、理解も深まったという意見が大半であった。事例分析研修については、職場に戻ってから受講内容を生かし切れないという意見が聞かれた。ただし、教育の進め方や内容については満

足している。判断技術研修については最も好意的に受け取られている印象を受けた。一方通行的な教育でなく受講生自ら考えさせる教育であったことが評価されている。

3.3 問題点提起

以上の結果から、以下の問題点を指摘する。

最近の諸問題をみると、JCO事故のように組織内部、さらには、東電問題では組織内部だけではなく様々なステークホルダーとの関係不全へと問題の発生源が個人だけでなくから周辺に広がっている。その意味では、発電所員が基本的に身につけなくてはならないHFに関する諸問題は自分自身の問題から自分の周辺の問題へと拡大しているのではないかと考えられる。これまでのHF教育内容は図1に示したようにマンヒムセルフを主体とした内容であったが、今後はマンマンインタフェース領域に関しても内容を充実させる必要がある。

一方で、一般的に企業は、生産性重視のため教育にかかる費用を削減しようとする傾向がある(平松, 2001)。もちろん原子力安全に関わる本教育は投資効果を定量的に把握する必要性の議論とは別の次元にあるのではないと思われる。しかし現実として企業内教育である以上、限られた経営資源の有効活用が求められることは避けられないであろう。これらの2つの要求を満たす最適解となる効果的なメニュー再編を行う必要がある。

以上の問題点を提起したが、これら問題点について整理するために、企業内安全教育の状況について他社の2事例について、さらに現在の知見について文献で調査を進めることとした。

4. 調査2

4.1 方法

他の事例調査として、A電力会社とB航空会社を訪問調査した。

4.2 結果と考察

4.2.1 A電力会社

A社では、発電所員全職能を対象としたHF教育を

平成9年度より基礎研修と応用研修の2コースで実施している。基礎研修は5年目社員、応用研修は10年目社員を対象としており、いずれも全員受講対象となっている。これとは別に運転員当直長クラスを対象とした運転管理者教育を実施している。基礎研修の日程は2日間で受講生は約20名であった。教育内容は座学中心で、個人と集団の特性をテーマとしている。また事例分析の説明も行う。応用研修は2日間で受講生は約20名であった。教育内容は、グループによるトラブル事例の分析、一般課題(ゲームワーク)の実施である。この事業者の特徴をあげるならば、開講時に本店幹部による講義があったことである。教育開始時に受講社員にA社の姿勢をアピールすることで教育効果が高まっていると感じた。

一方、電力業界のHF教育は各社がそれぞれの状況で実施している現状があることから、業界統一の体系整備や教材開発を目指した活動例もみられる。吉村ら(2003)は各事業者でHFインストラクターを養成しそのインストラクターが事業所の核となり発電所員に普及する提案をしている。

4.2.2 B航空会社

航空機のパイロットは法律で毎年一回必ず定期訓練を施すことを義務づけられているので約20年前から教育体系は充実している。講師は社内の教官パイロットが指導する。教官パイロットは管理職による推薦で選ばれる。航空事故の80%は人間の行動とパフォーマンスにその要因があると考えられているので、これらの問題は知識や技量ではなく、チーム間のコンペネーションが問題とされるため、Crew Resource Management(以下、CRMと記す)訓練が開発された(垣本, 1996)。

各航空業界では、それぞれ独自に訓練プログラムを用意している。教育ツールは事例ビデオと解説ビデオが中心で、事例ビデオにて受講生同士がディスカッションをして問題点を整理するものである。解説ビデオは良好事例として議論の参考にしている。

航空業界の教育においては、特に、個人だけでなくチームとしてのHFの重要性を求めていることがいえる。パイロットという職種は、直接乗客の生死に関わり、しかも本人の生死にも関わるので、会社の安全教育に対する強い姿勢を感じる内容であった。

5. 調査 3

5.1 方法

海外の特に安全や HF の学術雑誌 (Human Factors; Safety Science 等) から教育要素 (目的, 内容, 具体的方法, 効果) について調査した。具体的には Psychlit 学術データベースを使用して文献検索を行った。1985 年から 2002 年の範囲で検索し, キーワードは "Human Factors Training", "Human Factors Education", "CRM Training", "Safety Training" であった。その結果, 300 にもおよぶ文献が抽出された。その中から具体的な教育プロセスや教育効果に言及している 20 件を調べた。

原子力発電に関連した教育に関する国内文献を引用して, 社会から求められている HF スキルの全体像は何であるのかを明確にするために以下の文献をレビューした。

5.2 結果と考察

5.2.1 海外文献

80 年代前半は, 教育手法の開発が主であり, 後半から教育評価の重要性の指摘と概念検討の文献が多い。また, 90 年代後半からは教育評価方法の開発とその妥当性検討の論文が多い。軍事関係の研究を中心に, CRM 訓練により受講生の態度と行動が望ましい方向に変化することが幾つかの研究で確認されている。ただし, この態度, 行動の変容が組織全体の安全性の向上に直ちにつながっているのかどうかを検証することは困難なようである (Salas, et al., 2001)。

方法論については, 安全性の向上やチームワークの向上がメインであったが, 最近は目的がより具体的になっている。例えば, チームワークを高めるた

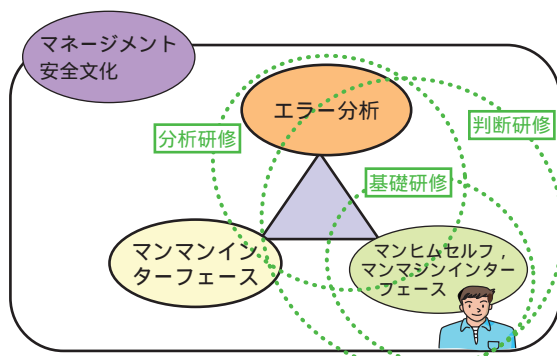


図 2 指針の範囲と現 HF 教育の範囲との対比

めに必要な諸種のスキルおよびそれらのスキルを構成する行動レパートリー (例えば, コミュニケーション, 判断, リーダーシップ, 状況認識, 方略分析, 決断性, 適応性, 柔軟性) の獲得が主要なものとなっている。

5.2.2 国内文献

原子力発電所運転員の教育訓練指針 -2002

運転員を対象とした民間規格であるが, HF についての教育が言及されている。指針が求めている範囲と現在の教育範囲をイメージで示す (図 2)。現在の教育範囲を重ねてみると, マンヒムセルフとエラー分析についてはカバーされているが, マンマシンインタフェースや全体に係る安全文化は含まれていない。

原子力安全文化の在り方に関する検討委員会

原子力の安全文化について, 自分の属する組織がおかしいという雰囲気を感じた際に, それを指摘することができる強い個人が必要と指摘している。

技術的能力の指針化について

個々の従業員と事業者の技術的能力について詳細にまとめられている。基礎的な要素として状況把握および対応のための資質。管理的要素としてチームワーク, リーダーシップ, コミュニケーション。基盤的要素として安全文化, 倫理を求めている。

5.3 提案に向けた視点

以上の調査結果をもとに, 現在の知見をもとに改善点について整理した。

5.3.1 管理職がキーパーソン

組織の安全風土は組織の管理職がキーパーソンと言われている (福井, 2001)。積極的に管理職に働きかける企業内教育のあり方が求められる。A 社では教育発足当時は管理職向けの教育が存在したが, 現在は廃止となっている。ただし, 各職場単位の自主的な活動として管理職員に対する教育も行われている。リーダーシップトレーニングもその取り組み例の一つである。

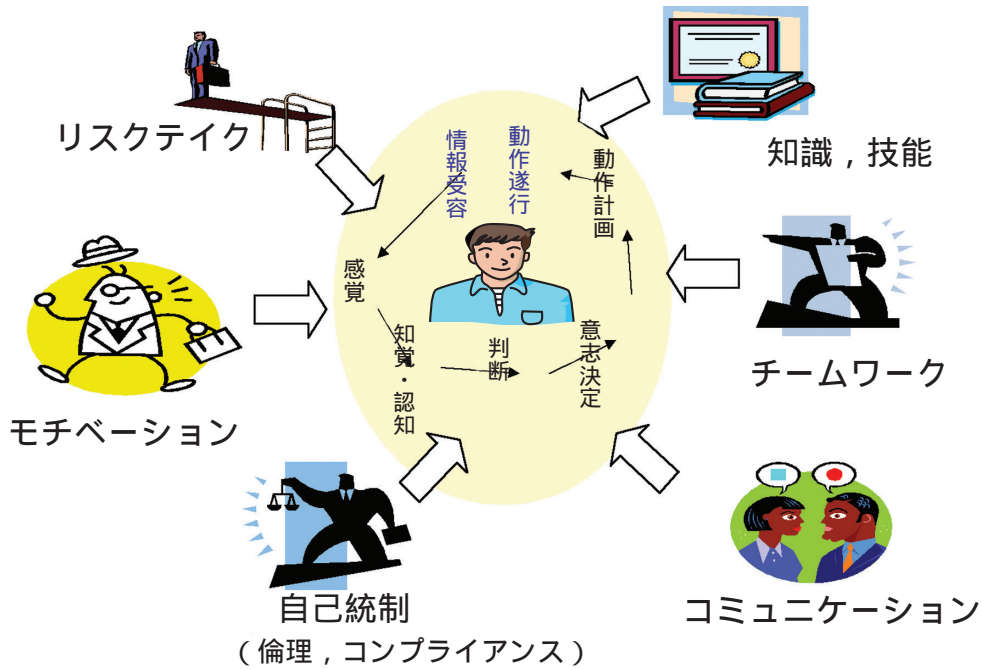


図3 個人の行動に影響を与える諸要因

5.3.2 職場と個の関わり合いが大切

個人の行動は周囲からの影響を抜きに議論できない。従来、HF教育範囲は個人のヒューマンエラー防止という観点からプログラムが組み立てられていたが、周囲からの影響を受ける一個人の行動という視点から個人の振る舞い方に関する範囲拡大が求められている。例えば、倫理、コンプライアンス、チームワーク、リスクテイクといった業務上の葛藤について疑似体験させることも重要な教育要素になってきた(図3)。

5.3.3 「安全文化」の視点をもつ

「原子力の安全文化」がIAEAから提唱されて久しい。今後は新人社員の段階も含めて言葉の定義から教育していくことが望ましい。組織の安全文化醸成とは、その職場集団の各々の個人が、安全文化という同じ向きのベクトルを意識しながら組織全体としての目標に対してそれぞれが努力していく姿であろう。ここで同じ向きのベクトルを与えることがHF教育の目指すところと考える。

6. HF教育の提案

6.1 提案のあり方

各社には各社固有の要求があると考えられるので、実際の体系構築では個別のニーズを取り入れた検討を行うことが望ましい。

会社が社員を養成する以上、教育の範囲、程度は、会社のポリシー、方針(幹部判断)に従って決定されるべきである。教育に関係する箇所はそれぞれの立場があるので自ずと判断と見方が分かれる。

以降は対象企業を例にして、企業内教育体系(テキスト、カリキュラム)への提案例を記す。以下は、個別事例を対象とし、HF教育体系構築への考え方の一例を示す。

6.2 具体的な提案例

前項までで整理したことをもとに、教育テキストの具体化を試みた。ここでは現場担当者を2クラス(新人社員、中堅社員)に分割した教育テキストの目次案について表2に示す。

6.2.1 若年社員向け研修

本研修は入社数年程度の若年社員を対象としたものと位置づけ、カリキュラムを検討した。会社が若年社員全員に求めるHFは何であろうか。まずはHF活動に対する理解であろう。そのためには、会社としてHF活動を行っているきっかけとなった過去のいきさつや現在の状況を整理して理解してもらうことが重要である。過去のいきさつとは会社が社会に対して約束してきた項目である。新入社員は過去のトラブルを知らずに入社するが、それを職場内教育のみに委ねるのではなく、体系的に教育することが重要である。

したがって最低限知ってもらいたいこととして過去の教訓を挙げることとし、ヒューマンエラーが関与していると考えられるトラブル事例とその対策を整理した。その結果、大別すると「HFの重要性の認識」、「エラーの分類」、「エラー防止のための具体的対策」、「事例分析と検討」という4つの枠組が抽出された。

これをベースにカリキュラムを検討したところ、調査対象企業で従来から行われてきた基礎教育内容はこの枠組みをほぼ満足できるものであった。

しかしながら、前述のように組織の問題もHFの重要な論点であり安全文化の視点も重要であるので安全文化の定義や目的を理解させることを一部カリキュラムに追加することとした。

表2 今後のHF教育テキストの目次案

若年社員向け研修	上席担当者向け研修
オリエンテーション	オリエンテーション
1. なぜ「ヒューマンファクター」なのか	1. 技術者の倫理
2. ヒューマンファクターの基礎理解	(1) モラルへのとびら
(1) ヒューマンエラーとは	(2) 正直性・真実性・信頼性
(2) ヒューマンエラーの分類	2. コンプライアンス
3. ヒューマンエラー低減のための具体的な対策	(1) コンプライアンスとは
(1) 指差呼称	(2) 職場における行動規範
(2) TBM	(3) 組織エラー
(3) 言語コミュニケーション	3. 意思決定
(4) マニュアル	(1) 葛藤の3種類
(5) 整理・整頓	(2) 主観的確率
(6) 自己点検	(3) 組織としての葛藤
(7) ヒヤリハット	4. コミュニケーション
4. ヒューマンファクターと安全文化	(1) 会話の原理
(1) ヒューマンファクターの視点	(2) フィードバックが大切
・マン・マシンインタフェース	(3) コミュニケーションエラーの要因
・マン・マンインタフェース	5. チーム・ワーク
・マンヒムセルフ	(1) コミュニケーションネットワーク
(2) 安全文化の視点	(2) リーダーシップとモラル
5. ヒューマンファクターに係る事象の分析方法	(3) チームエラーの要因と対策
(1) 人間エラー発生FT図の基本構成	事例学習
(2) 人間エラー発生FT図を用いた事例分析の手順	事例分析
(3) ヒューマンファクターに係る事象の調査分析の流れ	・事例1
(4) 事故等の調査分析における問題点	・事例2
(5) 事故防止活動の基本的な考え方	
(6) 対策立案の考え方	
6. トラブル事例の検討	
7. 引用および参考文献	まとめ
試験・懇談会	試験・懇談会

6.2.2 上席担当者向け研修

ここでは上席社員向けの内容として位置づける。職場の中でも核となる担当者であり、所属長の業務指示による職務遂行のみならず、他課との調整業務や職場内意思決定への助言やチーム内のまとめ役となる人材である。主に個人だけの世界を対象とした狭義のHF問題のみならず、広義のHFに焦点をおいたカリキュラムを構成することが重要である。

今回の見直しの特徴は、安全文化の醸成のために何ができるかという狙いを目指す。組織の安全文化醸成とは何であるか。それは、事業所の安全確保に対するトップ方針を理念として、そこに込められた決意と精神を具体的な行動として実践する積み重ねであろう。

7. まとめ

本研究では、発電所員に対する新たなHF教育体系を提言するため、まず3つの調査を行った。

調査1.

実際の教育現場にて受講生、所属長および教育所管箇所の意見を聴取した結果、マンマンインターフェース領域への教育内容充実の必要性、効率的で効果的なメニュー再編の必要性という2点を現状の問題点として抽出した。

調査2.

他社事例として電力会社と航空会社を訪問調査し、教育効果を高める要因として、本店幹部の教育に対する積極姿勢、会社の安全教育に対する強い姿勢の2点を抽出した。

調査3.

海外文献、国内文献をレビューした結果、提言に向けた改善点として、管理職がキーパーソンであること、職場と個の関わり合いが大切であること、安全文化の視点をもつべきであることという3点に着目した。

さらに上記の調査結果をふまえて、個別事業所でのHF教育(若年社員コースと上席担当者コースの2教育)の具体的テキスト例を示した。

安全教育を如何に行うかは永遠のテーマであり、これからも結論の見つからないテーマであると思われるが、今回、ひとつの考え方としてHF教育のテキストを整理できたことはそれなりの意味があったと思う。

従来の社員教育では、一定レベルの者に画一的平等に知識を付与することとしてきた。しかし、現在の傾向としては、個人が会社に帰属するという価値観は弱まり、個人は会社業務遂行のために会社から与えられて勉強するという意識よりも、今後の自らのキャリアアップの為に勉強し自分への投資は自らが選択するという考え方が増加している。また会社側からみると社員は時間をかけて計画的に育成するという考え方から、足りない人材はヘッドハンティングする時代という考え方に変化してきている。

しかしながら、原子力発電に携わる社員および協力社員に対しては、別の視点も考慮する必要がある。

本報告が各種の安全教育の参考となれば幸いである。

謝辞

本研究の実施にあたっては、関西電力株式会社および財団法人労働科学研究所の協力を頂いた。この場を借りて厚く御礼する。

引用文献

- 藤井寛二 2004 関西電力(株)の原子力発電所におけるヒューマンファクター活動 行待武生(編) ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ テクノシステム, Pp.371-375
- 福井宏和 2000 原子力発電所職員の安全確認行動と組織風土の因果関係 *Journal of the Institute of Nuclear Safety System*, 7, 2-15
- 古田一雄・高野研一 2002 連載講座第1回 ヒューマンファクターとは 日本原子力学会誌
- 原子力安全委員会 2003 技術的能力の指針化について
- 原子力規格委員会 2002 原子力発電所運転員の教育・訓練指針 社団法人日本電気協会
- 原子力安全研究協会 2003 原子力安全文化の在り方に関する検討会報告書案
- 平松陽一 2001 教育研修の効果測定と評価のしかた インターワーク出版
- ホーキングズF.H. 黒田勲(監修)・石川好美(監訳) 1992 ヒューマンファクター - 航空の分野を中心として - 成山堂書店
- 垣本由紀子 1996 航空における安全教育の現状と今後の課題 電気評論, 81, 5, 33-37

- 作田博 1998 関西電力の原子力における取り組み ヒューマンファクターシンポジウム予稿, 電力中央研究所
- Salas, E., Burke, C. S., Bowers, C. A., Wilson, K.A. 2001 Team Training in the Skies: Does Crew Resource Management (CRM) Training Work?, Human Factors, 43, 4, 641-674.
- 社団法人日本電気規格協会 2002 原子力発電所運転員の教育訓練指針 (JEAG-4802)
- 全日本空輸総合安全推進委員会 1994 ヒューマンファクターズへの実践的アプローチ 全日本空輸株式会社総合安全推進委員会