

ノンテクニカルスキルに着目した緊急時対応訓練の開発 －(4)「たいかん訓練（英語名:ECOTEC）」実践報告－

Development of Emergency Response Training Focusing on Non-Technical Skills －(4) Practice Report on ECOTEC-training－

彦野 賢 (Masaru Hikono) *¹ 松井 裕子 (Yuko Matsui) *¹
金山 正樹 (Masaki Kanayama) *²

要約 発電所内で24時間常駐し緊急時の初期対応を担う幹部クラス職員を対象とした訓練(名称:たいかん訓練, 英語名称:ECOTEC-training)は, 限られたリソース(時間・人)の中で, 新たに次々と困難な状況(阻害事項)が付与される中, 夜間・休日の当番チームとして如何に的確に即応していくかを行動で求める特徴を有している(彦野ら, 2017). 一方, 発電所での訓練の定着に向けた課題も明らかになった(彦野ら, 2018)ことから, 発電所の要望も踏まえつつ改善(例えば, チーム編成多様化など)を行いながら実施している. 本報では, 2016年度から2018年度までの3年間の実践報告を行う.

キーワード 緊急時対応訓練, ノンテクニカルスキル, 訓練評価

Abstract Emergency response training(Translation of the Japanese name: Taikan training, English name: ECOTEC-training), which was developed for executive class staff who remain in the power plant for 24-hour periods, is newly added to deal with the issue of limited personnel resources(hours / person). The training is characterized by the action which asks trainees exactly how to respond promptly as a holiday shift team when a difficult situation(inhibition matters)is given one after another(Hikono et al., 2017). On the other hand, the problems for establishment of training on the power plant site was also clarified(Hikono et al., 2018), and improvement in the established site based on the requests of the power plant staff(for example, team formation diversification, etc.)was undertaken. The implementation report describing activities of the past three years which were carried out continuously from the 2016 fiscal year are presented here.

Keywords emergency response, non-technical skills, training evaluation

1. はじめに

原子力発電所の緊急時対応チームにおいて, チームの構成員がそれぞれに保有するテクニカルスキル(業務に直結した専門知識や技量)を統合し, チーム全体のパフォーマンスとして如何なく発揮するために必要とされる, リーダーシップやコミュニケーションなどの人間や組織に関連するソフトスキル

もしくはノンテクニカルスキル(NTS)の重要性は, ますます高まっている. また, 原子力だけでなく, 化学プラント, 航空, 鉄道または医療といった特に高い安全性が求められる分野においても, それぞれの職場の実情に即した形で訓練が開発されているところである(Flinら, 2008). そこで, 彦野ら(2016)は, 発電所に常駐する当番者が持つべき8つのNTS分類を東日本大震災からの教訓*³として

*1 (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

*2 元(株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所 現(一社)原子力安全推進協会

*3 彦野ら(2016)は, 政府事故調聴取記録(内閣官房, 2014)を過酷事故に遭遇した際の発電所指揮官の貴重な教訓と考えた. そこで, 元発電所長の聴取記録(以降, 吉田調書と記す)から教訓となり得る箇所を気づき箇所として抽出し, 対象者(主語)およびノンテクニカルスキル分類で整理した.

抽出した。これら8つのNTS分類は、「コミュニケーション」、「ストレス下の意思決定」、「ストレス下の人間特性」、「権限委譲」、「状況把握」、「状況評価（認識）」、「組織管理」、および「非常事態への事前準備」であった。さらに、これらのNTSの向上を目的とした訓練（訓練名称：たいかん訓練）を開発した（彦野ら，2017）。

たいかん訓練の主要な要素である40分の状況付与型演習では、限られたリソース（時間・人）の中で、次々と困難な状況がコントローラー（演習仕掛け人）からプレイヤー（演習対象者）に付与される（例：けが人が発生する、緊急時対応設備が作動しない、活動を邪魔するように外部から問い合わせの電話が次々入るなど）。その中で当番チームとして如何に的確に状況に即応するかをその場の実践で求めることがこの演習の特徴である。一方、訓練カリキュラム定着に関する課題とその改善への方向性も明らかになった（彦野ら，2018）ことから、発電所の要望も踏まえつつ訓練の定着に向けた改善活動を発電所協力のもとで実施しているところである（例えば、演習場所多様化、シナリオ多様化、チーム編成多様化、内観測定簡略化、行動指標改善、事後討議改善など）。

本報告では、2016年度から2018年度までの3年間の整理を行うことを目的とする。

2. たいかん訓練の計画

2.1 たいかん訓練基本設計

「たいかん訓練」の基本的な流れは、以下のようであった（より具体的な内容は彦野ら（2017）を参照のこと）。まず、①プレイヤー（6名ないしは4名を1チームとする）に対し、1週間前を目途に事前学習と目標設定することを求めた。次に訓練当日、まず、②緊急対策本部が立ち上がるきっかけとなる初期事象（例えば、地震や火災など）についての時系列情報と初期時点での状況が知らされる（事前の情報付与；5分）。そして、③緊急時対策本部にプレイヤーが移動し、初期事象への対応と、コントローラーから新たに電話で与えられる様々な阻害事項（負傷者情報や支援要請など）への対応も求める（演習；40分）。プレイヤーの行動は複数の360°カメラで録画されるとともに、行動観察も並行して実施した。演習終了後は、④ファシリテーター

（第三者専門家、もしくはINSSの研究者が実施）の議事進行により、演習におけるNTSの実践状況に関する反省や良好な行動例について議論を行い、NTSの重要性や自らの遂行状況について考えを深めた（事後討議；60分）。以上のように演習は大きく①事前学習、②事前情報付与、③演習実践、④事後討議の4段階の流れとなっている（図1）。その中で行われている演習でのプレイヤー行動の評価は、次のようなものである。まず、演習中は、演習室の様子を録画するとともに、行動観察者が行動指標に基づいて行動観察を行い、NTSの実践状況を把握する（行動指標による観察）。演習終了後には質問紙法によって、プレイヤー自身の演習終了時点での状況認識、演習中の行動の振り返り、作業負荷などを把握する（質問紙による主観評価）。その後、振り返りで良好事例や反省点について議論する（事後討議）。

たいかん訓練の流れ（カリキュラム）

1. 事前学習と目標設定（一週間前）
 2. 参加者集合（緊急時対策室、INSS会議室等）
 3. 注意事項の説明
 4. 事前情報付与 → 演習室（エリア）に移動
 5. 演習実施（約40分）
 6. 質問紙への回答（約10分）
 7. 関係者一同による事後討議（約60分）
 8. 訓練終了
- 全体で約2時間

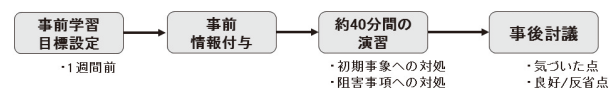


図1 たいかん訓練の流れ（基本設計）

加えて、訓練終了後には、360°カメラで録画された映像と音声を用いて行動観察者が再びビデオ観察を行い、より詳細なNTSの実践状況を再確認する（行動指標によるビデオ観察）。さらに後日、事後討議の内容や質問紙の結果とあわせ、チームの状況についてコメント（フィードバック）した。

以上のように、たいかん訓練はリアルタイムでの対応を求める緊迫感のある対応型演習を採用している。さらに、発電所構内（または近隣）で実施することから、プレイヤーは遠方まで出張する必要がなく比較的短時間で参加が可能で、万一、トラブル等の緊急時が発生した場合は訓練を中止し、直ちに本来の業務に戻るメリットを有している。また、発電所の実際の当番者でチーム構成を計画できるとと

表1 たいかん訓練一覧 (2016年度以降2018年度まで)

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回
年度	2016	2016	2016	2017	2017	2018	2018
実施日	7月12日, 13日	10月28日	11月10日, 11日	11月16日, 17日	1月30日	11月21日, 22日	2月19日
発電所	A	B	C	A	C	A	B
実施場所	緊急時対策室	緊急時対策室	INSS実験室	緊急時対策室	INSS実験室	一般会議室	代替緊対室
参加チーム	6名×3班	6名×2班	4名×2班	7名×3班	4名×2班	14名×3班	6名×1班
シナリオ	①自然災害編 SBO+小LOCA	①自然災害編 SBO+小LOCA	①自然災害編 SBO+大LOCA	②人為災害編 ミサイル+テロ	②人為災害編 ミサイル+テロ	③内部犯行編 ヒューマンエラー	②人為災害編 ミサイル+テロ
ブラインド	○	○	×	○	○	○	○
阻害数	15個	15個	15個	16個	16個	16個	16個
演習+討議時間	60分+60分	40分+60分	40分+60分	40分+60分	40分+60分	40分+60分	40分+60分
現場協力者	原子炉 主任技術者	安全・防災室 発電室	原子力安全統括 安全・防災室	原子炉 主任技術者	原子力安全統括 安全・防災室	原子炉 主任技術者	安全・防災室 発電室

もに、予定者が急遽参加できなくなった場合にもメンバーの組み合わせの変更が容易である。コントローラーも発電所の協力により、各発電所固有の事情を踏まえた阻害事項のリアルさを高めることが可能で、これによるプレイヤーの没入感を高める効果が得られている。

2.2 カスタマイズ例

たいかん訓練は、2.1節で示した設計を基本とするが、発電所（受入担当課）との間で具体的な訓練実施計画を相談していくなかで、複数の訓練要素においてカスタマイズする必要（要望）がその都度生じた。

例えば、2018年度におけるカスタマイズ例を紹介すると、1チームを6名の体制ではなく、14名に拡大して訓練したいとの要望を受けた。発電所実態として平日の夜間は、当番以外の幹部職員も構内で勤務していることが多く、さらに、今回は最低限のリソース体制ではなく、当番以外の応援者^{*4}も含めた体制で演習を行うことにより、チームビルドや指揮命令場面でインシデントコマンドシステム^{*5}（ICS）ルールが機能することも確認したいという要望であった。

そこで、ICSガイド（公益社団法人日本医師会、2014）から、プラントにおける災害初動時のICS行動計画6項目（「体制の確立」、「構内入域制限」、「要

員派遣」、「戦略」、「情報伝達」、「対外通報」）を想定し、この行動計画6項目と過去の「たいかん訓練」で観察されたNTS良好事例との関連づけを行った結果、観察されたNTS事例はいずれかのICS項目に整理することができ、ICSは何を行うかという側面（What）からのシステムである、一方、NTSはどのようにやるかという側面（How）からのスキルと考えられると結論づけた（彦野ら、2019）。

以上のように、発電所の要望は様々であり、その都度、要望に応じて計画をカスタマイズすることが、訓練定着への成功の鍵となると考える。

2.3 たいかん訓練実績一覧

過去3年間（2016年度から2018年度まで）に実施した7回分の訓練一覧を表1^{*6}にまとめた。3年間で延べ115名が受講した。特に、A発電所では延べ80名が受講し、受講対象である幹部クラス職員のほとんどが、たいかん訓練を1回ないしは2回受講した。

また、演習シナリオはこれまでに3種類（①自然災害編、②人為災害編、③内部犯行編）を作成した。大まかなシナリオの希望についてニーズ調査した後に、吉田調書からの教訓を反映しながら、コントローラーが約15個程度の阻害事項をプレイヤーに付与するよう作成した。シナリオや阻害が、それぞれの状況に即した内容になっているかについての

*4 当番以外の職員も、たまたま事象発生時に発電所構内で勤務していたとの想定でプレイヤーに加えた。

*5 指揮命令システムの明確化、監督限界の設定、専門用語の共通化等の危機対応活動を定めた緊急時のマネジメントシステム

*6 表中では以下のように略記した。SBO (Station Black Out): 全交流電源喪失; LOCA (Loss of Coolant Accident): 冷却材喪失事故; ブラインド: プレイヤーには事前に演習シナリオを伝えない

確認は、各発電所の協力を受けた。

3. 3か年の訓練実施結果

3.1 参加意義評価

たいかん訓練終了時に、訓練への参加意義についてプレイヤーに質問紙で評定を求めた（質問1項目：あなたはこの演習に参加した意義を感じましたか）。評定は5段階で尋ねており、値が高くなるほど演習の意義をより肯定的にとらえていることを意味する。参加した115名中、演習途中で呼出により欠場した1名を除く114名から回答を得た。その結果、評定平均値は4.59 (SD=0.66) であり、プレイヤーは参加意義を高く評価した。

参考に、年度別の比較（図2）、および役割別の比較（図3）を示す。図2によると、プレイヤーは過去2回（2016年度および2017年度）同様、2018

年度も高く評価（4.53, n=47）した。一方、図3をみると、現場調整者の評定は、他の役割より若干低く（4.25）ばらつきが大きい（ただし、有意差はない $F(4,109) = 1.758$ ）ことがわかった。それぞれのシナリオ設定では、現場調整者に対しアクションを促す阻害付与を計画しなかったことから、プレイヤーによって演習中は何もすることがないと感じたためと思われる。一方、応援についても、現場調整者同様、シナリオでは阻害付与を計画していないが、現場調整者より評定平均は高いことから、現場調整者の評定の低さは、本訓練に臨む意識差とも思われた。

シナリオ別の評定値比較を図4に示す。平成28年度から平成30年度までに3種類のシナリオを3発電所で実施してきた。シナリオ①と②については、3発電所の結果を、また、シナリオ③については平成30年度の結果を示す。さらに、発電所別の評定値比較を図5に示す。比較したデータは、3発電所共に実施したシナリオ①および②を合わせた結果と

「訓練に参加した意義を感じた」年度比較（全発電所）

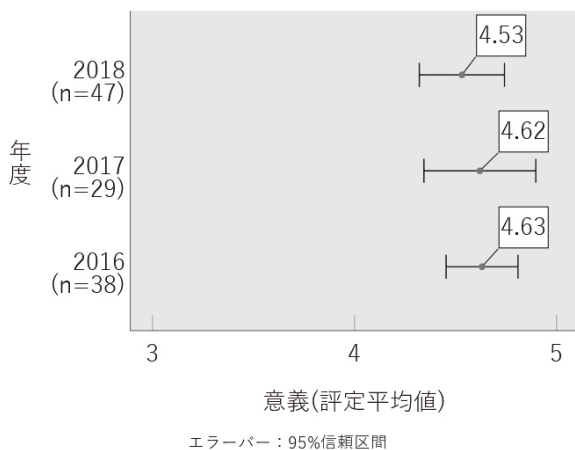


図2 参加意義評価結果（年度別比較）

「訓練に参加した意義を感じた」シナリオ比較（全発電所）

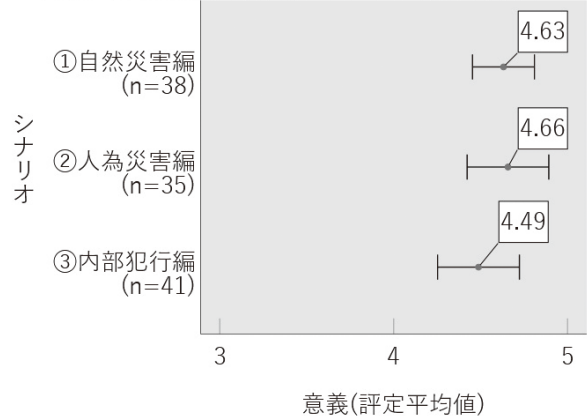


図4 参加意義評価結果（シナリオ別比較）

「訓練に参加した意義を感じた」役割比較（全発電所,3年間）

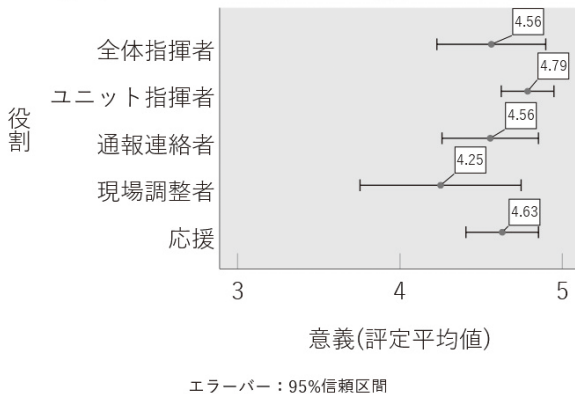


図3 参加意義評価結果（役割別比較）

「訓練に参加した意義を感じた」（発電所比較）

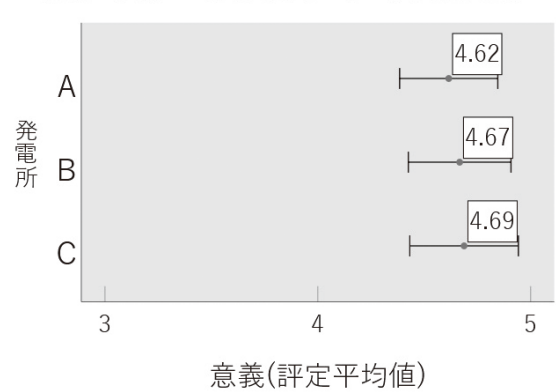


図5 参加意義評価結果（発電所別比較）

して示す。

これらの結果を総括すると、プレイヤーは、シナリオ、発電所、役割によらず、総じてたいかん訓練に参加した意義を高く感じていたといえる。

3.2 作業負荷評価

作業負荷評価は、全体的負担感を0-100のアナログスケールでプレイヤーに評定を求めた（0：負担なし～100：負担あり）。シナリオによる結果の比較を図6に示す。2018年度に実施したシナリオ③の全体的負担感は53.0であり、演習設定（シナリオ+障害およびプレイヤー数）として過去のシナリオと比較し、総じてプレイヤーへの負荷がかからなかった。なお、分散分析では、全体的負担感にはシナリオによる差がみとめられた（ $F(2,111) = 7.775$, $p < .01$ ）。下位検定の結果、人為災害編の負担感は、自然災害編（ $p < .05$ ）および内部犯行編（ $p < .01$ ）よりも高いことがわかった。これは、直接障害を受けない参加者が多かったためと考えられる。

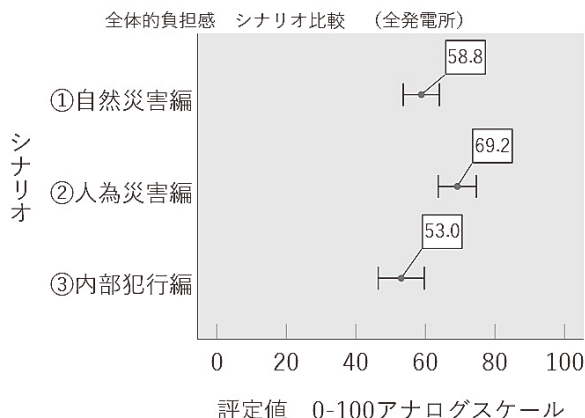


図6 作業負荷評価 (シナリオ比較)

3.3 観察者からのフィードバック事例

訓練中のチームの特徴を掴みチームに提言するため、訓練中の動画映像を4名の研究者が事後に観察してきた。以下では、フィードバックとして発電所に提言してきた内容を整理し記述する。

(1) 白板の書き方の工夫と標準化

白板に「状況がひと目でわかるように書く」ことは極めて難しい。設備のトラブル状況であれば、「こう書けば良い」ということが、経験的に分かっているが、設備状況以外の事象（例えば人が人）につい

て書くことには慣れていない。記録の標準化が必要。

(2) 簡潔な報告の定型化

緊急時の報告は普段以上に簡潔なものとする。例えば「注目!」「〇〇の報告!」と言い、内容は結論を初めに言い、必要に応じて補足すること。終わりに「以上」で終わったことを伝える。電話でも同様である。

(3) 報告の前に一瞬、頭の中で整理する

発言の前に、一瞬でよいので「コレとコレの2点を言うぞ」というように頭のなかで確認する。メモも有効に使うこと。

(4) より良いコミュニケーション

発言するときは、挙手をして、相手の注目を惹いてから発言すること。はっきりと語尾まで明確にしゃべり、ブリーフィングでは「開始」「終了」を明確にすること。

(5) 伝えるべき時には、伝える

緊急時の本部においては、6役は、ほとんどいつでも何かをしているはずであり、重要な案件について検討中であったりする。そういうときに、「今、伝えるか、後にした方が良いだろうか?」と迷うこともある。迷うくらいであれば、伝えること。

(6) 全体指揮者は、常に、部下からの報告を受けられる状態にいる

「円卓」は、全ての重要な情報が集まる場である。円卓は常に「他からの情報」を受け付けられる状態にしておくこと。

(7) 全体指揮者の役割

チームのモチベーションを維持し、迷いのない状態で部下が作業できるようにすること。

(8) フォロワーシップについて

受けた指示について疑問や懸念があれば、きちんとそれを言うことを願う。演習では、現場調整者や保修班は、やることが少ないかもしれないが、自ら積極的に役割を見つけること。柔軟に対応できるのは「人」だけである。

(9) 全体指揮者をフォローする

チームの役割分担をよく考え、一種の権限委譲が行われるので、「役割分担の設定」が極めて重要になる。チームの動きの全体をモニタリングし、仕事のない人はいないか、困っている人はいないか、など、チーム全体が有機的に機能しているかどうかをフォロワーもモニタリングすること。

4. まとめ

以上、本報告では、3か年実践した「たいかん訓練」結果を報告するとともに、効果をより高めるための観察結果のフィードバック事例をまとめた。

訓練に参加した意義を尋ねた評定結果は、プレイヤーの属性（所属発電所もしくは役割）、および、シナリオに関わらず、高い肯定的評価を受けた。毎年、発電所の手配により、様々なチームが編成されていた。緊急時対応経験の豊富なメンバーが多いチーム、または、経験の浅いメンバーを中心に構成された若いチームもみられた。また、1班あたりの人数を14名と倍以上に増やしたカスタマイズも行った。しかしながら、どのようなチーム構成であっても、その役割・人数に関わらず、プレイヤーはそれぞれに多様な気づきを自ら得ていたことが、事後討議、自由記述で明らかとなった。プレイヤーからは、「緊急時対応に際しては、本訓練を通じて得た気づきを活かしたい」、「普段とは違う訓練なので繰り返し受講したい」との意見も受けた。当方の説明不足から、初めて受講する幹部は参加するまでは若干の不安が交錯していたが、受講後は本訓練の意義をほとんどのプレイヤーが感じていた。また、2018年度では、訓練の経験者が再び参加した場合も含まれていた。訓練経験者の中には、前回の反省と気づきを生かし、明らかに高い目標をもって再び臨まれた方もみられた。再受講することでより高いスキルが身に付けられることを改めて主張したい。

2018年度の訓練ではICS確認も期待できることから、1チームあたり14名構成とした例もあった。40分間に投入する阻害数は変えていないことから、プレイヤー一人当たりの負荷量(作業負荷評定結果)は、これまでの訓練事例より低くなった。一方で、自分のできること、すべきことを自律的に考え行動するプレイヤーもみられるなど訓練に対する個々人のとらえ方によっては、行動のコントラストが浮かび上がった。演習を撮影した動画を活用し再度振り返りすることによって、より積極的なアクションがとられるなど、ますます演習成果の向上が期待できる。さらに、現在、VR(バーチャルリアリティ)を活用した振り返りも模索しているところである。

2020年4月から発電所では新検査制度が開始さ

れ、分野横断領域としてヒューマンパフォーマンス活動も検査されることとなる。本訓練は、想定されていない潜在的リスクにどのように職員ひとりひとりが立ち向かい、それをどのように低減するか、どのように脆弱点を把握し改善するかの対応策のひとつとなろう。今後も、試行錯誤を重ねながら、発電所の自主的安全性向上に寄与するよう、継続的に訓練の改良を行う予定である。

なお、本訓練は、事業者の「原子力発電の安全性向上に向けた自主的かつ継続的な取組みのさらなる充実^{*7}」に沿った取組みのひとつとして実施している(関西電力株式会社, 2019)ことを付記する。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、(株)テムス研究所、(有)インタークエスト、(株)ジョーソンドキュメンツのご協力をいただいたことを、記して感謝します。

引用文献

- Flin, R., O'Connor, P., & Crichton, M. (2008). Safety at the sharp end: a guide to non-technical skills. UK: Ashgate. (フィリン, R.・オコンナー, P.・クリチトゥン, M. 小松原明哲・十亀洋・中西美和(訳)(2012). 現場安全の技術-ノンテクニカルスキル・ガイドブック 海文堂出版).
- 彦野賢・松井裕子・金山正樹(2017). ノンテクニカルスキルに着目した緊急時対応訓練の開発(1)「たいかん訓練」の開発と試行 INSS Journal, 24, 32-41.
- 彦野賢・松井裕子・金山正樹(2018). ノンテクニカルスキルに着目した緊急時対応訓練の開発(3)「たいかん訓練」における評価に向けた課題 INSS Journal, 25, 31-45.
- 彦野賢・松井裕子・長嶋一史(2019). インシデントコマンドシステムの習熟に対するノンテクニカルスキル訓練の有効性 日本原子力学会2019年春の年会, 3K06.
- 彦野賢・作田博・松井裕子・後藤学・金山正樹(2016). 政府事故調聴取記録からのノンテクニカルス

*7 福島第一原子力発電所事故から、原子力発電固有のリスクへの認識や向き合う姿勢が十分ではなかったことを踏まえ「原子力発電の安全性向上に向けた自主的かつ継続的な取組みのさらなる充実」(以下、ロードマップ)を策定し、これに沿った取組みを進めている(関西電力, 2019)

キル教訓の抽出 INSS Journal, 23, 153-159.

関西電力株式会社 (2019) . 原子力発電の安全性向上に向けた自主的かつ継続的な取組みのさらなる充実 (ロードマップ)」の2018年度下期の進捗状況および2019年度の計画について Retrieved from https://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2019/0520_1j.html. (2019年 6月18日).

公益社団法人日本医師会 (2014) . 緊急時総合調整システムICS基本ガイドブック 東京法規出版.

内閣官房 (2014) . 政府事故調査委員会ヒアリング記録 Retrieved from https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/fu_koukai/fu_koukai_2.html. (2019年 6月18日).