

連載 情報システムの本質に迫る 第106回 震災復興の情報システム学

芳賀 正憲

大震災から5年、報道各社は3月、多くの特集を組み津波被災や原発事故を振り返り現況を伝えました。その中でNHKは3月13日、「・・・おれと死ぬのはどいつだ。福島第一原発 危機に直面した88時間、未公開資料と新たな証言でその実態に迫ります」というナレーションに続き、吉田所長をはじめ関係者の必死の対応をドラマ化したNHKスペシャル『原発メルトダウン 危機の88時間』を放映しました。危機の連鎖の中、死も覚悟して収束にあたった関係者の取り組みには、胸を打つものがありました。

しかしこのドラマには、吉田所長をはじめ関係者が「どのように行動したか」が描かれていても、すでに事故調査で明らかになっている福島原発事故の本質「どのように行動すべきであったか」が描かれていません。特に「事故時運転操作手順書」が詳細に規定されていたにもかかわらず、現場の最高責任者がこれを認識せず、逸脱した行動をとって事故を拡大させたことに全く触れられていないのは“ドキュメンタリー”番組として問題です。決して「実態に迫る」ものになっていないのです。

一橋大学大学院教授・齊藤誠氏の著した『震災復興の政治経済学』（日本評論社）には、政府事故調の中間・最終報告、福島第一原発1～3号機の事故時運転操作手順書、東電テレビ会議四九時間の記録、いわゆる吉田調書などをもとにして、福島第一原発事故の本質を追及した、きわめて精緻な分析結果が述べられています。（国会事故調の報告書に関しては、政治家への批判と官僚や現場の人々への思い入れが強く、また検証が不十分なまま拙速に結論を急ぎ、客観性に欠ける記述が多いことから、高い評価が与えられていません。）

福島原発事故については、大津波が想定外であり事故は不可抗力で起きたという考え方が広くあります。この考えから、東京地検は東電元会長等を不起訴にしてきたし（検察審査会で起訴を決定）、すでに7兆円を超えようとしている損害賠償金も、銀行など東電の債権者は責を免れ、その大半が全国の電力利用者をはじめ実質的に国民負担になろうとしています。

これに対して齊藤教授は、大津波が想定外であったか、防ぐ手立てがあったかどうかは重要な論点ではない、原発事故そのものの予見可能性と結果回避可能性を問題とすべきだと考えられました。その上で膨大な関係資料を読み解き、全国の原発関連施設をすべて視察、技術者たちと対話を積み重ね、併せて新たに公表された資料も参照することにより、今般の原発事故はあらかじめ想定された範囲と程度のもので、事故の拡大を防ぐための手立ても事故時運転操作手順書により合意がなされていたという、括目に価する結論に到達されました。それにもかかわらず、福島第一原発の現場、東電本社、保安院をはじめとす

る政府サイドの対応が手順書から大きくかい離し、過酷事故を招いてしまった可能性が大きいとされています（対照的に福島第二原発では、手順書ののっとり、やるべきことを粛々と実行に移し、炉心の損傷を防いでいます）。帰結として、東電の経営者、株主、債権者が当然引き受けなければならない負担を、今まで免責としてきた根拠も失われることになります。

事故時運転操作手順書は、運転員のために原発の号機ごとにつくられていて、事象ベース、徴候ベース、過酷事故（シビアアクシデント）の3バージョンがあります。これらに加えて、事故時現場で立ち上げられる緊急時対策本部等の支援組織向けに、運転員向けの過酷事故手順書に対応したアクシデントマネジメントガイドが整備されています。

ここで事象ベースの手順書は、配管の破断、ポンプ故障など、事故の要因が特定されている場合に対処するためのものです。

徴候ベースの手順書は、現象の背後に複雑な要因がからむ場合、状況に応じてどのように対処するか記述しています。もともと1979年スリーマイル島原発事故のあと、過酷事故になるのを防ぐため米仏で開発され、20年かかって日本に定着したと言われていています。

炉心損傷の前に依拠すべきは、損傷を是が非でも阻止するためにつくられた徴候ベースの手順書で、炉心損傷が起きた後は、事態のさらなる悪化を防ぐため、過酷事故の手順によることとなります。

大津波で電源を喪失した直後、吉田所長が炉心状況についてどのような認識をしていたのか、炉心状況に応じてどの手順書を選択したのか、炉心状況の変化に応じて手順書の移行をしたのか、政府事故調が所長に質問をしています。吉田調書によると、所長は次のように答えています。

「・・・この手順書の移行みたいな議論は頭の中に全くなくて、全電源がなくなったわけで、もう冷やすものがないと、その条件の中で、当然その先にはシビアアクシデント、もしくはそれを超えるようなところに行くという判断がありますから、この移行基準ののっとり何か判断したということは全くなくて、前から申し上げているように、全交流電源を喪失した時点で、これはシビアアクシデント事象に該当し得ると判断しておりますので、いちいちこういうような手順書間の移行の議論というのは、私の頭の中では飛んでいますね。」

実際には電源喪失後も「冷やすもの」は、1号機のIC（非常用復水器）、2・3号機のRCIC（原子炉隔離時冷却系）が一定時間稼働可能な状態にありました。炉心損傷はまだ始まっていなかったのですから、当然徴候ベースの手順書に依拠して過酷事故の防止に努めるべきだったのですが、スリーマイル島事故の教訓を活かし、手順書に立ち返って

危機対応を考えようとする意識は吉田所長に全くありませんでした。また、所長だけでなく、現地の緊急時対策室も東電本社も、炉心損傷の始まる前から、過酷事故に対応するアクシデントマネジメントガイドに沿って現場に対する支援を進めていて、徴候ベースの手順を顧みることにはなかったのです。

徴候ベースの手順書は何のためにつくられたのか、上にも述べたように電源喪失後も I C, R C I C 等の冷却機能が働きますが、稼働時間に限界があります。I C は 6 時間程度、R C I C も復水貯蔵タンクの水源に限りがあり、圧力抑制室プールに水源を切り替えた後水温が上昇して冷却機能が失われたときが稼働の限界になります。したがって徴候ベースの手順がめざしているのは、応急的な冷却システムから持続安定的な冷却システムにいかにより円滑に移行させるかということです。

このためには格納容器の圧力が低い間にアクションをとる必要があります。例えば 1 号機の場合、圧力が 0. 2 4 5 MP a (メガパスカル) を下まわる場合、格納容器と圧力抑制室をスプレイ冷却、0. 2 4 5 以上 0, 3 8 4 MP a を下まわる場合、逃がし安全弁を開いて原子炉を減圧し低圧注水に移行します。低圧注水の手段として、消火ポンプや消防車のポンプが選択肢になります。減圧注水の後、0. 3 8 4 MP a を超える場合、0. 4 2 7 MP a を下まわる間に格納容器ベントを準備します。

また、原子炉の圧力に応じ圧力抑制室プールの水温が高まった場合、さらに原子炉水位が不明の場合も減圧注水をするよう定められています。

徴候ベースの手順書では、まず減圧注水が優先され、格納容器ベントはあくまでも最終手段として位置づけられています。

福島原発事故の場合、各号機への実際の対応は、次のようでした。

< 1 号機 >

3 月 1 1 日地震発生直後、I C が自動で起動しましたが、1 5 時 3 7 分電源喪失直後、放射能の漏えいを防ぐフェイルセーフ機能が働き、原子炉と I C を結ぶ配管にある 4 つの弁がすべて閉じて冷却機能が失われました。このフェイルセーフ機能の存在は、東電関係者の間で常識とされていましたが、吉田所長は 2 3 時 5 0 分まで I C が正常に動いていないことを認識していませんでした。1 号機では I C 停止後 3 時間以内に炉心損傷がはじまったと推定されています。

政府事故調の中間報告書では、できるだけ早い段階で減圧注水に踏み切っていれば、炉心損傷の進行を抑えられる可能性はあったとされています。しかし吉田所長はじめ東電本社にも保安院にも、格納容器ベントの優先と高圧注水へのこだわりがあり、この方針は 3 号機への対応にも踏襲されました。

< 3 号機 >

3月11日16時03分RCICを起動、12日11時36分停止、原子炉水位が低下したことから、12時35分HPCI（高圧注水系）が自動起動しました。

3号機は直流電源が使えたので、計器の読み取りが可能で、12日17時30分、格納容器圧力が0.3MPaになっていることが確認できました。原子炉水位は13日3時頃まで読み取ることができませんでした。徴候ベースの手順書で、0.3MPaの圧力と原子炉水位が不明であることは、いずれも減圧注水移行の条件になっています。しかし吉田所長はその時点で、格納容器ベントの準備を指示しました。

運転員はHPCIが安定しなかったため、13日2時42分、HPCIを手動停止、減圧注水しようとしたのですが、バッテリーの容量不足で逃がし安全弁を開くことができず失敗しました。HPCI停止後、約7時間炉心の冷却ができず、損傷が進行しました。

本来は、HPCI停止前の早い段階から減圧注水の準備を進めておくべきで、その時間は3号機の場合、十分にありました。実は12日19時42分以降、HPCIの冷却効果で原子炉圧力が1MPa（ゲージ圧力）を下まわっていたので、原子炉に注水はできたのです。

3号機は14日11時01分、水素爆発を起こし、この爆発は2号機の作業に致命的なダメージを与えました。

<2号機>

2号機は電源喪失直前に起動したRCICが14日13時25分まで長時間稼働し、減圧注水に移行する機会は十分にありました。12日深夜には格納容器圧力が0.3MPaを超えたことが判明、減圧注水に移行すべき圧力になっていました。また12日4時30分に、RCICの水源が圧力抑制室プールに切り替えられており、プールの水温上昇も減圧注水移行の条件になるはずでした。

しかし吉田所長は格納容器圧力やプールの水温動向に関心をもたず、少なくとも13日深夜まで減圧注水の準備はしませんでした。一方、格納容器ベントについては、12日17時30分、13日10時15分に準備を指示しました。

ところが1・3号機とも圧力容器が損傷したことから、現場も東電本社も14日未明、2号機について減圧注水の方針を変更しました。

この意思決定は、2つの意味で遅すぎたとされています。1つは、14日午前起きた3号機の水素爆発で、2号機の減圧準備が台無しになったことです。あと1つは、14日午前中にはすでに圧力抑制室プールの水温が高くなっていて、RCICの冷却機能が低下、逃がし安全弁による減圧効果も低くなっていたことです。

14日19時30分、ようやく減圧注水が可能になりましたが、消防車の燃料切れも重なり注水が断続的になり、炉心損傷が急速に進行、一方ベントもできず、15日午前格納容器が損傷、大量の放射性物質が大気中に放出され、2号機は最も深刻な被害を周辺地域にもたらしました。

このように見てくると、大きなエネルギーを取り扱う設備で、貴重な経験をもとに制定された基準から逸脱することが、いかに重大な帰結をもたらすかが分かります。今般の事故では、現場の最高責任者も、現場を支援すべき本社も保安院も、手順書を全く理解していなかったことに驚愕しますが、制定された基準が、過去の重大事故の分析から生まれた、過酷事故を防ぐための最も適切な手順であることを考えると、福島現場責任者や本社・政府等の支援スタッフは、過酷事故を防止するための、原理そのものの理解が乏しかったのではないかとさえ懸念されます。

スリーマイル島の事故から30年余で福島の事故が起きました。今後20年、30年の間に、どのように基準や原理の風化が起きるか分かりません。原発再稼働に関して、ソフト面の長期的なリスクも、十分に検討していく必要があると思われま

この連載では、情報と情報システムの本質に関わるトピックを取り上げていきます。皆様からも、ご意見を頂ければ幸いです。