

2015年2月4日

筒井哲郎

## 重大事故の人間側シーケンス

まえがき

「控訴理由書」には、「抽象的、潜在的な危険性の存在のみをもって原子力発電の利用を否定することは、現代社会における科学技術の利用そのものを否定することになり妥当ではない」(P.10)という見解が示されている。けれども、原子力発電所には、一般のエネルギープラント、すなわち石油精製施設や火力発電所とは異なる特段の危険性がある。第一に、核分裂反応のエネルギー密度が、他の化石燃料などの燃焼によるエネルギー密度に比べて桁違いに大きく、いったん重大事故が発生した場合の事故の進展速度が非常に大きく、人間の認知能力や運動能力の限界をはるかに超えていて、有効な対策が行えないこと。第二に、他の産業施設では、事故はその工場敷地の中で収まるが、原子力施設では周辺に放射性物質を放出して広範囲の住民に健康被害を及ぼすという深刻な危険があることである。福島事故以前には重大事故は日本では起こらないという認識の下に原子力発電所が運用されてきたが、福島事故以降は政府の規制当局、すなわち原子力委員会も重大事故の発生を認めて、新規制基準においては重大事故対策を多数のケースについて求めるようになった。したがって、「抽象的、潜在的な危険性」という認識は当たらず、現在の電力業界が計画している重大事故対策が福島事故のような悲惨な事故を防止できるかどうかを検討することが必要である。

そのもっとも近い例として、去る9月10日に原子力規制委員会が新規制基準への適合性審査に「合格」とする審査書を決定した九州電力川内原発1・2号機および去る12月17日に審査書(案)が発表された関西電力高浜原発3・4号機について検証してみるのが適切である。とくに、川内原発および高浜原発は炉型もPWRであり、事故シーケンスの態様も大飯原発と共通している。そこで本書では、川内原発の審査書および高浜原発の審査書(案)に記載された典型的な事故シーケンスの実現性について検討する。

### 1. ハードウェアの事故シーケンスと人間側の動き

これらの審査書は、重大事故の発生を前提とし、多数のシーケンスについて対応策を検討し、かつそれに必要なハードウェアの増設を行うとしている点で、福島事故の教訓を取り入れたものである。

原発のエネルギー密度は化学的エネルギー密度と比べて桁違いに高く、事故進展速度はきわめて大きい。したがって、ハードウェアを備えても、それを短時間に機能させなければ用をなさない。川内原発の審査書および高浜原発の審査書(案)は、残念ながら、

ハードウェアの設備状況を審査するにとどまり、それを運転する人間や組織は、あたかも機械の一部のように躊躇なく最短時間で動くという前提でシーケンスを組み立てている。しかるに、福島事故時の資料、すなわち、「吉田調書」や「東電テレビ会議」などから窺える事実は、過酷事故という進展速度が速く、かつ装置が常軌を逸している環境では人間は短時間で最適な動作を行うことができない、ということである。さらに自らの生命の危険をも予期せざるを得ない事態に遭遇するという悪条件が加重される。そうした時には、何が起こったかを認知することすら容易ではなく、少ない情報に基づいて判断したことへの確信が持てなくて躊躇したり、あるいは、目先の要因だけで判断して操作したことが、取り返しのつかない失敗となったりした実例が読み取れる。

具体例を挙げると、「吉田調書」によれば、3月12日15時台に1号機建屋上部が水素爆発で骨だけになったが、その事実を吉田所長自身は自分の目で見えていない。重要免震棟から出ると高放射線量にさらされるからである（注1）。また、3月13日2時42分に、運転員が3号機のHPCI（高圧注水系）を手動停止し、それを再起動しようとしたが、直流電源を喪失していたためにできなかった。吉田所長は、自分に報告なく手動停止したことを叱責している（注2）。

## 2. 人間の实態を無視した学会の論調

福島第一原発事故以降、学者たちの間で「こうすれば重大事故が起らなかった」という論文や著書が繰り返し出版されてきた。

代表的なものを挙げると、ストレステスト意見聴取会の委員を務めた渡辺憲夫氏をリーダーとする日本原子力研究開発機構のグループの論文（注3）と日本原子力技術協会の初代理事長を務めた石川迪夫氏の著書『考証福島原子力事故 炉心溶融・水素爆発はどう起こったか』がある（注4）。

## 3. 審査書におけるシミュレーション例

審査書の中の重大事故のシミュレーションの一例として、大 LOCA+全交流電源喪失（ECCS 失敗+格納容器スプレイ失敗）の場合に、MCCI（Molten Core – Concrete Interaction、溶融炉心-コンクリート相互作用）を防止できるかというシミュレーションを挙げる（この例は川内原発および高浜原発に共通しており、大飯原発においても同様である）。図1は、大 LOCA+全交流電源喪失が認識された時に起動すべき設備を赤いマークで示す。このうち、移動式大容量発電機と移動式大容量ポンプ（海水）は手動で搬送・接続・起動することが予定されている。図2は、その事態が発生した時の、事故進展速度と運転員たちが行うべき判断・操作に許される時間を図示している。

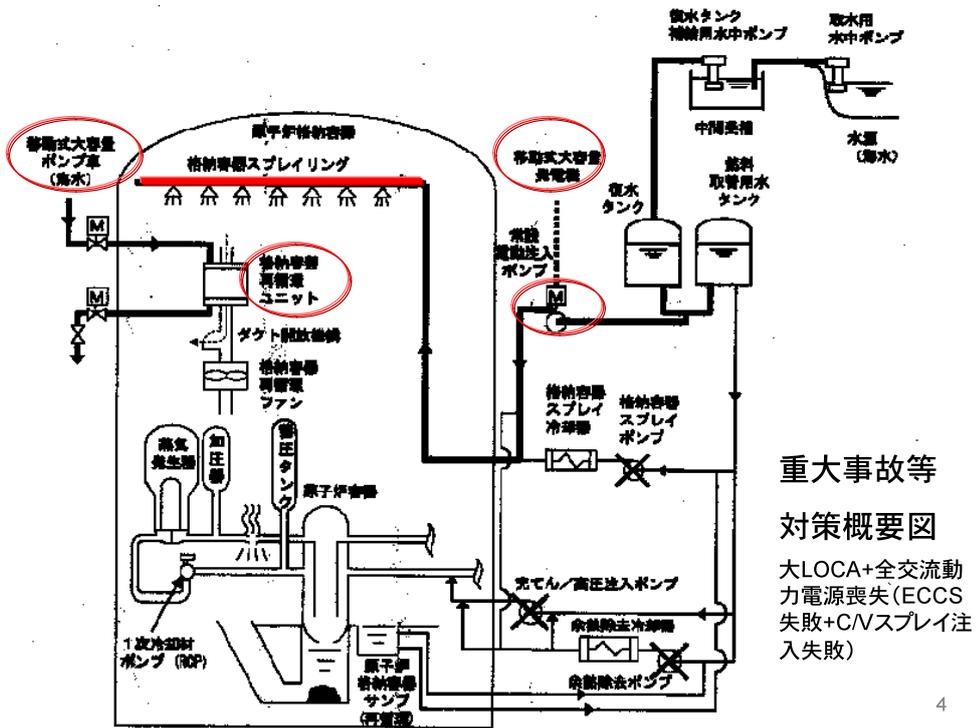


図 1.大 LOCA+全交流電源喪失シナリオにおいて手で搬送・接続・起動すべき装置

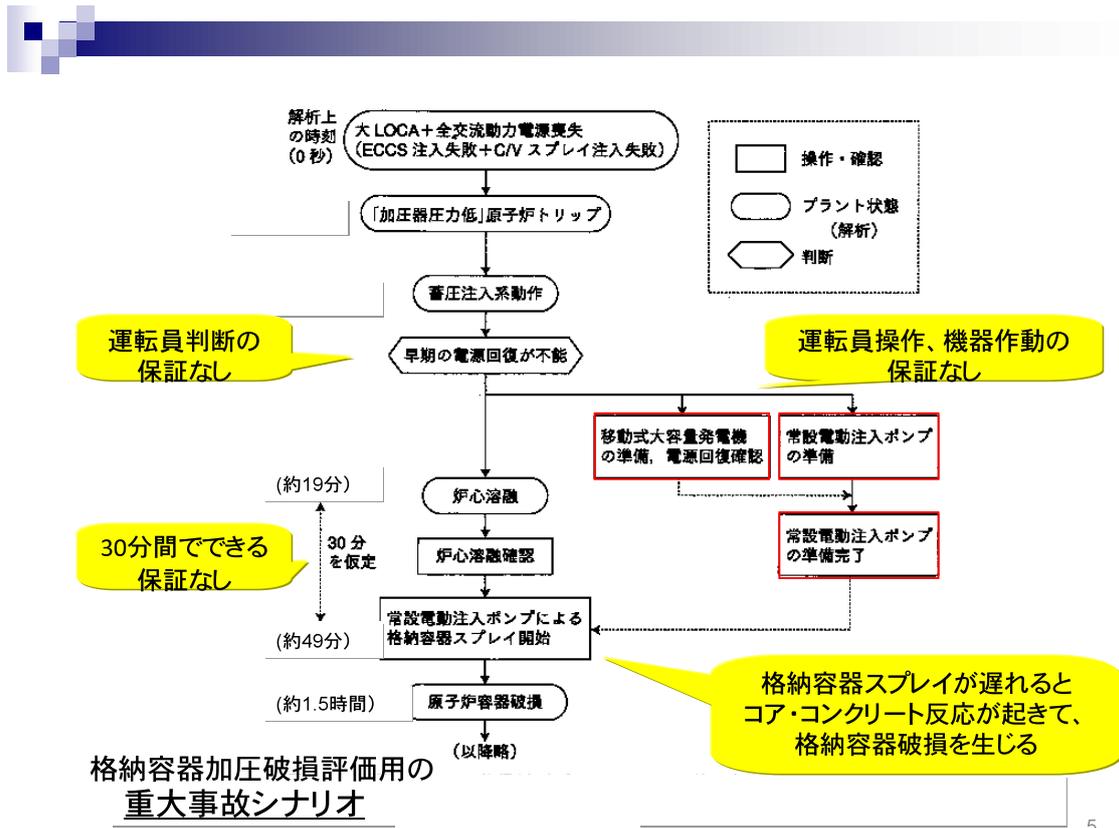


図 2. 大 LOCA + 全交流電源喪失シナリオにおける事態進展速度と作業に許容される時間  
「審査書」 pp.169～203

早期に電源回復が不能であることを見極め、30 分余りの間に移動式大容量発電機を搬送・設置・接続・起動し、常設電動注入ポンプを起動して格納容器スプレーを起動することを求められている。もうひとつのチームは移動式大容量ポンプ車を搬送・設置・接続して、格納容器再循環ユニットに海水注入を行うとしている。

これらのシミュレーションは、あまりに人間の能力の限界や事故時の現場の作業環境を無視した楽観的な前提に立っていると云わなければならない。第 1 項で述べたように、福島事故の教訓を踏まえれば、事態の把握をするだけでも容易ではない。福島においては事実を把握できないままに時間ばかりが過ぎていった事象が少なからず存在し、未だに解明に至っていない。また非常手段を講じても、それが功を奏したのかどうかの判断が付きにくい。吉田所長は「1 号機のベントができたかどうかの自信はない」と後日になっても述懐している（注 5）。スリーマイル島においてもチェルノブイリにおいても、運転当事者が現象を把握できないままに重大事故に至ったことが伝えられている。つまり、人間の認識能力を超えた事象が起きる可能性が高いし、仮に認識できたとしてもそれを検証する時間が必要であって、一定の確証を得て対処行動に至るには、30 分程度の時間はたちまち費消されると考えられる。移動式の大容量発電機やポンプ車をしかるべき位

置まで搬送する条件も、平時とははるかに違う。可搬型の重大事故等対策設備は、必要な離隔距離（たとえば 100m 以上）離れた所に保管される。重大事故が地震・津波などの自然災害とともに発生した場合には、道路上にガレキが散乱したり、道路そのものが損壊したりして移動だけでも時間がかかる。したがって、現状の審査書に記された重大事故シナリオは、人間側の制約条件を考慮対象から外した、もっとも楽観的なシミュレーションと考えられる。

#### 4. 人間能力の限界

現行の審査書の論理が、ハードウェアのシーケンスに限定してシミュレーションを行ったものであり、少なからぬ「専門家」が、そういう論理に立って、「こうすれば福島事故は重大事故に至らずに済んだ」あるいは「軽度の被害に抑えることができた」と主張しているのは正しい認識ではない。

人間の認識能力、組織の情報伝達・意思決定の手順、作業者の運動能力や作業グループの対処活動の迅速さなどには自ずと限界があり、停電や施設の損傷等の障害も付け加わり、理想的な時間の積み上げ通りには進まないのが現実である。非定常な事態における人間能力や、人為ミスなどの要素をより現実的に検討すべきである。

さらに、福島事故がこの規模で収まったのは様々な僥倖によることを今一度思い起こしたい。4号機の使用済み燃料プールにたまたま水が流入したこと、15日早朝に650人の作業員が福島第二に避難したのは2号機の圧力容器と格納容器の圧力が上がって爆発の危険が予想されたからであるが、格納容器の亀裂だけで済んだことなどである（注6）。

これらの事柄を謙虚に勘案して、原発が抱える真実の姿を直視しなければならない。

注1. 政府事故調「吉田調書」7月22日、29日聴取分

注2. 『東電テレビ会議 49時間の記録』岩波書店、P.13、P.76

注3. 渡邊憲夫、与野本泰介、玉置等史、中村武彦、丸山結「福島第一原子力発電所事故に関する5つの事故調査報告書のレビューと技術的課題の分析」『日本原子力学会和文論文誌』Vol.12, No.2、2013年

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/taesj/12/2/12\\_J12.036/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/taesj/12/2/12_J12.036/pdf)

注4. 日本電気協会、2014年

注5. NHKスペシャル『メルトダウン』取材班『福島第一原発 7つの謎』講談社現代新書、2015年、P.97

注6. 政府事故調「吉田調書」8月9日聴取分

筒井哲郎

略歴：

1941 年生

1964 年 東京大学工学部機械工学科卒業

1964 年－1987 年 千代田化工建設株式会社

国内外の石油プラント、化学プラント、製鉄プラントなどの設計・建設・試運転に携わった。最終職務は、プロジェクト・マネージャ。

1987 年－2000 年 小規模エンジニアリング会社

化学装置、機械装置の設計・建設・試運転に携わった。

2001 年－2013 年 日揮プロジェクトサービス株式会社

国内の石油プラント、化学プラントの設計・建設に携わった。主要職務はプロジェクト・マネージャ。

現在： プラント技術者の会

NPO APAST 理事

原子力市民委員会 規制部会長

著書： 『戦時下イラクの日本人技術者』三省堂、1985 年

『原発ゼロ社会への道』原子力市民委員会、2014 年（共著）

訳書： 『LNG の恐怖』亜紀書房、1981 年（共訳）

論文： 『世界』4 篇

『科学』3 篇

『エンジニアリング・ビジネス』2 篇、ほか