資料３

原子力発電所の再起動にあたっての安全性に関する判断基準

平成２４年４月６日
内閣総理大臣　　野田　佳彦
内閣官房長官　　藤村　修
経済産業大臣　　枝野　幸男
内閣府特命担当大臣　細野　豪志

１．事故原因及び事象の進展に関する「基本的な理解」

東京電力福島第一原子力発電所事故の調査・検証を行うため、政府では、内閣官房に東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会、原子力安全・保安院に4つの意見聴取会※を設置し、検討を行ってきた。これまでの詳細な調査・検証の結果、東京電力福島第一原子力発電所事故を現時点で最大限反映した知見として、政府としては、事故原因及び事象の進展に関して以下の「基本的な理解」が得られたと考えている。

※東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会
地震・津波に関する意見聴取会
建築物・構造に関する意見聴取会
高経年化技術評価に関する意見聴取会

（１）事故の原因と事象の進展

安全上重要な設備・機器が、津波や浸水という共通の要因により、同時に機能喪失したところに大きな問題があった。また、地震の影響については、安全上重要な設備・機器が、安全機能を保持できる状態にあったと推定される。

＜地震の影響＞
① 地震による揺れを受けて、当時運転中であった１～３号機は、速やかに原

子炉が停止するとともに、所内の非常用電源と冷却機能が作動（非常用ディーゼル発電機(D/G)が起動し所内電源を確保、原子炉隔離時冷却系(RCIC)や非常用復水器(IC)などの炉心冷却系も起動）し、「止める」、「冷やす」、「閉じ込める」の安全機能は正常に働いた。

② 外部からの受電系統7回線の全てが、地震による電気設備の損傷等が理由で受電できない「外部電源喪失」状態となった。

＜津波や浸水という共通要因による機能喪失＞

③ 津波の来襲により、海側に設置されていた冷却用のポンプ類が全て機能喪失した。

④ 非常用ディーゼル発電機、配電盤、蓄電池等の電気設備の多くは、海に近いタービン建屋等の地下階に設置されていたため、建屋の浸水により殆どが同時に水没・被水し機能を失った。「冷やす」機能に関係する安全設備の多くは電気で作動するため、電気設備の機能喪失は、事故の進展を防止する上で致命的であった。

（※東京電力福島第一原子力発電所では、最大遡上高さ15m の津波が来襲した。これは、同発電所における設計津波高さ 5.5m を 9.5m 上回るものであった。）

⑤ 殆どの電源及び配電の機能が失われた1、2、3号機の原子炉で生き残った冷却機能は、非常用復水器(1号機)、原子炉隔離時冷却系(2号機)、原子炉隔離時冷却系と高圧注水系(3号機)のみであった。1号機の非常用復水器は、操作に必要な直流電源の喪失とそれに伴う隔離弁の閉操作等により十分機能せず、早期に原子炉の水位が維持できない状況になった。2、3号機においては、原子炉隔離時冷却系または高圧注水系が作動し水位が維持されていたが、電源喪失及び空気圧力による空気弁の開操作困難等により、主蒸気逃し安全弁（SR 弁）による原子炉減圧、格納容器ベント弁（PCV ベント弁）による格納容器減圧ができず、適切に減圧し低圧の代替注水に移行することができなかった。

（参考）1号機の非常用復水器（IC）の作動状況に関する誤認識によって原子炉格納容器ベントの実施に向けた具体的作業の開始が遅れて作業環境を悪化させたこと、及び、3号機の高圧注水系の操作では、十分な代替注水手段が講じられないまま長時間高圧注水系（HPCI） を手動停止するといった当直等の誤った措置があったことが指摘されている。

（「東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 中間報告 H23.12.26」より引用）

⑥その結果、いずれの原子炉においても、水位の低下により炉心が露出し、ついには炉心損傷・溶融に至った。

⑦炉心損傷に伴う高温下において、燃料の被覆管中のジルコニウムと水が反応し、大量の水素が発生し、蒸気とともに格納容器内に放出された。格納容器は、高圧に加え炉心損傷の影響を受けて高温となっていたため、閉込機能が劣化し、放射性物質や水素が混じった蒸気が格納容器（PCV）のトップヘッド･フランジ、配管貫通部、電気配線貫通部、所員用エアロック等を経由して原子炉建屋内に漏えいしたと推定される。また、格納容器ベントにより、こうした放射性物質や水素が混じった蒸気が非常用ガス処理系を経由して自らの建屋内に滞留した可能性も考えられる。特に、4号機については、3号機のベント操作により、3号機で発生した水素が非常用ガス処理系を経由して、建屋に滞留したと推定される。

⑧原子炉建屋内に水素が滞留したことにより、1、3、4号機の原子炉建屋で水素爆発が発生した。外部への放射性物質の放出は、主にこうした建屋の爆発により建屋内に漏えいし滞留していた放射性物質が外部に放出されたほか、格納容器ベントによるものと推定される。

＜迅速・的確な事故対応のための環境＞

⑨ 地震及び津波により電源が喪失したことにより、中央操作室における計測機器等が全て機能喪失し、プラントの状況監視や電動弁の制御等が出来なくなった。照明、通信、計装、モニタリング等の機能が大きく損なわれ、迅速・的確な事故対応を行うために必要なコミュニケーション・ツールの確保や情報の収集が迅速にできなかったことも、事故の進展を食い止められなかった要因のひとつと考えられる。

＜使用済燃料プール＞

⑩ 1～4号機の電源喪失や水素爆発の影響で、使用済燃料プールへの注水・冷却機能を喪失した。

（2）地震及び高経年化の影響

安全上重要な機能を有する主要設備については、地震の影響により微少な漏えいが生じるような損傷があったかどうかまでは現時点で確かなことは言えないが、基本的には安全機能を保持できる状態にあったと推定される。

＜事故調査・検証委員会及び意見聴取会により得られた知見＞

① 東京電力福島第一原子力発電所事故の原因調査に関わって、一部の研究者の間には、津波が来襲する前に、原子炉圧力容器・格納容器・重要な配管類の一部が、地震動により破壊されたのではないかとの指摘もある。当委員会のこれまでの調査では、そうした事実は確認できていない。

（東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会 中間報告 H23.12.26）

② 地震時及び地震後のプラント挙動に関する現時点のデータや分析の範囲内では、基本的な安全機能を損なう地震の被害があったことを示す知見は得られていない。

③ 地震の観測記録を用いた地震応答解析においても、安全上重要な機能を有する主要設備は評価基準値（注）を満足している。更に、５号機の内部調査を行った結果、建物の構造に影響を及ぼすようなひび割れや機器・配管の変形は認められなかった。

（注）評価基準値とは、設備や機器等の機能維持限界値として既往評価等の実績のある数値のこと。地震応答解析による数値が、評価基準値内であれば、地震時及び地震直後において安全機能を保持できる状態にあったと推定される。

（技術的知見の意見聴取会 とりまとめ H24.3.28）

④ 福島第一、福島第二全号機の原子炉建屋及び原子炉建屋に設置される耐震安全上重要な機器・配管系並びに両発電所全号機のタービン建屋及びタービン建屋に設置される耐震安全上重要な機器・配管系が今回の地震により受けた影響について、地震応答解析により検討したところ、いずれも評価基準値を満足しており、地震時及び地震直後において安全機能を保持できる状態にあったと推定した。

全ての耐震Sクラスの機器・配管が今回の地震により受けた影響について、基準地震動Ssを上回る地震動が観測され、地震による損傷状況を現場で確認することが可能な福島第一５号機で代表として評価を行った。地震応答解析により検討したところ、一部の配管本体及び配管サポートを除き、耐震Sクラスの機器・配管の計算値は、評価基準値を満足しており、地震時及び地震直後において安全機能を保持できる状態にあったと推定した。評価基準値を上回った箇所については、現地調査を行い有意な損傷がないことを確認しているが、今後、今回の地震による解析を実施する等、

詳細な評価を行うものとする。

（建築物・構造に関する意見聴取会　中間取りまとめ H24.2.16）

⑤ 運転開始後60年までの経年劣化を保守的に考慮して、今回の地震動による安全上重要な機器の機能への影響の有無を確認し、高経年化による劣化事象が東京電力福島第一原子力発電所事故の発生及び拡大の要因になったか評価した。現時点で得られている知見に基づく評価の結果、耐震安全上重要な主要設備を含めて、今回の地震動によって機能を失うような影響があったとは考え難く、地震発生から事故が進展し設計上で考慮している条件を超えるまでの間は、経年劣化事象が東京電力福島第一原子力発電所事故の発生・拡大の要因になったとは考え難いとの結果になった。

（高経年化技術評価に関する意見聴取会　とりまとめ H24.2.16）

2. 原子力発電所の再起動にあたっての安全性に関する判断基準

稼働中の発電所は現行法令下で適法に運転が行われており、定期検査中の発電所についても現行法令に則り安全性の確認が行われている。また、新規制庁下での新規制の可及的速やかな施行のため、シビアアクシデント法制化の検討等を進めているが、新規制庁の設置と新規制法制化にはなお一定の時間を要する。これらを受けて、四大臣として、以下の通り、昨年7月11日の内閣官房長官、経済産業大臣及び内閣府特命担当大臣による指示に基づき、再起動判断のために現行法令上の規制要求を超える安全性の確保を原子力事業者に対して求める。この判断基準は、今般の事故の知見・教訓を踏まえた新たな安全規制を前倒しするものである。

基準(1)

地震・津波による全電源喪失という事象の進展を防止するための以下の安全対策が既に講じられていること。

① 所内電源設備対策の実施

1) 全交流電源喪失時(注1)にも電源を供給可能な電源車等を配備すること。電源車等は、計測制御系、中央制御室での監視機能の維持や冷却機能に関わる弁を駆動するために必要な容量・台数とすること。電源車等と接続ポイントとを接続するためのケーブルは、確実に接続できる仕様とすること。これらの資機材の保管場所は地震・津波の影響を受けない場所とすること。 対策 5, 6, 7, 10

2) 直流電源は、津波の影響を受けないよう浸水対策を行うこと。対策 6

3) 震災時における道路の損壊や津波漂流物等が散乱する状況下でも、直流電源が枯渇する前に、電源車等による給電が可能であるよう、緊急時の対応体制を強化するとともに、訓練を実施し、実施手順を確立すること。 対策 5, 7, 8, 10

(注1)全交流電源喪失とは、送電系統の故障等により外部電源が全て喪失し、加えて、発電所内に設置されている非常用ディーゼル発電機全台の機能が確保できないことにより、所内の全ての交流電源が喪失する事象をいう。

② 冷却・注水設備対策の実施（使用済燃料ピットまたは使用済燃料プールの冷却・注水に関するものも含む。）

4） 全交流電源喪失時においても、確実に冷却・注水を行うことができるよう最終ヒートシンクの多様性を確保すること。 対策 16, 17

5） 全交流電源喪失時の冷却・注水機能維持のために使用される機器について、津波の影響を受けないよう浸水対策を行うこと。 対策 13

6） 震災時における道路の損壊や津波漂流物等が散乱する状況下でも、給水が必要となるまでの時間内に、給水が可能であるよう、緊急時の対応体制を強化するとともに、訓練を実施し、実施手順を確立すること。 対策 12

7） 給水のための消防車・ポンプ車は、必要な加圧力を備えたものを必要な容量・台数確保すること。必要な容量の水源を確保するとともに、ホースは確実に給水できる仕様とすること。これらの資機材の保管場所は地震・津波の影響を受けない場所とすること。 対策 13, 16, 17

8） 消防車、ポンプ車等を稼働させるために必要な燃料を冷却を継続している期間内に外部から調達可能な仕組みを構築すること。 対策 16, 17

③ 格納容器破損対策等の実施

9） 低圧代替注水への移行を確実に行うための基本的な手順・体制を明確化し、訓練を行い、迅速かつ確実に低圧代替注水への移行を可能とすること。 対策 20

10）ベントの実施に必要なベントラインを構成する手順・体制を構築し、訓練を行い、迅速かつ確実にベントを実施可能とすること。（BWR のみ） 対策 21

11）ベント弁等に空気駆動弁が用いられている場合においては、窒素ボンベ等の駆動源の代替手段の確保を含めて、中央制御室からまたは現場操作によりベントを可能とすること。（BWR のみ） 対策 21

④ 管理・計装設備対策の実施

12）全交流電源喪失時においても、中央制御室の非常用換気空調系設備（再循環系）を運転可能とすること。 対策 25

13）全交流電源喪失時における確実な発電所構内の通信手段を確保すること。 対策 26

14）全交流電源喪失時においても、計装設備を使用可能とすること。
対策 28

15）高線量対応防護服、個人線量計等の資機材を確保（事業者間における相互融通を含む）するとともに、緊急時に放射線管理を行うことができる要員を拡充できる体制を整備すること。 対策 30

16）ホイールローダ等の重機の配備など、津波等により生じたがれきを迅速に撤去することができるための措置を講じること。 対策 30

基準（2）

国が「東京電力福島第一原子力発電所を襲ったような地震(注2)・津波(注3)が来襲しても、炉心及び使用済燃料ピットまたは使用済燃料プールの冷却を継続し、同原発事故のような燃料損傷には至らないこと」を確認していること。

（注2）最新の知見に基づいて適切と考えられる各原子力発電所の基準地震動の下でも燃料損傷に至らないことを求める。今回の事故では、地震や高経年化による安全上重要な設備・機器等が機能を失うような影響を受けていないと推定されること、地震動は敷地周辺の活断層、過去に起きた地震の規模や敷地との距離など地域毎の条件を踏まえて想定されるべきであることから、各原子力発電所の最新の基準地震動を用いることが適当。なお、複数の活断層の連動可能性等について論点が提起されている場合には、その可能性を考慮して地震動を保守的に評価した場合の地震動の下でも、燃料損傷に至らないと判断されることが必要。

（注3）「津波」は今回の事故の直接的な原因となったと考えられることに鑑み、15m の津波、あるいは、各発電所の想定津波高さより9.5m以上の高さの津波に耐えられることを求める。これは、東京電力福島第一原子力発電所の想定津波高さが 5.5m であったところ最大遡上高さ 15m の津波に襲われたことを踏まえたもの。ただし、個別に津波についての新たな知見が得られた際には、当該知見を踏まえた上で津波の影響を評価する。

基準（3）

以下に列挙される事項について、基準（1）で実施済みであるか否かにかかわらず、更なる安全性・信頼性向上のための対策の着実な実施計画が事業者により明らかにされていること。さらに、今後、新規制庁が打ち出す規制への迅速な対応に加え、事業者自らが安全確保のために必要な措置を見いだし、これを不断に実施していくという事業姿勢が明確化されていること。

① 原子力安全・保安院がストレステスト（一次評価）の審査において一層の取組を求めた事項

② 原子力安全・保安院が、東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会での議論を踏まえてとりまとめた「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見について」で示した30の安全対策

1） 地震等による長時間の外部電源喪失の防止のための外部電源対策

- 1つの送電ルート（送電線または変電所）を失っても外部電源喪失にならないように外部電源系統の信頼性を高め、また変電所及び開閉所設備の耐震性を向上させるとともに、事故後の復旧に必要な資機材の確保など外部電源設備の迅速な復旧対策を進める。 対策 1～4

2） 共通要因による所内電源の機能喪失の防止／非常用電源の強化のための所内電気設備対策

- 所内電気設備の位置的な分散などによる多様性と独立性の向上及び浸水対策の強化を行うとともに、全交流電源喪失時に備えた蓄電容量の大容量化、計装設備用の個別専用電源の配備など非常用直流電源の強化を進める。 対策 5～9
- 電源車の配備、給電口の規格化等による外部からの給電の容易化や電気関係設備の予備品の備蓄など、事故時・事故後の対応・復旧の迅速化を進める。 対策 10～11

3） 冷却注水機能喪失の防止のための冷却・注水設備対策

- 全電源喪失時など対応時間に余裕のない状態において的確な判断を行うため、

前兆事象を確認した時点での対応手順を整備するなど、ハード、ソフト双方の整備を進め、事故時の判断能力の向上を進める。 対策 12

- 冷却設備の耐浸水性の確保や位置的分散、空冷機器の設置などにより、最終ヒートシンクの多重性及び多様性を向上させるなど共通要因による機能喪失の防止対策を進める。 対策 13～14
- 炉心損傷などのシビアアクシデント時においても迅速に注水できるように、隔離弁・主蒸気逃がし安全弁（SRV）の動作確実性を向上させるとともに、蒸気駆動、ディーゼル駆動といった駆動源の多様化を進めるなど、代替注水機能を強化する。 対策 15～16
- 使用済燃料プールまたは使用済燃料ピットの冷却・給水機能の多重性及び多様性を確保するなど信頼性の向上対策を進める。 対策 17

4）格納容器の早期破損／放射性物質の非管理放出の防止のための格納容器破損・水素爆発対策

- 高温高圧による格納容器の早期破損を防止するため、交流電源に頼らない格納容器スプレイの設置など格納容器の除熱機能の多様化を進めるとともに、BWRにおけるトップヘッドフランジの過温破損防止対策についても検討を進める。 対策 18～19
- 着実なベント操作の実施により低圧注水に確実に移行するために、全電源喪失など幅広い状況に対応したマニュアルの整備やベントの操作性・確実性の向上対策を進めるとともに、放射性物質除去（フィルタ）効果のある設備の設置などベントによる外部環境への影響の低減対策を進める。 対策 20～22
- ベント配管の独立性確保による水素の建屋への逆流防止や建屋側に漏えいした水素の処理装置の設置など、水素濃度の管理及び適切な水素の外部への放出により水素爆発を防止するための対策を進める。 対策 23～24

5）状態把握・プラント管理機能の抜本的強化のための管理・計装設備対策

- 自然災害及び事故等の非常時における通信機能の信頼性を向上させるとともに、こうした通信機能を活用するための前提となる中央制御室や事故時の指揮所が十分に機能を発揮できるよう環境の整備を進める。 対策 25～26
- プラントの状況を正確に把握するために計装設備の信頼性を向上させるとともに、全交流電源喪失時などにおいても外部への放射性物質の放出を的確に把握できるように事故時のモニタリング機能を強化する。 対策 27～29

- 炉心損傷などのシビアアクシデントへの対応を含め、あらゆる状況を想定した上で事前に必要なマニュアルの整備、人員配置等の体制の構築など非常事態への対応体制の構築や訓練の実施を進める。 対策 30

以上

東京電力福島第一原子力発電所事故の技術的知見から得られた30の対策

技術的知見（30の対策） ※下線部は主にBWRが対象	
○外部電源対策	対策１　外部電源系統の信頼性向上
	対策２　変電所設備の耐震性向上
	対策３　開閉所設備の耐震性向上
	対策４　外部電源設備の迅速な復旧
①所内電気設備対策	対策５　所内電気設備の位置的な分散
	対策６　浸水対策の強化
	対策７　非常用交流電源の多重性と多様性の強化
	対策８　非常用直流電源の強化
	対策９　個別専用電源の設置
	対策１０　外部からの給電の容易化
	対策１１　電気設備関係予備品の備蓄
②冷却・注水設備対策	対策１２　事故時の判断能力の向上
	対策１３　冷却設備の耐浸水性確保・位置的分散
	対策１４　事故後の最終ヒートシンクの強化
	対策１５　隔離弁・SRVの動作確実性の向上
	対策１６　代替注水機能の強化
	対策１７　使用済燃料プールの冷却・給水機能の信頼性向上
③格納容器破損・水素爆発対策	対策１８　格納容器の除熱機能の多様化
	対策１９　格納容器トップヘッドフランジの過温破損防止対策
	対策２０　低圧代替注入への確実な移行
	対策２１　ベントの確実性・操作性の向上
	対策２２　ベントによる外部環境への影響の低減
	対策２３　ベント配管の独立性確保
	対策２４　水素爆発の防止（濃度管理及び適切な放出）
④管理・計装設備対策	対策２５　事故時の指揮所の確保・整備
	対策２６　事故時の通信機能確保
	対策２７　事故時における計装設備の信頼性確保
	対策２８　プラント状態の監視機能の強化
	対策２９　事故時モニタリング機能の強化
	対策３０　非常事態への対応体制の構築・訓練の実施

（東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故の技術的知見に関する意見聴取会）