

(株)九州電力代表取締役社長 瓜生 道明 殿

川内原発民間規制委員会・かごしまからの「第1回勧告書」(12/22)に続く

第2回勧告書

2015年3月26日

川内原発民間規制委員会・かごしま
委員長 松元 成一

九州電力は、3月10日、川内原発民間規制委員会・かごしまによる16項目の規制勧告(2014年12月22日)について会見し、口頭回答した。九電は文書回答を嫌ったが、この勧告は九電の技術に対する科学的検証であり、文書により正確におこなう必要がある。

そこで、会見の場において、九電は持参しているメモを読み上げ、民間規制委の参加者全員がこれを筆記し、代表がこれを読み上げて九電の確認を得るという方法によって文書化した。このため、3時間半という長時間の会見となった。

以下に、16項目の規制勧告と九電の回答を示し、民間規制委・かごしまによる反論を述べる。大半は不完全回答であったため、ここに再勧告するので、再回答されたい。

【勧告1】 事故の際、高圧原子炉の逃し弁を開放して減圧することを禁止し、
冷却水の供給にはECCSの使用を徹底すべきである

勧告1に対する九電回答：

原子炉圧力は通常時、異常時を問わず、加圧器にて制御されており、加圧器へ水を注入するスプレー弁と加圧器逃がし弁にて圧力を下げるようにコントロールされている。異常時は、原子炉の冷却水の低下を事前に加圧器水位の低下にて検出でき、ECCSが自動起動し、原子炉に冷却水を注入するようになっている。

新規規制基準により、従来より設置しているECCSが使用できない場合を想定し、新たに原子炉に冷却水を注入する常設電動注入ポンプ、可搬型ディーゼル注入ポンプ、可搬型電動注入ポンプを備えている。また、蒸気発生器による二次系からの除熱による原子炉内の冷却も可能である。原子炉内の冷却水の蒸発の管理は圧力と温度とを監視するサブクール計で確認することができ、常に圧力が急に下がりにくいように運転・管理している。

勧告1への回答に対する反論

この回答は、逃し弁の開放禁止に答えておらず、回答になっていない。

そもそも【勧告1】は、規制委が新規規制基準概要(2013年7月)において「①弁を解放(開放)して減圧、②可搬式注水設備(高性能消防ポンプ)により炉心への注水」との新規制基準について、その間違いを指摘する民間規制委の勧告である。

TMI事故では、逃し弁の開固着により原子炉の圧力が下がったことによって、20分後に炉水は

蒸発・空焚きとなって炉心の空洞は広がった。2 時間後に逃し弁の開固着に気づき元弁を閉じることによって空洞を小さくすることができて、5 時間後に炉心の空洞を消滅することで事故対応ができた。

また美浜事故(1991 年)では手順書に従い、逃し弁を開けようとしたが失敗した。逃し弁を開くことになれば、TMI 事故が再現するところだった。さらに、福島 1-2 号機では、せっかく 3 日間も ECCS により注水できて炉心を維持していたのに、逃し弁を開放して炉心を空焚きにしてしまった。

日本規制委はこのような失敗を反省せず、上記のような新規制基準による規制を各電力会社に強いている。そこで、これらの事実を勧告の前文に示し、民間規制委の規制勧告「逃し弁の開放の禁止」を【勧告 1】として最初に掲げることにした。九州電力は、3 月 10 日の会見ではこれに回答しなかった。

そこで、民間規制委・かごしまは、この回答会見の場において、TMI 事故における中性子源モニター測定(第 1 図)を示して、原子炉停止 20 分後には逃し弁開固着により蒸発と空焚きによる空洞化が始まり、2 時間後に逃し元弁を閉めても、5 時間後まで空洞が続いたことを示した。逃し弁の開放は炉心を空焚きにするのである。

さらに、日本規制委は「可搬式注水施設(高性能消防車)により炉心への注水する」とし、九電はこれに従うとしたが、高性能の消防ポンプでも細くて長い配管による注水であって、十分な量の注水はできない。

会見の場において、この可搬式注水施設は新しい ECCS かと問うたが、九電は「これは ECCS ではない」と答えた。十分な注水ができない以上 ECCS とは言えない。

※【ポイント指摘: 勧告 1、①逃し弁の開放の禁止と②ECCS の使用につき、しっかりと回答されたい】

【勧告 2】 蒸気発生器細管破断における手順書は、改めなければならない

勧告 2 への回答:

細管が破断した蒸気発生器は主蒸気配管と主給水配管とを隔離(蒸気と給水との遮断)することとなっており、手順書通りである。蒸気発生器細管破断時は二次系からの放射性物質の環境への影響を低減させるため、原子炉の冷却水圧力を下げることがあるが、圧力と温度とを監視することで、原子炉内の冷却水を確保することができる。

勧告 2 への回答に対する反論

この回答は、手順書により ECCS を切ることによって触れておらず、不十分である。

蒸気発生器細管破断は、一次系と二次系の区別がなくなったことを意味する。そこでこの区別を回復するため、蒸気発生器の 2 次系からの隔離が給水側と蒸気側のふたつの弁を手順書により閉じることとでなされる。ところが、美浜原発では、弁を閉じることによって失敗した。定期検査後に弁の開け閉めの確認をしていなかったのである。

隔離ができない場合、一次系の放射能が二次系に流れないようにするため、一次系の圧力を下げる目的で ECCS を切るという作業が手順書に書かれている。この手順書にしたがえば、原子炉は冷却できなくなる。

これを改めよというのがこの【勧告 2】の趣旨である。九電はこれに答えていない。つまり、【勧

告 2】の無視である。

美浜原発事故の場合、ECCS を切ることの前提としていた逃し弁の開放に失敗した結果、ECCS を切ることができなくて炉心の空焚きにならないで済んだ。九電はこれらの手順書を改めなくてはならない。

なお、一次系と二次系の区別がなくなるということは原子炉が加圧水型ではなくなり、沸騰水型になったことを意味する。その場合、沸騰水型としての事故対策に切り替える必要がある。これにより炉心で発生した蒸気を直接復水器で水にするのだが、余分に得られる復水の行き先と、復水器を減圧する時に生じた放射性気体や水素について、その運び先などさらなる対策が必要となる。ここで、追加すべき手順書の内容を示す必要がある。

※【ポイント指摘：ECCS を使用しない新規制基準は危険である。勧告 2 につき詳しく回答されたい】

【勧告 3】 事故時と通常時の混乱を除くため、事故時には通常時の自動運転条件を削除すべきである

勧告 3 への回答：

ECCS は、事故時に使用する設計としており、自動運転条件を解除することはできない。一旦、自動起動した注水ポンプ等は水位等の条件で自動停止することは無く、運転員の判断で停止するまで運転を継続する。

新規制基準により、従来より設置している ECCS が使用できない場合を想定し、新たに原子炉に冷却水を注入する常設電動注入ポンプ、可搬型ディーゼル注入ポンプ、可搬型電動注入ポンプを備えている。また、蒸気発生器による二次系からの除熱による原子炉内の冷却も可能である。

勧告 3 への回答に対する反論

福島事故においては、①1号機では通常時使用の手順書（原子炉急冷禁止）によって ECCS（非常用復水器）を切った。②2号機では通常時使用の条件で ECCS（隔離時冷却系）は自動停止したが、職員によって再起動を続けたので原子炉は 3 日間維持できた。③3号機では ECCS は同じく自動停止したが、職員はこれを再起動せず失敗した。

TMI 事故では、加圧器水位が満ちているので原子炉は満水と勘違いし、ECCS を切って、事態を混乱させた。この経験から「ECCS を切ってはならない」との教訓が得られたのに、美浜事故では、放射能の排出を抑える目的で ECCS を切ろうとした。

つまり、沸騰水型、加圧水型に関係なく、事故時での ECCS による炉心の冷却が軽視されている。可搬型ポンプなどは ECCS ではなく、また ECCS に代われない。

※【ポイント指摘：勧告 3 により、ECCS 切断の手順書および自動運転条件を再点検する必要がある】

【勧告 4】 沸騰水型 ECCS 非常用復水器を追加設置すべきである

【勧告 5】 沸騰水型 ECCS 隔離時冷却系を追加設置すべきである

勧告 4、5 への回答：

加圧水型原子炉は蒸気発生器に保有する蒸気を駆動源にしてタービンによる補助給水ポンプにて、復

水タンクの冷却水を蒸気発生器の二次系に供給することにより、原子炉内の冷却を行うことができる。また、加圧水型は原子炉がある一次冷却系に冷却水を貯蔵する蓄圧タンクを設けており、一次冷却系の圧力が蓄圧タンクの圧力以下になったときに蓄圧タンク内の冷却水を原子炉内に供給する設計としている。

勧告 4、5 への回答に対する反論

回答と言える内容ではない。

沸騰水型 ECCS の中には、①非常用復水器(または蒸気凝縮系)、および②隔離時冷却系が存在する。①は、原子炉の減圧または沸騰で発生する水蒸気を冷やして、原子炉に重力により流し込む装置であり、②は原子炉と格納容器の圧力差を利用してタービンを回し、復水貯蔵タンクの水を原子炉に注ぐ装置である。両者共に駆動用電源を必要としないという特徴があり、加圧水型原発事故でも沸騰状態になれば使用可能である。

これらの装置を加圧水型原発に付け加えることによって、TMI 事故(後に述べる欠陥WH型も含め)と美浜事故と同様の事故を収束させることができる。

九電は、代替装置として補助給水ポンプと蓄圧タンクをあげているが、上記装置の方が優秀であり、設置を拒否する理由にはならない。特に、蒸気発生器細管破断の場合に有効な装置と考えられる。

※【ポイント指摘：勧告 4 と勧告 5 に対し、非常用復水器と隔離時冷却系に限って回答されたい】

【勧告 6】 内部電源として商用の小形発電機 2 機を設置し、内 1 機は事故に備えて常時運転し、事故になったら外部への送電を打ち切り、送電先を事故原子炉に振り向けるべきである

勧告 6 への回答：

発電所内の電源として、発電停止時には送電線から電源を受けているが、外部の送電線からの受電ができないときには発電所内にある非常用ディーゼル発電機が、原子炉一基当たり二台設置されており、自動起動することになっている。

新規制基準では、非常用ディーゼル発電機が使用できないことを想定し、高圧発電機車・中容量発電機車・大容量空冷式発電機を追加設置し、原子炉内の燃料を冷却できるように対応している。

勧告 6 への回答に対する反論

回答と言える内容ではない。

事故に際して、内部電源こそもっとも確実性の高い電源であり、その内部電源を用意することに九電はなぜ逆らうのか。

外部電源は相手の状況で送電を受けられない心配があり、非常用電源は起動の失敗が否定できないのだから、九電の対応は理解不能である。

また、内部電源を使用して電力販売し、利益も得られるのに、なぜためらうのか。

※【ポイント指摘：勧告 6 について、内部電源に限って回答されたい】

【勧告7】 その上で、外部電源の確保を厳重におこない、非常用電源（固定式および可搬式）も用意されたい

勧告7への回答：

川内原子力発電所では外部電源3系統を備えており、その他非常用ディーゼル発電機をはじめ、高圧発電機車・中容量発電機車・大容量空冷式発電機の可搬式電源車を備えている。

勧告7への回答に対する反論

福島事故では、外部電源として東電固有のもの外、東北電力からの配電もあったが、東北地方を襲った共通の地震により機能しなかった。川内原発では外部電源が3系統あっても、これで完璧とは言えないところに外部電源の弱点がある。

また、福島事故で、3号機では非常用電源は生きており、稼働もしたのにこれを利用できなかった。さらに、可搬式電源車も道路の破壊で到着が遅れたという問題があって万全という訳ではない。

※【ポイント指摘：勧告7、外部電源、非常用電源、可搬式電源車の存在によって内部電源の必要性を否定できるかどうか、記述されたい】

【勧告8】 格納容器の冷却に必要なタービン系海水ポンプを非常用電源に接続すべきである

勧告8への回答：

海水ポンプは従来より非常用電源に接続されており、外部電源や、非常用ディーゼル発電機からの電源供給ができないときは、今回追加設置した大容量空冷式発電機により、原子炉、及び格納容器内の冷却ができるように対応している。

更に、海水ポンプが使用できないことを想定し、大容量移動式ポンプ車や、常設電動注入ポンプ等を設置して格納容器内の冷却ができるように対応している。

勧告8への回答に対する反論

福島事故では、事故を起こしたすべての号機で、原子炉での発熱はすべて格納容器に溜まり、これを外部から冷却することができなかった。川内原発では、この問題が解決できているのかどうか、回答がなされていない。

海水による冷却だけを問題としたが、川内原発は背後の山間に豊富な池と川があり、この水を発電所内の高い位置に置いた貯水槽に溜め、これにより原子炉および格納容器の直接冷却が可能と考えられる。この方法は他の冷却方法よりも優れている。

※【ポイント指摘：勧告8の追加、発電所の高い位置に置いた貯水槽を採用するかどうか、記述されたい】

【勧告9】 福島事故での計測不能を反省して、計測専用の電源を確保すべきである。

勧告9への回答：

各種データの計測表示や操作を行う中央制御盤は、計測専用の電源を確保しているが、この電源が供

給不能となった場合、専用の非常用バッテリーから供給される。非常用バッテリーは新規制基準により容量の追加をしている。また、高圧発電機車、及び専用の直流電源用発電機を備えており、計測用電源についても、幾重ものバックアップを備えている。

勧告 9 への回答に対する反論

不完全回答である。

福島事故では、職員の自動車からバッテリーを外して運び込み、これで原子炉の圧力と水位を計測した。この部分は、直流電源の配線により解決できる。

しかし、福島事故の場合、原子炉と格納容器の各部分の温度はバッテリーでは計測できず、8日後の外部電源の回復まで計測できなかった。

※【ポイント指摘：勧告 9、原子炉、格納容器の各部分の温度をどのように計測するのか、記述されたい】

【勧告 10】 空焚きで誤表示しないように、圧力計、水位計を改良すべきである。また、TMI 事故後設置された加圧水型水位計について流水中の誤表示問題も解決しなければならない

勧告 10 への回答：

ご指摘されている計測器は沸騰水型の圧力計・水位計ではないかと思われる。加圧水型の原子炉は通常、満水の状態で運転されるため、検出方式が違うものと思われる。

勧告 10 への回答に対する反論

勧告 10 の趣旨が理解されておらず、回答になっていない。

加圧水型原発でも冷却材喪失の事故になれば炉水は沸騰するので、計測方法も沸騰水型と変わらない。事故が進んで空焚きになった場合、圧力計では圧力は低く表示され、水位系では水位は高く表示される。計測は科学技術の基礎であり、誤表示の放置は重大である。このように誤った計測になることを九電は理解さえしていないようである。

※【ポイント指摘：勧告 10、沸騰水型原発を所有する電力会社に問題点を確かめて、回答されたい】

【勧告 11】 九州電力は、ウェスティングハウス社（WH）型蒸気発生器の逆 U 字細管に溜まった水素をどのようにして取り除くか明かにせよ

勧告 11 への回答：

WH 製の蒸気発生器を採用する加圧水型原子力発電所は、蒸気発生器内の逆 U 字細管に溜まった気体を排出するため、通常の起動前に行う一次冷却水ポンプを利用して行うベンチング操作を実施する。この操作により逆 U 字細管に溜まった気体を排出することが可能である。

勧告 11 への回答に対する反論

勧告の趣旨が、やはり理解されていない。ここで問題にしているのは、原発を稼働する前の話ではなくて、事故になって水素が発生した場合の話である。水素はまず配管に溜まり、そして格納容器に放出される。以下、会見の場において、手渡した(第 2 図)により説明する。

原子炉の空焚きにより、ジルコニウム被服管と水蒸気が反応して、水素が発生する。その水素は、配管内の水蒸気空間に分散する外、高圧により水に溶けて分散する。その水は一次冷却水ポンプ内で気水分離するので、ポンプは激しく振動して使用できない。ここまでは、事故を起こしたTMI原発（BW型）と日本で使われているWH型原発も同じである。

TMI原発では、2時間後に加圧器逃し弁の開固着に気づいた運転員によりこの元弁が閉じられた。ここで、BW型原発の蒸気発生器は縦型であって、原子炉よりも高い位置で水蒸気は水素を含む水になり、原子炉に流れ込む。このようにしてBW型原発では自然循環が成立して原子炉は冷却され、(第1図)に示したように事故発生から5時間後には原子炉内の空洞は消滅した。

運転員は、充填ポンプにより原子炉に水を注入するため、加圧器逃し元弁を開閉したが、この操作で蒸気と共に水素も除くことができ、事故発生から16時間後には一次冷却水ポンプの運転が可能となった。これにより、通常の運転方法で原子炉の冷却ができて、事故は収束したのである。

しかし、TMIと同様の事故がWH型原発で発生した場合は、そのような解決方法は成立しない。蒸気発生器は逆U字型なので、この部分には水素だけが溜まることになる。この水素を追い出す方法は考えられないので、WH型原発では自然循環は成立しない。そのため、逃し弁を閉じて原子炉の冷却はなされず、空焚きはますます進行することになって、原子炉底抜けの破局へ進むことになる。

つまり、WH型原発は重大な欠陥を持つことが明らかになったのである。美浜原発事故で、逃し弁を開けようとして固着して失敗したが、もしもこれを開けていれば美浜原発はTMI同様の事故になっていたのであるから、このWH型原発の重大な欠陥は見逃すことはできない。

逆U字細管に溜まる水素の排出について、九電が有効な対策案を示せなければ、川内原発だけでなく日本のすべてのWH型原発は使用禁止となることを覚悟されたい。

※【ポイント指摘：勧告11、WH型原発に関する上記欠陥について、九電としての見解を明かにされたい】

<p>【勧告12】 気体放射能をベントしてはならない。その訳は、トリチウムは遺伝子を直撃するからである</p>
--

勧告12への回答：

トリチウムは放射線の一種であるベータ線を放出するが、エネルギーは低く、体の細胞を通過することはできないため、外部被曝を考慮する必要はほとんどない。トリチウムは生物の体の中にある水として存在することから、内部被曝を考慮する必要がある。

昨年の八月に福島第一原発の海洋から採取した海水から、一リットル当たり4700ベクレルのトリチウムが検出されたとされている。例えば海水と同じ4700ベクレルのトリチウムを含む水を一年間飲料したとすると、0.051シーベルトの被曝をすることになります。参考に、日本人は平均して年間2.4ミリシーベルトの自然放射線を受けており、胸のレントゲン写真を一回取られると0.05ミリシーベルトのX線に被曝します。以上より、トリチウムからの被曝は十分に小さいことがわかります。

勧告 1 2 への回答に対する反論

放射線影響学者は、現代でもベータ線被曝を誤解している。ガンマ線は、エックス線と同じで、身体をほとんど通過するので影響は小さく、また外部被曝でも内部被曝でも同じである。これに対してベータ線は身体の中を数センチしか飛ばない。ベータ線のエネルギーの全部がこの範囲で消滅することになる。したがって、ベータ線の内部被曝はガンマ線とは違って大問題となる。

ところで、【勧告 12】で問題とするのは、これとは別の内部被曝であって、遺伝子の中に入ったトリチウムが崩壊すると、遺伝子を破壊してしまうことである。

※【ポイント指摘：問題をそらすことなく、トリチウムによる遺伝子の破壊について回答されたい】

【勧告 1 3】 格納容器での水素爆発を防止するため、空気ではなく、窒素を封入すべきである

【勧告 1 4】 原子炉から供給される熱と水素による圧力増に対しては同規模の第二格納容器を増設すべきである。

勧告 1 3、1 4 への回答：

沸騰水型の格納容器は内部に原子炉（圧力）容器、再循環ポンプ等を設置しているのに対し、加圧水型の格納容器は内部に原子炉（圧力）容器、蒸気発生器、加圧器、一次冷却材ポンプ等の機器が多数設置しているため、加圧水型の格納容器は沸騰水型のおよそ十倍の容積がある。

このため、原子炉内の燃料被覆管の酸化作用で発生した水素が格納容器内にたまるまでの（時間に）余裕があり、実際、加圧水型の格納容器内では水素が爆発する濃度まで達しない想定である。但し、安全性向上のため、格納容器内に溜まった水素をできるだけ低減させるため、格納容器内に水素再結合装置や、水素燃焼装置を設置している。

更に、格納容器内に溜まった放射性物質を含んだ水蒸気を系外に逃がす際、大部分の放射性物質を取り除くよう、フィルター付きベント装置を設置することとしている。

勧告 1 3、1 4 への回答に対する反論

【勧告 13】について、九電は加圧水型の TMI で水素爆発があったことを知らないのでしょうか。軽い水素は格納容器の天井に溜まり、そこで爆発して天井を熱損傷させた。この爆発を防ぐ方法としてもっとも優れているのは、格納容器を空気ではなく、窒素を充填することである。定期検査後に窒素を充填すればよく、後 10 年程度しか運転できないのだから、窒素の充填の手間は取るに足らないであろう。

空気の充填では、水素検出機や水素再結合装置や水素燃焼装置を設置することになる。これらは信頼性に欠けるだけでなく、窒素充填よりも費用が高つく。その金は原子力産業に支払われることから考えて、原子力産業の育成のための無駄遣いと考えられる。

※【ポイント指摘：勧告 13、それぞれに要する費用を明かにされたい】

【勧告 14】について、加圧水型格納容器は、沸騰水型格納容器よりも大きいですが、耐圧性が劣る。TMI での水素爆発では、その格納容器が飛行機の墜落にも耐える構造であったが、その限界に近い圧力が発生していた。他の加圧水型の格納容器では維持できない。

第二格納容器はベントする代わりに設置される臨時容器である。第一格納容器とのつなぎめでフィルターによりトリチウム以外の放射能を取り除き、また燃焼により水素を除いて、冷却保管し、事故後にトリチウム水など内容物を第一格納容器に戻す。この水についてはトリチウムの半減期の10倍の期間、つまり120年間、「第一格納容器で本格的に格納する」ことになる。

※【ポイント指摘：勧告14、現実的な勧告であり、これを否定する理由はないと考えられる。】

【勧告15】 格納容器の底に金銀銅の合金(比重11以上)を置き、格納容器の底抜けを防ぐべきである

勧告15への回答：

格納容器の冷却のため、従来からのECCSである注入ポンプに追加して、大容量移動式ポンプ車や、常設電動注入ポンプ等を設置して格納容器内の冷却ができるように対応している。

格納容器内の底部に溜まった冷却水は再利用して冷却できるようにしていると共に、格納容器底部に水位計を設置し、格納容器底部に落下した燃料の冷却が確認できるように対応している。

勧告15への回答に対する反論

格納容器の底に水を溜めても、核燃料と接するコンクリートは核燃料の発熱に耐えられず、底抜けということになる。したがって、ウラン燃料よりも比重の大きい金銀銅合金を使って、液体合金にウラン燃料を浮かせるという勧告である。

金はウラン燃料よりも安いので、たいした出費にはならない筈である。

※【ポイント指摘：勧告15、原子力を利用した以上その出費はしかたがないとあきらめるしかない】

【勧告16】 川内原発の免震重要棟は山の上に設置する計画であるが、これを地下に設置し、空調した地下道で各施設と結ぶべきである

勧告16への回答：

川内原子力発電所の免震重要棟は、発電所敷地内の高台に設置する計画ではあるが、御指摘にあるような山の上に設置するものではない。万が一の対応で、津波の影響が無く、耐震上問題が無い場所を選定している。

勧告16への回答に対する反論

重要免震棟を地下に設置し、地下道で施設をつなぐことは有効である。作業者は移動時に放射能から守られる。そして、地下は地震に強い。また津浪は頭上を通過するので被害はない。

東京電力は、柏崎で地震の最中に青空会議を開いた経験から、福島第一で重要免震棟の設置を急ぎ、事故の半年前に完成させた。これにより、3月14日以降、作業者の大半は避難したが、必要人員の避難をしなくても済んだ。

※【ポイント指摘：勧告16、作業者を保護する地下免震重要棟の設置なく、川内原発の運転再開は無謀だ】

(第1図) 中性子線源モニターの増加で原子炉空焚きが分かる

(第2図) 自然循環が成立したTMIと成立しないWH型原発