

ERSSに追加伝送する項目
(新規制基準適合炉のBWR標準(案))
の考え方について

2020年10月14日

BWR事業者

1. はじめに

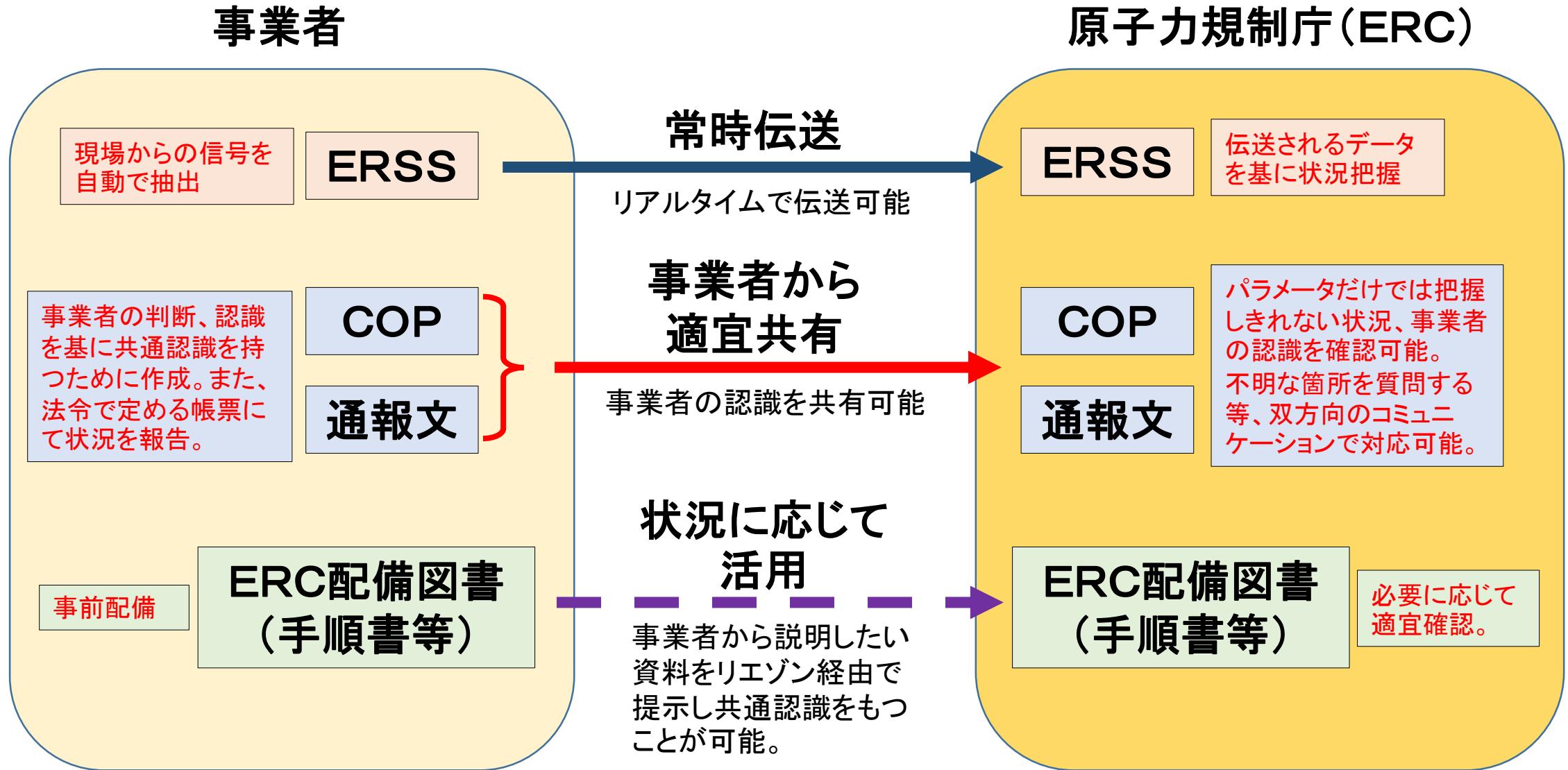
緊急時において原子力施設の周辺公衆の安全を確実に行うため、原子力事業者と原子力規制庁をはじめとする関係者箇所における情報共有、共通認識を持つ手段を整備しておく必要がある。

上記手段については、ERSSによるデータ伝送(ハード)とCOPやERC配備資料を用いたTV会議による説明(ソフト)があげられ、ERSSについては、伝送データ追加について検討を進めているところである(PWRは先行して検討済み)。

ただし、緊急時における情報共有については、ハードとソフトの組み合わせにて包括的に対応すべきものであり、ERSSの伝送パラメータ追加にあたっては、ERSSのみならず、情報共有全体のあり方を包括的に議論した上で、決定すべきと考える。

BWR事業者としては、ERCプラント班との情報共有ツールであるERSSは、重大事故等対応において重要であると考えているため、円滑な情報共有を目的としてBWR標準(案)を提案する。

緊急時において原子力事業者と原子力規制庁が情報共有する方法(イメージ)



2. 考え方と検討結果

ERSSに追加伝送する新規制基準適合炉(BWR標準(案))について、以下の方針で検討を行った。

No.	ERSS伝送検討対象の情報	追加伝送するパラメータの対応方針
①	EAL判断に必要なパラメータ	原子力災害対策指針に規定される、EAL判断基準に関連する信号を伝送する
②	EAL説明時に必要な付帯情報 (プラントデータ)	直接EAL判断に使用しないが、EAL判断にあたり包括的に確認する信号を必要に応じ伝送する
③	設置許可申請書記載の重大事故等対処設備により計測する重要な監視パラメータ	原子炉圧力容器、格納容器への代替注水流量等の重大事故時に監視が必要となる信号を伝送する
④	ERCプラント班が官邸用資料やとりまとめ報を作成する上で必要なプラントデータ、あるいは事業者が進展予測や収束戦略を説明する上で必要と考えられるプラントデータ	以下の信号を伝送する ・重大事故等対処設備の運転状態を確認する信号 ・外部電源、各高圧電源母線の電圧に係る信号
⑤	ERCプラント班がプラント状態や事故収束対策を把握するための機能表示	系統構成状況等については、COP等で説明する

①, ②, ④, ⑤: 各社共通の伝送項目区分

③: 各社の対策により伝送項目が変わる可能性がある項目区分

【凡例】

緑字:画面に入れる情報

茶字:画面に入れないが伝送する情報

紫字:COP等に対応する情報

3. 各方針に対する追加パラメータ選定の考え方

①EAL判断に必要な追加パラメータ(浜岡4号機(BWR5):各社共通) (1/4)

項目	EAL	パラメータ案	選定の考え方
原子炉の停止機能の喪失に関する情報	EAL11	<ul style="list-style-type: none"> ・APRM出力(伝送済み) ・SRNM対数係数率(伝送済み) ・SLCポンプ作動状態 ・全制御棒 全挿入(伝送済み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の停止状態を判断するための信号を画面表示する。
原子炉冷却材の漏えいに関する情報	EAL21	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位(伝送済み) ・D/W圧力(伝送済み) ・D/W HCWサンプル水位 ・D/Wローカルクーラドレン流量 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却材漏えいを判断するための信号を画面表示する(原子炉水位低下、D/W圧力高を検知)。 ・D/W HCWサンプル水位、D/Wローカルクーラドレン流量は、通常運転時の一時冷却材漏えいの監視項目であり、漏えい発生時はD/W圧力・温度で検知可能であるため、COP等にて包括的に説明。なお、本信号は原子炉水位が低下時には格納容器隔離系の隔離信号により閉弁されることから、スクラム後は監視不可となる可能性がある。
注水に関する情報	EAL21, 22, 29	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位(伝送済み) ・給水総流量(伝送済み) ・各ECCS作動状態(伝送済み) ・RCIC作動状態(伝送済み) ・各ECCS出口流量(伝送済み) ・RCICポンプ出口流量(伝送済み) ・高圧代替注水系統流量 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉への注水機能喪失を判断するための信号を画面表示する。 ・重大事故等対処設備に係るパラメータを画面表示に追加(各社の追加設備に応じた信号)。
原子炉減圧に関する情報		<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉圧力(伝送済み) ・S/R弁の開閉状態(伝送済み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉の低圧注水機能の確保を判断するための信号を画面表示する。

【凡例】

緑字: 画面に入れる情報

茶字: 画面に入れないが伝送する情報

紫字: COP等で対応する情報

(2/4)

項目	EAL	パラメータ案	選定の考え方
原子炉徐熱機能に関する情報	EAL23	<ul style="list-style-type: none"> ・RHR(A), (B) 作動状態(伝送済み) ・RCCW系作動状態 ・RCWS系作動状態 ・EWS系作動状態 ・S/P水温(伝送済み) ・主蒸気隔離弁の開閉状態(伝送済み) ・主復水器真空 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器の除熱機能喪失を判断するための信号を画面表示する。 ・格納容器除熱機能の確保を判断するための信号を表示する。 ・RHR-S/P冷却モードでの運転は、RHR作動信号、注水弁開閉、系統流量から判断可能であるため、COP等で包括的に説明。 ・復水器真空はMSIV開の場合のみ必要となるため、COP等で包括的に説明。
常用系高圧母線、幹線電圧及び支線電圧に関する情報	EAL25	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用母線電圧(伝送済み) ・緊急時母線電圧 ・外部電源系統の電圧 	<ul style="list-style-type: none"> ・所内電源系統の各母線電圧喪失を判断するための信号を画面表示する。 ・重大事故等への対処として追加した緊急時母線からの受電状態を判断する信号(各社の電源構成に応じた信号)を画面表示する。 ・外部電源喪失を判断する信号(電圧若しくは外部電源の受電状況が分かる信号)を画面表示する。
直流母線電圧に関する情報	EAL27	<ul style="list-style-type: none"> ・「125V直流主母線電圧」若しくは「低電圧警報」等の直流主母線電圧を監視できるもの 	<ul style="list-style-type: none"> ・直流電源の喪失を判断するための信号を伝送する。

【凡例】

緑字:画面に入れる情報

茶字:画面に入れないが伝送する情報

紫字:COP等で対応する情報

(3/4)

項目	EAL	パラメータ案	選定の考え方
炉心損傷に関する情報	EAL28	・格納容器雰囲気放射線モニタ(伝送済み)	・炉心損傷の発生を判断する信号を画面表示する。
停止中の原子炉水位に関する情報	EAL29	・原子炉水位(伝送済み)	・停止中の原子炉水位の低下を判断する信号(各社の状況に応じた信号)を画面表示する。
使用済燃料貯蔵槽に関する情報	EAL30	・SFP水位 ・SFP温度 ・オペフロエリアモニタ	・使用済燃料貯蔵槽の水位低下を判断する信号を画面表示する。
格納容器の健全性に関する情報	EAL41	・D/W圧力(伝送済み) ・D/W温度(伝送済み)	・格納容器の健全性に係る状況を判断する信号を画面表示する。

【凡例】

緑字: 画面に入れる情報

茶字: 画面に入れないが伝送する情報

紫字: COP等で対応する情報

(4/4)

項目	EAL	パラメータ案	選定の考え方
障壁の健全性に関する情報	EAL42	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉水位(伝送済み) ・D/W圧力(伝送済み) ・D/W温度(伝送済み) ・S/C水温度(伝送済み) ・格納容器雰囲気放射線モニタ(伝送済み) ・D/W, S/C水素濃度(伝送済み) ・D/W, S/C酸素濃度(伝送済み) ・フィルターベント装置放射線モニタ ・主蒸気管トンネル室温度 ・RCIC機械室温度 ・RCIC配管室温度 ・CUW再生熱交換器室温度 ・RHRポンプ機器室温度 ・FCVSIに係る弁開閉状態 ・耐圧強化ベントに係る弁開閉状態 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉冷却系障壁、原子炉格納容器障壁の喪失を判断する信号を画面表示する。 ・FCVSI等を使用したことが判断可能な信号を画面表示する。 ・障壁の喪失判断に使用する温度は各エリアにおける隔離信号(温度高高)であり、原子炉の状態等は上記信号で監視可能なため、COP等で包括的に説明。 ・格納容器ベント系の使用可否は、放射線モニタや格納容器パラメータで判断可能であるが、住民防護の観点からライン構成に係る弁の開閉信号を伝送する。
格納容器圧力逃がし装置に関する情報	EAL43	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器雰囲気放射線モニタ(伝送済み) ・フィルターベント装置放射線モニタ ・FCVSIに係る弁開閉状態 ・耐圧強化ベントに係る弁開閉状態 	<ul style="list-style-type: none"> ・炉心損傷していないことの判断に係る信号を画面表示する。 ・格納容器ベント系の使用可否は、放射線モニタや格納容器パラメータで判断可能であるが、住民防護の観点からライン構成に係る弁の開閉信号を伝送する。

②EAL説明時に必要な付帯情報(浜岡4号機(BWR5):各社共通)

【凡例】

緑字:画面に入れる情報

茶字:画面に入れないが伝送する情報

紫字:COP等に対応する情報

項目	種別	パラメータ案	選定の考え方
原子炉停止に関する情報	止める	—	・「①EAL判断に必要なパラメータ」、「②EAL説明時に必要な付帯情報」にて伝送する信号にて対応可能。
ヒートシンク機能に関する情報	冷やす	<ul style="list-style-type: none"> ・S/C水位(伝送済み) ・S/C圧力(伝送済み) ・RHR熱交出入口温度 ・RHR試験ライン隔離弁の開閉状態 	<ul style="list-style-type: none"> ・最終ヒートシンクであるS/Cの使用可否の参考情報を画面表示する。 ・RHR熱交出入口温度は、ヒートシンクの確保を判断する情報であるため伝送する。 ・RHR試験ライン隔離弁の開閉状態は、ヒートシンク機能確保を確認する付帯情報のため、COP等にて包括的説明する。
障壁に関する情報	閉じ込める	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器隔離信号 ・SGTS動作(伝送済み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器の隔離状態を判断するための信号を画面表示する。 ・SGTS動作信号は、二次格納施設の機能を確認する信号であり、伝送済み。 <p>なお、重要なモニタは画面表示する。</p>
電源に関する情報	その他	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用D/G遮断器投入信号(伝送済み) ・直結母線電圧(伝送済み) ・共通母線電圧(伝送済み) 	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用交流母線の電圧確保に係る信号として、非常用交流母線へ電気を供給する設備の信号を画面表示する。

【凡例】

緑字:画面に入れる情報

茶字:画面に入れないが伝送する情報

紫字:COP等で対応する情報

③ 設置許可申請書記載の重大事故等対処設備により計測する

重要な監視パラメータ(浜岡4号機(BWR5):対策内容により各社異なる)

項目	パラメータ案	選定の考え方
炉心損傷防止	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉代替注水流量 ・CRD系からの注入量 ・SLC系からの注入量 	<ul style="list-style-type: none"> ・補給水系や可搬型設備等からの原子炉への注水量が判断可能な信号を画面表示する。また、SLC運転信号を画面表示する。 ・CRD、SLCは全量注水となるため、注入量等はCOP等にて包括的に説明。
原子炉压力容器 破損の確認、対応	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器下部注水流量 ・RPV下鏡部温度 ・ペDESTAL雰囲気温度 ・ペDESTAL水位 ・制御棒位置 ・制御棒駆動機構温度 	<ul style="list-style-type: none"> ・RPV破損の判断、格納容器下部への注水量が判断可能な信号を画面表示する。 ・RPV破損の判断に使用する制御棒位置等についてはCOP等にて包括的に説明。
原子炉格納容器 破損防止	<ul style="list-style-type: none"> ・D/W圧力(AM用) ・格納容器代替スプレイ流量 ・格納容器頂部注水流量 ・D/W L/Cの運転状況(代替除熱手段) ・CUWの運転状況(代替除熱手段) 	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器スプレイの実施、格納容器頂部への注水量が判断可能な信号を画面表示する。 ・代替除熱手段については、運転状況とそれによる評価をCOPやERCへの備付資料等にて包括的に説明。
フィルターベント等での 放出状況の確認	<ul style="list-style-type: none"> ・FCVS放射線モニタ ・SGTS放射線モニタ(伝送済み) ・モニタリングポスト測定値(伝送済み) ・FCVSの系統構成 ・耐圧強化ベント系統構成 	<ul style="list-style-type: none"> ・FCVS等を使用したことが判断可能な信号を画面表示する。 ・周辺環境への影響はモニタリングポストにて監視する。 ・格納容器ベント系の使用可否は、放射線モニタや格納容器パラメータで判断可能であるが、住民防護の観点からライン構成に係る弁の開閉信号を伝送する。
燃料プールへの注水	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料プール代替注水流量 	<ul style="list-style-type: none"> ・燃料プールの水位で判断可能であるため、COP等にて包括的に説明。

【凡例】

緑字：画面に入れる情報

茶字：画面に入れないが伝送する情報

紫字：COP等で対応する情報

④ ERCプラント班が官邸用資料やとりまとめ報を作成する上で必要なプラントデータ、あるいは事業者が進展予測や収束戦略を説明する上で必要と考えられるプラントデータ(各社共通)

項目	パラメータ案	選定の考え方
重大事故等対処設備が機能を発揮していることを確認可能とする信号	<ul style="list-style-type: none"> ・「③設置許可申請書記載の重大事故等対処設備による計測する重要な監視パラメータ」に定めるパラメータ案 ・原子炉への代替注水設備の稼働状態 ・格納容器への代替注水設備の稼働状態 ・FCVSの使用状態・燃料プールへの代替注水設備の稼働状態 	<p>補給水系、可搬型注水設備等の重大事故等対処設備の機能が確認していることは、機器の運転状態や注水流量、注水先の水位、圧力等にて包括的に確認する項目である。</p> <p>このため、機能が発揮できていることを直接確認できる代替注水量等のリアルタイムな情報をERSにて伝送し、機器の稼働状態等のON, OFF信号はCOP等にて包括的に説明することで対応する。</p>
電源システムの表示	<p>「①EAL判断に必要なパラメータ」、「②EAL説明時に必要な付帯情報」にて伝送する信号の内、外部電源および所内電源の電圧確率状態が把握できる以下の信号。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・非常用高圧母線を含む各母線の電圧 ・緊急時母線電圧 ・外部電源電圧若しくは受電状況がわかる信号 	<p>重大事故等発生時において必要な電源は重大事故等対処設備の駆動に必要な電源又は電源を供給する箇所の電圧であるため、電源システムの表示用として各母線の電圧、外部電源電圧を伝送することで対応する。</p> <p>なお、ERCへの説明時には、必要に応じて非常用母線の受電元を配備資料で補足する等、電源受電状況の把握可能となるように努める。</p>

⑤ ERCプラント班がプラント状態や事故収束対策を把握するための機能表示(各社共通)

項目	パラメータ案	選定の考え方
<p>系統構成ができていて わかる表示方法</p>	<p>「④ERCプラント班が官邸用資料やとりまとめ報を作成する上で必要なプラントデータ、あるいは事業者が進展予測や収束戦略を説明する上で必要と考えられるプラントデータ」に定めるパラメータ案にて対応する。</p>	<p>—</p>
<p>可搬型重大事故等対処設備の稼働状態</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬型重大事故等対処設備の展開状況 ・可搬型重大事故等対処設備の水源に係る情報 ・可搬型重大事故等対処設備の燃料補給に係る情報 	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬型重大事故等対処設備の機能が確認していることは、機器の運転状態や注水流量、注水先の水位、圧力等にて包括的に確認する項目である。 このため、機能が発揮できていることを直接確認できる代替注水量等のリアルタイムな情報をERSSにて伝送し、展開状況等はCOP等にて包括的に説明することで対応する。 ・可搬型重大事故等対処設備の水源、機能確保の継続を判断するための燃料補給の情報についてはリアルタイムでの共有の必要性が低いことから、COP等にて包括的に対応する。

3. PWRとの相違点

前述の伝送項目追加にあたっての考え方とデータポイントライブラリを基に、先行して対応しているPWRと比較し、内容に大きく相違ないと評価した。

また、相違点に対する詳細な考え方は下表のとおり。

(1) BWR固有の伝送項目

相違点	項目	評価
①	常設代替電源設備の受電状態に関する情報	・止める, 冷やす, 閉じ込めるに重要な電源情報であり、BWRにおいては常設の代替電源設備を設置しているため、受電状態を判断する信号を追加することで、電源系統全体を把握できると考えるため伝送する。
②	「③設置許可申請書記載の重大事故等対処設備による計測する重要な監視パラメータ」に定めるパラメータ案	・炉心損傷後に参照するパラメータ(ペDESTAL注水量、RPV下鏡温度等)は、重大事故等対処で重要な情報であることから、EAL判断に必要な項目に加え伝送することで、ERCと事業者間での更なる情報共有が図れることから伝送する。

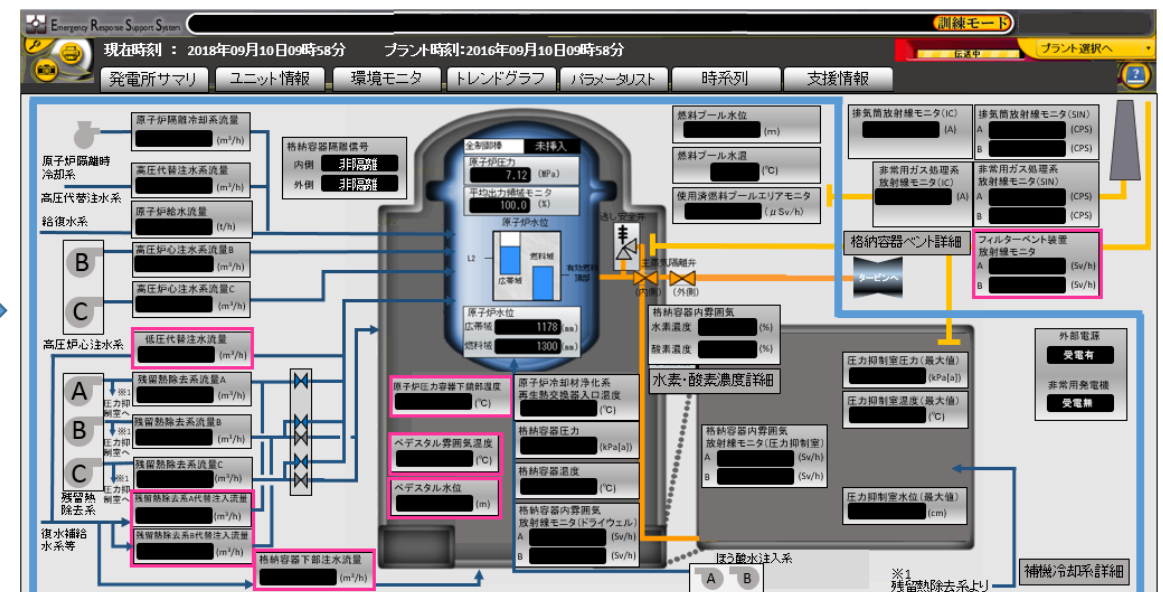
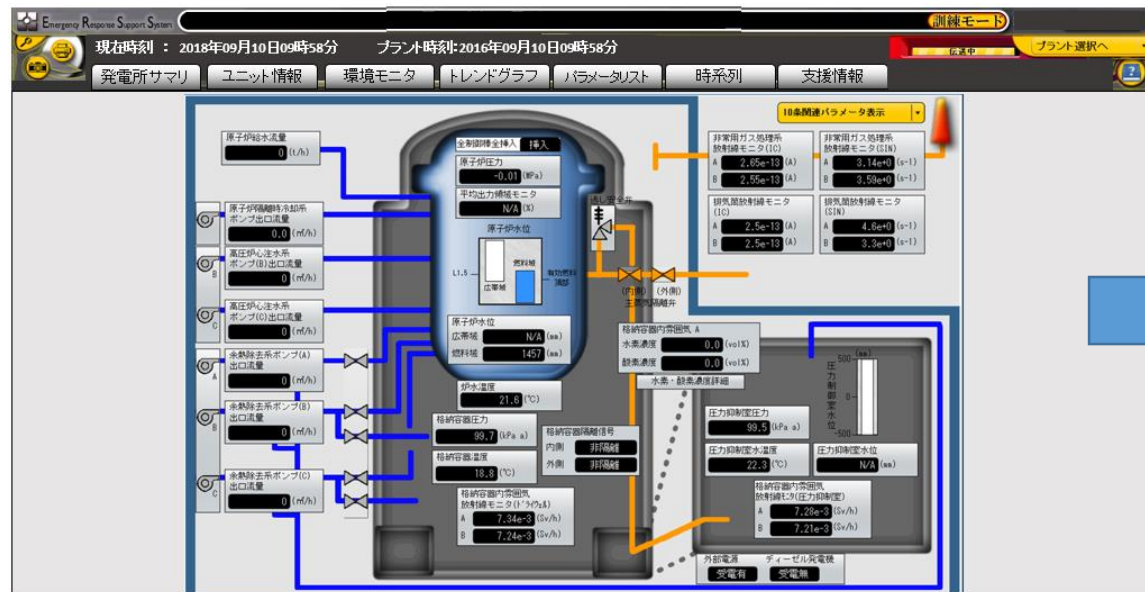
(2) BWRとPWRの相違点(各項目に対する選定の相違点)

相違点	PWRにおいて伝送している項目	評価
①	原子炉冷却材の漏えいに関する情報 ・格納容器サンプ水位 ・凝縮液量想定装置水位	・BWRにおいては、通常運転時の原子炉冷却材漏えいの監視項目であり、事故(漏えい発生)時は、D/W圧力・温度で検知可能である。本信号は原子炉水位が低下時には格納容器隔離系の隔離信号により閉弁されることから、スクラム後は監視不可となる可能性があることから、伝送不要とする。
②	所内電源系統の受電状態に関する情報	・重大事故等発生時において重要な情報である所内電源系統の受電状態を表示する。なお、PWRにおいては各母線の受電しゃ断器の投入状態により受電状況を把握しているが、各母線の電圧で確認することで視認性が向上されることから、所内電源における各母線電圧を伝送する。
③	直流母線電圧	・直流母線の使用可否が分かる情報はEAL判断のために伝送すべきと考える。ただし、原子炉水位のように傾向の監視をするパラメータではないと考える。そのため、各社の状況に応じ「直流母線電圧」又は「直流母線低電圧警報」等の直流主母線の使用可否が分かる信号を伝送する。
④	常用給水ポンプ運転状態に関する情報 ・MD-AFP 運転信号 ・TD-AFP 運転信号	・BWRにおいては常用給水系ポンプの喪失はタービン駆動、電動機駆動両方喪失にてAL22に該当するため、各ポンプの運転信号ではなく、既に伝送している総給水流量にて対応する。
⑤	非常用ディーゼル発電機に関する情報 ・ディーゼル運転信号 ・ディーゼル電圧	・BWRのディーゼル発電機は、機関が起動し電圧が確立することにより母線への併入が可能となる設計(インターロック)であるため、既に伝送している受電しゃ断器投入信号にて対応する。

4. パラメータ追加後の画面イメージ

ERSSに追加伝送する新規制基準適合炉(BWR標準(案))について、検討を実施した結果を基に、ABWRとBWR-5の標準の画面構成案を作成した。資料2に示す。

事業者としては、本画面案及びCOP等での説明で十分にプラント状況等を把握できるものと考えている。



5. COP等を用いた包括的な説明

EAL該当判断や重要な局面の説明時にはERSSだけではなく、プラント状況をCOP等を使用して包括的に説明することとなるため、以下に具体的な説明方法を示す。

例1: 炉心損傷確認時

項目	種別	確認可能手段	タイミング
炉心損傷判断の根拠	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器雰囲気放射線モニタ指示値 ・即応センター説明者の発話(AMGの内容) 	ERSS ERC配備資料	リアルタイム 5分程度
EAL該当判断	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(15条該当に関する通報文等) 	通報文 ERC配備資料	15分以内 5分程度
プラント状況(注水手段等)	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(COP等) 	ERSS COP	リアルタイム 5分程度
今後クリティカルとなるイベントとパラメータ	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(AMGの内容) ・RPV下鏡温度 ・ペDESTAL雰囲気温度 ・D/W圧力 ・S/C水温 	ERC配備資料 ERSS ERSS ERSS ERSS	5分程度 リアルタイム
今後の戦略	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(AMGの内容、COP) 	ERC配備資料 COP	5分程度 リアルタイム

例2：EAL42該当の説明時

項目	種別	確認可能手段	タイミング
EAL該当判断	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(該当EALに関する通報文等) 	通報文 ERC配備資料	15分以内 5分程度
関連パラメータ	<ul style="list-style-type: none"> ・即応センター説明者の発話(COP等) ・原子炉水位 ・格納容器雰囲気放射線モニタ指示値 ・D/W圧力 ・S/P水温 ・原子炉圧力(急速減圧の実施) ・主蒸気管トンネル室温度 ・RCIC機械室温度 ・RCIC配管室温度 ・CUW再生熱交換器室温度 ・RHRポンプ機器室温度 ・FCVSに係る弁開閉状態 ・耐圧強化ベントに係る弁開閉状態 	COP ERSS 通報文	5分程度 リアルタイム 15分以内