

# 北海道胆振東部地震に伴う北海道エリア全域に及ぶ大規模停電の検証状況について

関西電力株式会社

経営監査室 技術監査グループ 隅田武男

## 1. はじめに

平成30年9月6日に発生した北海道胆振東部地震に伴い、北海道エリア全域に及ぶ大規模停電（以下「ブラックアウト」という）が我が国で初めて発生した。これに伴い、経済産業大臣より、北海道電力と電力広域的運営推進機関（以下「広域機関」という）に対し、今回のブラックアウトの原因等について検証実施の指示が出され、第三者を交えた中立・公平な立場で客観的なデータに基づき検証を行う「平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会」（以下「検証委員会」という。）が設置された。

平成30年10月25日付で広域機関のホームページに検証委員会による検証の中間報告書が掲載され、事実関係の把握や問題点について概ね明らかにされた。本稿では、私なりの視点から、その内容について紹介する。

## 2. 地震発生時の給電状況

検証委員会の中間報告書によると、地震発生直前の発電機の運転停止状況は表1の通りであった。<sup>1)</sup>

火力発電所の一部は、深夜需要に合わせて停止しており、翌日の需要カーブに合わせて砂川3・4号機、奈井江2号機を順次起動、伊達1号機や音別1・2号機は停

表1 地震発生直前の系統状態（発電機の運転停止状況）<sup>1)</sup>

	供給力		定格 (MW)	出力 (MW)	運転状況	
	機名	燃料				
火力	砂川	3号機	石炭	125	0	11:00並列予定
		4号機	石炭	125	0	14:00並列予定
	奈井江	1号機	石炭	175	61	運転中
		2号機	石炭	175	0	5:30並列予定
	苫小牧	1号機	重原油・天然ガス	250	0	作業停止*1
	苫小牧共同	3号機	重油	250	0	作業停止
		伊達	1号機	重油	350	0
	苫東厚真	2号機	重油	350	76	運転中
		1号機	重油	350	338	運転中
		2号機	石炭	600	556	運転中
		4号機	石炭	700	598	運転中
	知内	1号機	重油	350	96	運転中
2号機		重油	350	0	作業停止	
音別	1・2号機	軽油	148	0	バランス停止	
水力	新冠1・2号機、高見1号機、糠平1号機、足寄1・2号機		361	69	運転中	
	京極1・2号機、高見2号機、糠平2号機		521	0	作業停止	
	その他		-	711	運転中	
	主な風力*3		319	166	運転中	
その他*4		-	344	運転中		
北本連系設備 (北海道側受電最大)		600 (約570)	72	運転中		
需要		-	-	3087		

(表補足)

- \*1 「作業停止」とは、定期検査等により停止した状態
- \*2 「バランス停止」とは、需給バランスで運用上停止した状態
- \*3 中央給電指令所にてテレメータ(遠隔測定)情報を受信している水力・風力
- \*4 「その他」は、需要から火力・水力・主な風力・北本連系設備の合計を差し引いた不明分

止を継続する計画であった。また、火力発電所の出力は、経済性を考慮して苫東厚真を高出力、その他の火力は最低出力としていた。

## 3. ブラックアウトに至った経緯

図1に検証委員会により確認された事象<sup>1)</sup>を示す。図中に示した①～⑰の事象は以下のとおりである。

- ①苫東厚真2・4号機の停止による系統周波数の低下 (地震発生直後)  
40万kW以上の蒸気タービンに法的設置義務がある振動検知装置により、地震に伴うタービン振動が検知され、苫東厚真2・4号機が停止し(発電: ▲約116万kW) 周波数が低下した。
- ②北本連系設備から緊急的に電力を受電  
周波数低下により、北本連系設備の自動周波数制御装置が49.62Hzで動作し、緊急融通が開始した。
- ③周波数の低下による負荷遮断  
負荷遮断を行う周波数低下リレーが動作し130万kWの需要に対する電力供給が遮断された。
- ④周波数の低下による風力の停止  
地震発生直前に17万kWの出力で発電していた風力が周波数の低下に対する機器保護のため停止した。
- ⑤送電線事故に伴う停電および水力の停止  
送電線事故により、道東エリア及び北見エリアが停電(需要: ▲約13万kW)、水力が停止(発電: 水力▲45万kW)した。
- ⑥周波数低下が停止し、回復  
北本連系からの受電量増加に伴い、周波数の低下が46.13Hzで止まり、回復方向に切り替わった。

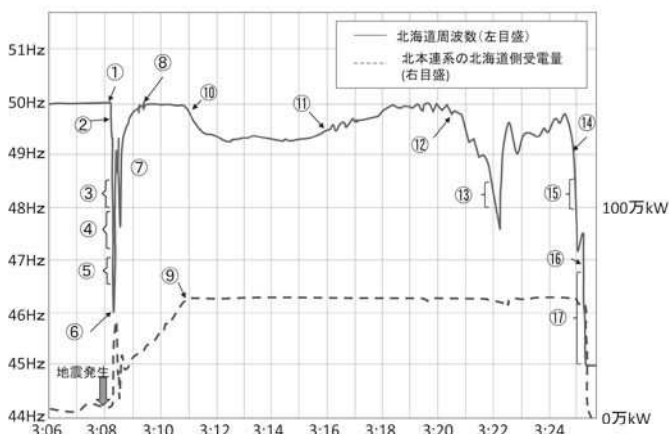


図1 検証委員会により確認された事象<sup>1)</sup>

- ⑦ バランス停止中の水力・火力発電機に起動指令  
中央給電指令所より5時半並列の予定であった奈井江2号機の起動を早めること、停止中の水力発電機、伊達1号機、砂川3、4号機についても起動の指令が出された。
- ⑧ 北本連系設備により周波数が50Hzでバランスした  
北本連系からの受電量は、7万kWから復電に伴う需要量の増加に合わせ徐々に増加し、周波数が50Hzでバランスした。なお、事故後に再閉路（再度送電線をつなぐこと）に成功しており、送電線の潮流から約13万kWの需要が系統に戻っているものと推定されている。
- ⑨ 北本連系設備からの受電量が最大量に到達  
需要増加により受電量が57万kWの最大量に到達し、北本連系設備の周波数調整機能が失われる。
- ⑩ 需要増加により徐々に周波数が低下  
深夜の地震発生直後における部屋の明かりの点灯、テレビによる情報収集のための電力需要の増加に加え、電圧の上昇によって需要が増加した可能性もあると考えられる。
- ⑪ 火力の出力が増加した  
中央給電指令所より、上げ調整ができる電源に対して、全て出力増加の指令を出している。指令により火力の出力が増加し、周波数が50Hzに回復する方向に向かう。
- ⑫ 苫東厚真1号機の出力が低下

図2に苫東厚真1号機の模式図、図3に苫東厚真1号機の脱気器水位およびドラム水位の状況<sup>1)</sup>を示す。苫東厚真1号機は、地震に伴い、タービン振動大による停止は免れたものの、ボイラー管が損傷していた。蒸気がボイラー内に漏洩した量だけ脱気器から蒸気ドラムに送られる給水量が多くなるが、復水器から脱気器へ送られるのは蒸気タービンに送られた水のみである。その結果、図3に示す通り、蒸気漏れ直後から脱気器水位が低下し始めている。

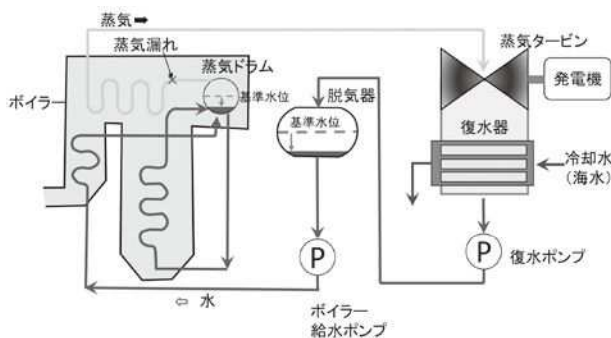


図2 苫東厚真1号機の模式図

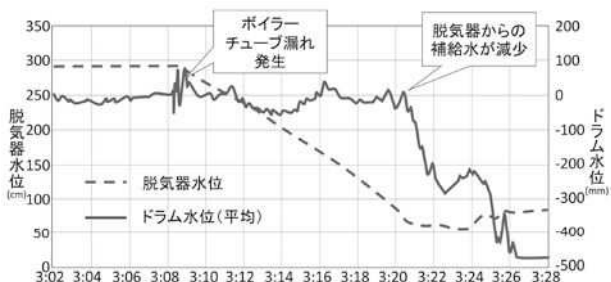


図3 苫東厚真1号機の脱気器水位およびドラム水位の状況<sup>1)</sup>

3:20頃、脱気器水位が50cm程度まで低下するとボイラー給水ポンプが水を蒸気ドラムに送ることができなくなり、蒸気ドラムの水位低下が始まる。このとき運転員は蒸気ドラムの低下（ボイラーの空焚き）防止対策として、蒸気タービンへ送る蒸気量の抑制を実施し、発電機の出力が約20万kW低下した。

- ⑬ 周波数の低下による負荷遮断  
2回目の周波数低下リレー動作により16万kWの負荷が遮断された。これにより、周波数は49.5Hz程度まで回復した。
- ⑭ 苫東厚真1号機が停止  
蒸気ドラムの水位低下により、ボイラーの保護装置が作動し発電機が停止した（発電：▲10万kW）。
- ⑮ 周波数の低下による負荷遮断  
3回目の周波数低下リレーによる負荷遮断（需要：▲6万kW）。残っていたリレーが全量動作した。周波数の回復を見込める量は残っておらず、負荷遮断の限界となった。なお、一度動作した負荷遮断が再送電し、再度負荷遮断していたことを確認。
- ⑯ 周波数低下により火力3基、水力、北本連系設備が運転不能  
周波数低下に対する発電機保護のため知内1号機、伊達2号機、奈井江1号機が停止した。また、同時に周波数低下リレーの動作により水力が停止となり、エリア内の電源がなくなったことから北本連系設備についても停止したものとする。
- ⑰ 北海道エリアがブラックアウトに至った

#### 4. 再発防止策

検証委員会は、シミュレーション結果等を踏まえ、下記の再発防止策を提言している。

- ① 周波数低下リレーによる負荷遮断量35万kWの追加
- ② 京極発電所1、2号機の運転を前提とした苫東厚真発電所3台の稼働
- ③ 京極発電所1、2号機いずれか1台停止時は苫東厚真発電所1号機の20万kW出力抑制又は10分程度で20万kW供給できる火力機等の確保
- ④ 周波数が46.0～47.0Hzに低下した場合にも運転が継続可能な電源の需要比30～35%以上確保
- ⑤ 京極発電所1、2号機いずれか1台が停止した場合の追加対策実施と広域機関による監視

#### 5. おわりに

検証委員会の中間報告を基に一部私見を混ぜて、北海道エリアのブラックアウトの際の事象を紹介した。中央給電指令所および各発電所の操作員は非常に厳しい状況の中、適切な操作を行っていたことがよく分かった。

#### (参考文献)

- ① 平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会 中間報告（2018）

（金材 昭和61年卒 63年前期 平成9年後期）