

本検証委員会により事実認定が行われた地震発生からブラックアウトに至るまでの事象②
(第1回配布資料4-1及び第2回配布資料2-1 審議後編集版)

個 別 事 象

**1. 苫東厚真 2,4 号機停止(発電 : ▲116 万 kW:タービン振動検知) により周波数が急低下した
加えて苫東厚真 1 号機の出力が低下した(発電 : ▲5 万 kW : 推定)**

<確認事項>

苫東厚真 2,4 号機の停止及び 1 号機出力減についてはテレメータ(遠隔測定)の記録から確認。1 号機の出力については、3 時 8 分より苫東 1G の発電端出力と送電線潮流(南早来線+苫東厚真線)の値が 2 倍程度乖離しており、当該発電機の計測異常が疑われるため、送電線潮流値を採用。

苫東厚真 2,4 号機の停止要件については北海道電力からの聞き取りにより確認。なお、苫東厚真 1 号機は、自動停止機能を具備していないことをヒアリングにて確認。

<事実認定>

記録から周波数低下は苫東厚真 2,4 号機停止及び苫東厚真 1 号機によるものとして十分に説明可能であり、ほぼ間違いのない事実と認められる。

2. 北本連系設備から緊急的に電力を受電した

<確認事項>

動作周波数及び動作時間・受電電力については、テレメータ(遠隔測定)の記録を、北本連系設備を管理する電源開発(株)から提供のあったデータでバックチェック。北本連系設備の自動周波数制御装置(AFC)が 49.62Hz で動作したことを確認。

<事実認定>

記録から北本連系設備が動作したことはほぼ間違いのない事実と認められる。

3. 周波数の低下により負荷遮断を行った(需要 : ▲130 万 kW)

<確認事項>

需要規模に対して非常に大きな供給力が失われたことにより、稀頻度事故時のみ動作する周波数低下リレー(UFR)が動作している。北海道電力から 48.5Hz で 0.1 秒から 21 秒、48.0Hz で 0.1 秒から 6 秒の時限で周波数低下リレー整定値が設定されていることを確認。UFR の負荷遮断量は変電所の負荷量にて確認。なお一部負荷(6 万 kW)は設定のミスにより再度送電(自動)されたことをヒアリングにて確認。

<事実認定>

周波数の低下に伴い、北本 AFC 動作後に UFR の時限がスタートし、順次負荷遮断が動作しており、計 130 万 kW の負荷遮断が行われていることはほぼ間違いのない事実と認められる。

4.周波数の低下により風力が停止した(発電：風力▲17万kW)

<確認事項>

風力の停止についてはテレメータ（遠隔測定）の記録から確認。ただし、風力▲17万kWの確認できた北海道から受領した特高連系のみの積み上げ。高圧以下は確認できない。

<事実認定>

記録から地震直前に17万kWの出力で発電していた風力が停止したことについてはほぼ間違いのない事実として認められる。

5.狩勝幹線、新得追分線、日高幹線の送電線事故により、道東エリア及び北見エリアが停電(需要：▲約13万kW)、水力が停止した(発電：水力▲37万kW(その他送電線事故等を含め北海道全体で43万kW))

<確認事項>

送電線事故は狩勝幹線、新得追分線、日高幹線の送電線事故による停止を確認。巡視の結果、停止した全ての回線において同様なアーク痕が確認されており、その原因はジャンパー線と架線金物の接近による地絡事故と考えられる。送電線の事故により道東エリア及び北見エリアは周波数が上昇。これに伴い発電機が停止し道東エリア及び北見エリアが停電した。UFR動作後に残っていた13万kW（送電線潮流からの推定値）の需要が停電したことについてテレメータ（遠隔測定）で確認。加えて北海道全体で水力43万kWが停止していることをテレメータで確認。

<事実認定>

中給やオシログラフの記録、アーク痕などから各送電線で地絡事故があったことはほぼ間違いのない事実として認められる。また、送電線事故により道東エリア等が単独系統となり、周波数上昇により水力が停止したことはほぼ間違いのない事実として認められる。

6.周波数の低下が46.13Hzで止まり、回復方向に切り替わった

<確認事項>

水力発電所の多くは46.0Hzでリレーが動作することを確認しており、周波数がいくつまで下がったかを正確に確認する必要がある。このため、20ミリ秒（0.02秒）単位で記録した中給データにより確認を行い、46.13Hzが下限であることを確認。

<事実認定>

周波数の下限が46.13Hzであったことは、記録からほぼ間違いのない事実として認められる。

7.中央給電指令所よりバランス停止中の水力・火力発電機に起動指令を行った

<確認事項>

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号機についても中給から起動の指令が出ていることが中給指令の記録で確認した。なお、限られた時間の中で立ち上げを試みたが一部を除き立ち上がる前にブラックアウトになっている。なお、バランス停止中の水力は起動指令が出ていたが、一時的に周波数が回復したことから、自動的に起動指令が解除された。

<事実認定>

記録から中給からの指令により、バランス停止の水力・火力について起動指令を出されていることは、ほぼ間違いのない事実と認められる。

8.北本連系設備の AFC 機能により周波数が一時的に 50Hz でバランスした

<確認事項>

北本連系設備からの受電量は道内の系統が不安定であったため、直流から交流への変換（転流）が数秒間できなかつたが、すぐに正常動作に戻り、需要規模を支えるためには十分であったため7万kWから道内受電量最大の57万kW（+約50万kW）まで徐々に増加している。北本連系設備の受電電力の頭打ちと周波数安定の時間の相関が確認できる。

<事実認定>

少なくとも北本連系設備が需給をバランスさせた状態であったことは、ほぼ間違いのない事実と認められる。

9.狩勝幹線、新得追分線、日高幹線ほかの事故復旧（自動）により道東エリアが復電した

<確認事項>

事故後に再閉路（再度送電線をつなぐ）に成功しており、これは自動で行われていることを中給の状変記録から確認。これにより、送電線の潮流から約13万kWの需要（道東と北見エリアの水力が停止していることから純粋な需要と推定）が系統に戻っている。なお、需要についてはどの程度回復したのか推計の域を出ないものである。

<事実認定>

記録から再閉路が行われたことについては、ほぼ間違いのない事実と認められる。また需要が戻ったことについては、実潮流があることから需要が増加したことまでがほぼ間違いのない事実と認められる。

10. 需要増加により徐々に周波数が低下した

<確認事項>

電力の需要は計測していないため、周波数が安定していれば発電所の出力を需要とみなしている。このため周波数低下が生じた場合は、需要が増加したと考えるのは妥当である。需要について推定した結果、需要が北本の出力増以降もさらに増加しているように見える。特に地震直後は部屋の明かりの点灯、テレビによる情報収集のため電力需要が増加したと考えられるのではないか。

<事実認定>

一般論として深夜地震後は需要が増加すると推察される。これにより周波数低下の要因が説明できるが実際に測定したデータがないことから、需要増加により周波数が低下した可能性があると認められる。

11. 中央給電指令所の指令により火力の出力が増加した

<確認事項>

中給指令の記録を確認したところ、伊達2号機については中給から出力増加を指令。奈井江1号機については中給から現地に指令。知内1号機についても中給の制御から外れていたため確認したところボイラー不安定のため、出力が増加できないことを確認していた。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。

<事実認定>

中給指令の記録、テレメータの記録から中給指令による火力の出力増加はほぼ間違いのない事実と認められる。

12. 苫東厚真1号機の出力が低下した(発電：▲20万kW 推定 3:20～3:23)

<確認事項>

苫東厚真1号機の出力低下については中給のテレメータで確認。北海道電力の発表にあった1号機のボイラー管損傷については、出力低下にどのような影響を与えたか、その他出力低下の原因となる故障がなかったかなどについては、引き続き確認が必要。

<事実認定>

苫東厚真1号機の出力低下については記録からほぼ間違いのない事実と認められる。

13. 周波数の低下により負荷遮断を行った(需要：▲16万kW)

<確認事項>

2回目の周波数低下リレーによる負荷遮断についてもリレーの整定値に従い動作していることを確認した。遮断量は16万kWとなり、49.5Hz程度まで上昇したことを確認。

<事実認定>

記録から周波数低下リレーによる負荷遮断はほぼ間違いのない事実と認められる。

14. 苫東厚真1号機停止(発電：▲10万kW 推定 3:24～3:25) したため再び周波数が低下した

<確認事項>

苫東厚真1号機は状態記録で3:25に停止したことを確認。停止の理由についてはドラム(ボイラー内にある水と蒸気を分離する装置)の水位との見解を北海道電力からヒアリングで確認した。

<事実認定>

記録から苫東厚真1号機の停止についてはほぼ間違いのない事実と認められる。

15. 周波数の低下により負荷遮断を行った(需要：▲6万kW)

<確認事項>

3回目の周波数低下リレーによる負荷遮断。残っていたリレーが全量動作したことを確認。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。

<事実認定>

動作の記録からもほぼ間違いのない事実と認められる。

16. 知内1号機、伊達2号機、奈井江1号機が停止した(発電：▲34万kW)

<確認事項>

状態の記録では過励磁となっている、ただし、過励磁は周波数の低下により発生しており、火力発電所3基が停止。

<事実認定>

動作記録から、周波数低下により火力3基が停止したことはほぼ間違いのない事実と認められる。

17. 周波数の低下により水力(主に46Hz以下)等が停止するとともに北本連系設備が運転不能となった

<確認事項>

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考えるが、16、17の事象については前後関係の順番がタイムスタンプ通りとは必ずしも言えない。

<事実認定>

動作記録から、火力3基が停止したほぼ間違いのない事実と認められる。ただし火力3基、水力、北本という順番であったかについては十分な根拠がないことからこの順番だった可能性があるということに留まる。

18. 北海道エリアがブラックアウトに至った