

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
(案)

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

<確認事項>

苫東厚真 2,4 号機の停止については、テレメータ（遠隔測定）の記録から確認。苫東厚真 1 号機の出力については、3 時 8 分より苫東厚真 1 号機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 号機については、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、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 UFR の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）については、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、北本連系設備の自動周波数制御装置（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については、確認できた北海道電力から受領した特高連系のみ積み上げ。高圧以下については、確認できない。

<事実認定>

記録から、地震発生直前に17万kWの出力で発電していた風力が地震発生直後に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。

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は、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たことを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。また、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）が数秒間できなかったが、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こと）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（電力設備の運転状態の記録）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。これは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。

<事実認定>

一般論として、深夜の地震発生後は需要が増加すると推定される。併せて、電圧上昇による需要増加の影響もあると推定される。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考えられる。

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。地震の影響により、ボイラー管が損傷するとともに、ドラムへの給水系統の一部である脱気器水位調節器の動作不良が発生したため、ドラムへの給水量が低下し、ドラム水位が激減した。なお、このとき運転員は発電機の停止防止対策として、微粉炭機の停止および蒸気タービンへ送る蒸気量の抑制を実施した。これらにより出力が低下した。

<事実認定>

苫東厚真1号機の出力低下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 号機が停止(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 時 25 分に停止したことを確認。停止の理由については、ドラムの水位低下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 号機が 3 時 25 分に停止したこと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>

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。

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>

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>

記録から、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。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