

が動作し 130 万 kW の負荷遮断を行った。これとほぼ同時に周波数低下の影響により 17 万 kW の風力が停止した。

また、地震発生直後には狩勝幹線他 2 線路において地震の揺れによる地絡事故が発生し、道東エリア等が一時的に単独系統となった（約 1 分後に事故は復旧し単独系統は解消）。この単独系統により道東エリア等では供給力が需要を上回ったため周波数が上昇し、37 万 kW の水力が停止し（全道では 43 万 kW の水力が地震の影響により停止）、道東エリア等が一旦全停した。

これらの事象が発生した結果、周波数は 46.13Hz で下げ止まり急回復し、北本連系設備は周波数を適正に維持するために融通量の自動調整を行い、周波数低下開始から約 1 分後には周波数がほぼ 50Hz まで回復した。

一旦 50Hz まで回復した周波数は 3 時 11 分頃から需要の増加により低下を開始した。これに対し、並列中の火力の増出力を行ったが周波数の安定を保つことはできなかった。

このため、地震発生直後の周波数低下では継続時間が短かったために動作せず残っていた UFR が全て動作しても、その後の苫東厚真 1 号機の出力低下及び停止による周波数低下を防ぎきれず、次々と火力、水力、北本連系設備が停止しブラックアウトに至った。

第 4 章 再発防止について

2. 地震発生からブラックアウトに至るまでに発生した事象の原因を踏まえた対策（ブラックアウト対再発防止策）（p57）

（1）基本的な考え方

第 2 章 8. で述べたとおり、地震発生からブラックアウトに至るまでの事象については、主として、苫東厚真 1・2・4 号機の停止（N-3）に加え、狩勝幹線他 2 線路の送電線事故（N-4）に伴う水力の停止により周波数制御機能（主に AFC）が喪失したことが複合要因となり、発生したものと考えられる。

なお、シミュレーションによる確認の結果、地震発生時と同じ需給バランス状況において、大規模揚水発電機（京極発電所 1、2 号機）が 2 台運転可能な状態であれば、地震発生に伴う事象（苫東厚真発電所 1 サイト脱落、勝狩幹線他 2 線路の送電線事故（N-4）に伴う水力の停止等）が発生しても、ブラックアウトに至らなかったと考えられる。また、大規模揚水発電機（京極発電所 1、2 号機）が 2 台停止していても、狩勝幹線他 2 線路の送電線事故（N-4）に伴う水力の停止が発生しなかった場合は、ブラックアウトに至らなかったと考えられる。

中間報告の段階で主要な事象はほぼ解明できたと言えたが、シミュレーションによる確認も行った結果、現時点で、主要な事象は解明できたと言える。

したがって、地震発生からブラックアウトに至るまでに発生した事象の原因を踏まえた対策についての基本的な考え方は、以下のとおりである。

- ・現在の設備形成上のルールでは、N-2 故障（発電機 2 機、又は送電線 2 回線の同時故障）以上の稀頻度リスクに対して一定の停電を許容しており、国際的に見ても、N-1（電力設

備の単一故障)の考え方に多少の差異はあるものの、N-2以上の事象については運用において連鎖的な停電を防ぐことが原則となっている(すなわち、停電は許容するが運用によりブラックアウトは極力回避すべき)。

- ・北海道電力の設備形成については、現在の設備形成上のルールに照らし、不適切な点は確認されず、また、北海道電力の運用についても、検証の結果、事前に想定していた運用対策も含め、必ずしも不適切であったとは言えない。
- ・しかしながら、今回の事象を踏まえ、今後、ブラックアウトを極力回避するため、停電発生リスクや発生時間を低減する運用上の対策を検討し実施する必要があると考えられる。
- ・運用上の対策として、まずもって当面(今冬)の早期対策、その上で中長期的な対策を講じる必要があると考えられる。
- ・また、運用上の対策ではブラックアウトの回避が困難である場合があり得ることから、運用上の対策の検討と並行して設備対策を検討し、運用上の対策の検討結果を見極めた上で、必要に応じ実施する必要があると考えられる。
- ・なお、とりわけ、北海道エリアの最大規模発電所の全発電機同時脱落の超稀頻度リスク対応を想定した、ブラックアウトを極力回避するために必要な運用上及び設備形成上の中長期的な対策については、技術的観点からは実施が望ましいと考えられるが、今後、国等において、経済性等を含む総合的な観点からの検討・検証が行われる必要があると考えられる。

(5) 北海道エリアにおける設備形成上の中長期対策

(ア) 北本連系設備の更なる増強等(p120)

シミュレーション結果を踏まえると、新北本連系設備が運転開始すれば、一定の留保を解消するための所要の対策の実施を前提として、今回の事象は相当回避できた可能性が高いと考えられる。

一方、新北本連系設備の必要性の一つに挙げられているとおり、既存の北本連系設備は30万kW×2極(計60万kW)で構成されているが、設備点検時には30万kWでの運用となる。また、北本連系設備の設備更新に伴い30万kWでの運用が長期に及ぶ可能性もある。

他のエリアと直流のみで連系している北海道の地理的特性を考えれば、ブラックアウトを起さないためには、技術的には北本連系設備の更なる増強等が安定供給を確保する観点から有益であることは言うまでもない。

したがって、北海道エリアの今後の再生可能エネルギー導入拡大と中長期的な供給力・調整力を安定的な確保を両立させるため、ひいてはブラックアウトの再発防止のためには、新北本連系設備の整備の着実な実施に加え、既存の北本連系設備の自励式への変更、あるいは新北本連系設備整備後の北本連系設備の更なる増強の是非を早期に検討する必要があると考えられる。

(イ)発電設備や送電設備の対策(p122-123)

今回の地震による苫東厚真発電所1号機(定格出力35万)のボイラー管損傷が発生し、同発電機は9月6日3時20分から出力低下し始め、3時25分に停止に至った。

また、9月6日3時8分、送電線事故が狩勝幹線、新得追分線、日高幹線の送電線事故(N-4)により、道東エリア及び北見エリアが停電し、水力発電機37万kWが停止した。その原因はジャンパー線と架線金物の近接による地絡事故と考えられる。

発電設備や送電設備の設備保全については、検証委員会の検証対象ではないが、主として苫東1、2、4号機の停止(N-3)に加え、狩勝幹線他2線路の送電事故(N-4)に伴う水力の停止により周波数制御機能(主にAFC)が喪失したことが複合要因となり、ブラックアウトが発生したことから、ブラックアウトの再発防止のため、北海道電力においては、関連する規制への適合性等の総点検を踏まえて、中長期的な対策の検討を行っていく必要がある。

これについて、電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめにおいて、N-4送電線事故発生時の検証の結果、北海道エリアについては、今般、27.5万V以下の電圧領域においてN-4事故が発生したことを踏まえ、検証委員会や第2回電力レジリエンスワーキンググループの検証・議論において北海道電力により、重要変電所近傍においける送電線の稠密地帯等において、適切な再発防止策を検討する必要があるとされており、エリア内の重要変電所と隣接する送電線も含めて必要な対策を講じることで「ブラックアウトに至らない」と評価された。

また、電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめにおいて、苫東厚真発電所で発生した設備故障に関しては、苫東厚真発電所1、2号機で発生したボイラー管の損傷、4号機で発生したタービン軸受付付近での火災については、今回の地震は、一般的な地震動(5程度)を超えているところ、「著しい供給支障が生じないよう、代替性の確保、多重化などにより、総合的にシステムの機能が確保されること」という基準を踏まえ、ルールに照らして、不適切な点は無かったと評価できるとされた。

検証委員会の検証対象ではないが、N-4送電事故については、北海道電力により重要変電所の近傍における送電線の稠密地帯等において、適切な再発防止策を検討する必要があると考えられる。

電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめにおいて、取りまとめ後に即座に実行に着手する「緊急対策」の一つとして、検証委員会の中間報告で提言された北海道における大規模停電(ブラックアウト)の再発防止策(上記対策を含む。)が揚げられている。

また、電力レジリエンスワーキンググループ中間取りまとめにおいて、以下の評価がなされている。

- 苫東厚真発電所では、地震の震動による過大な応力等により、ボイラー管の損傷やタービン軸受付付近での火災が発生した。苫東厚真発電所において一般的な地震動を超える強い地震動(震度6弱)を観測していることから、当該考え方の関係において、これらの設備に求められる耐震性については問題があったとは言えない。さらに、後述のとおり、苫東厚真発電所は火力発電所の耐震設計規程(日本電気協会規格JEAC3605、以下同じ。)や建築基準法等に準拠した

設計となっており、確保すべき耐震性を有していたと考えられる。

- 苫東厚真発電所で発生した設備事故に関しては苫東厚真発電所 1、2 号機で発生したボイラー管の損傷、4 号機で発生したタービン軸受付近での火災については、今回の地震は、一般的な地震動（震度 5 程度）を超えているところ、「著しい供給支障が生じないように、代替性の確保、多重化等により、総合的にシステムの機能が確保されること」という基準を踏まえ、ルールに照らして不適切な点はなかったと評価できる。
- 今般、27.5 万 V 以下の電圧領域において N-4 事故が発生したことを踏まえ、検証委員会や第 2 回電力レジリエンスワーキンググループの検証・議論において、北海道電力により重要変電所の近傍における送電線の稠密地帯等において、適切な再発防止策を検討する必要があるとされており、エリア内の他の重要変電所と近接する送電線も含めて必要な対策を講じることで「ブラックアウトに至らない」と評価した。

以 上