

ブラックアウト後から一般負荷送電までの 復旧状況について

2018年10月9日

- 本日の検証では、平成30年北海道胆振東部地震により発生した北海道電力管内のブラックアウトについて、ブラックアウト後から一般負荷送電までの復旧状況について、「停電の早期解消」の観点から検証していく。

- このため、

- ブラックアウト後から一般負荷送電までの復旧状況
- ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況

について、北海道電力からの聞き取りに加え、状態変化ログ等により時系列に整理するとともに、広域機関において客観的に評価した。

- 検証のポイントは、以下のとおり

- ブラックアウト後から一般負荷送電までの復旧状況

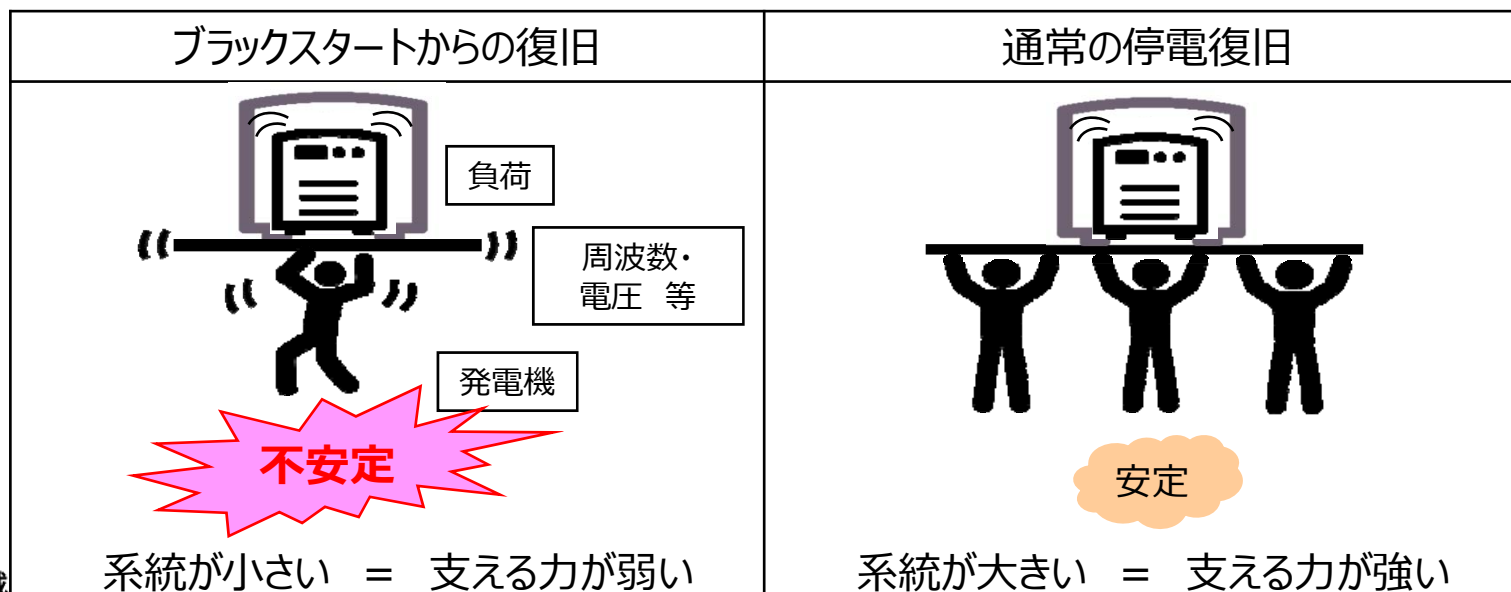
- 手順書どおりに復旧を進めたか、
手順書と異なる手順を行った場合、その理由は何か、また妥当であったか。
- 復旧に時間がかかりすぎていないか。
 - ・ 1回目のブラックスタートが失敗しているが、その理由は何か。
また、失敗が無ければ、復旧は早まっていたか。
 - ・ 北本連系設備からの受電は、もっと早くできなかったのか。

- ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況

- 手順書の準備状況と訓練の実態はどうか。

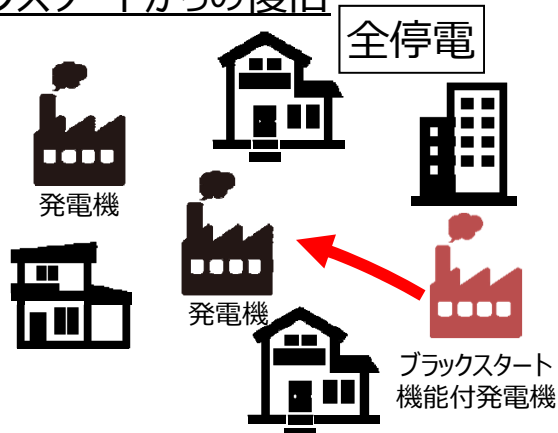
■ ブラックスタートからの復旧について

- ブラックスタートとは、ブラックアウトの状態から、外部電源より発電された電気を受電することなく、停電解消のための発電を行うことを言う。
- 系統全体に電力を供給するためには、大型の火力発電機が必要となる。その火力発電機を起動するためには、その発電所の所内機器（給水ポンプやファンなど）を運転する必要があり、これらを運転するためには、ある程度大きな電力の供給が必要（スライド5参照）。
- ただし、それら所内機器の負荷は大きいため、これら機器を運転した際に、電力系統が安定でないと、周波数や電圧が大きく変動し、ブラックアウトに戻ってしまう可能性がある。
- 通常（電力系統にある程度の電力がある場合）は、その大きな電力は電力系統から安定的に供給されることになる。しかしながら、ブラックアウトの状態では、電力系統に電力がないことから、一から安定な電力を作る必要がある。



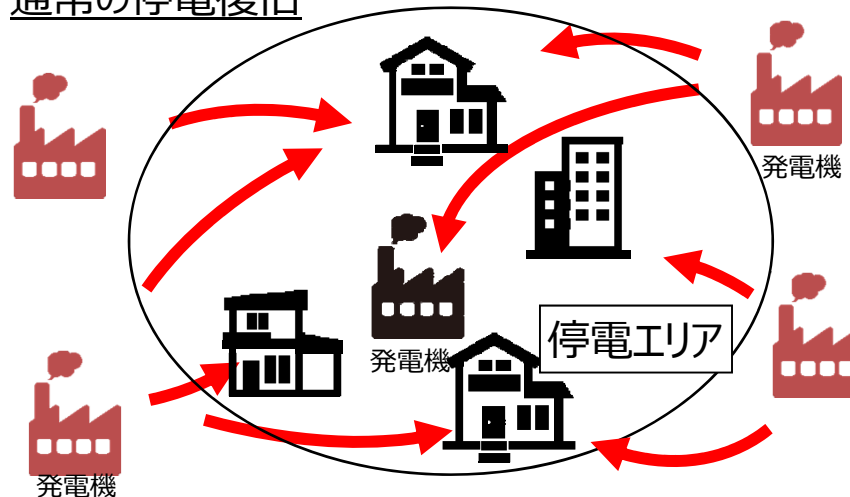
- そこで、ブラックスタートからの復旧には、まず、火力発電所の所内機器に電力を供給できる程度の発電機を、さらに小さい電源で起動することとなる。これら発電機を複数台用意してから初めて、火力発電所の所内機器への電力供給が可能となる。
- なお、火力発電所に電力を供給するために、まず送電線に電力を送電するが、電気が流れていない状態から送電線に電力を送電した際には、電圧が高くなり、機器を損壊させるおそれがある。このため、電圧を常に監視・調整しながら、復旧を進めることとなる。ただし、ブラックスタートからの復旧は、通常とは異なり、電圧を調整する機器が少なく、電圧変動も大きくなりやすいことから、注意が必要。
- 火力発電所が起動し系統に並列した後は一般負荷への電力供給となるが、一度に多くの電力を供給すると、需要と供給のバランスが崩れて周波数が変動し、ブラックアウトに戻ってしまう可能性がある。よって、一般負荷への電力供給も、中央での監視・指示のもとで少しずつ行うこととなる。この際、電圧の監視・調整も必要。

ブラックスタートからの復旧



- ・ブラックスタート機能が付いた一部の発電機から、少しずつ周囲の発電機を起動させる。
- ・系統が極めて小さく、少しの動揺で系統が大きく変動し不安定。

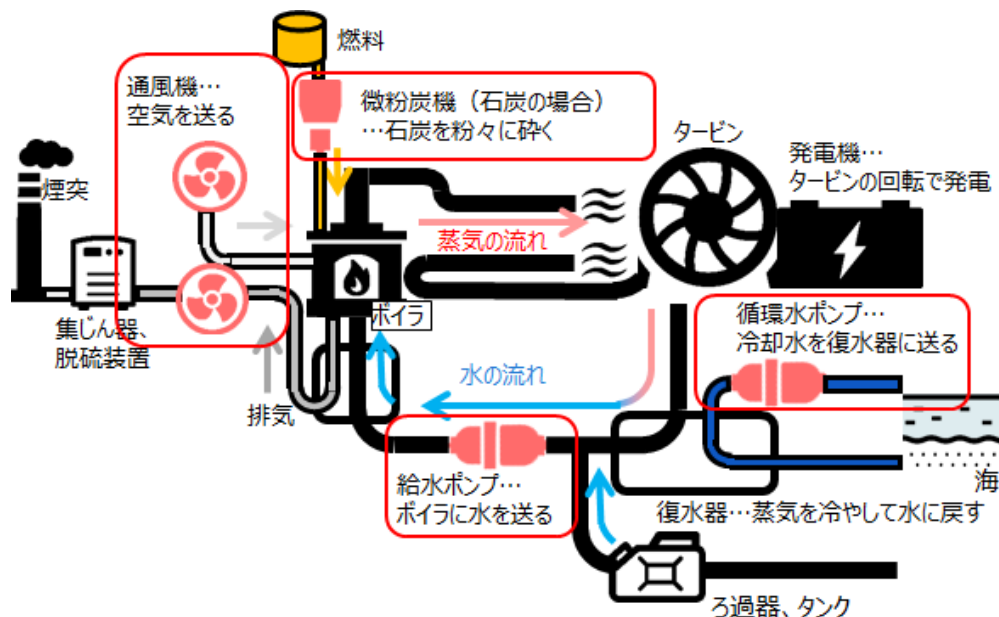
通常の停電復旧



- ・外部からの電気で発電機が起動できる。
- ・外部から系統を支えてもらい安定的に復旧。

■ 補機（発電機起動のための所内機器）に必要な電力：

発電機の起動には、所内機器（通風機、ポンプ、微粉炭機等）へ電力供給が必要であり、特に、その始動時には定格時より大きな電源が必要となる。



補機の始動電流負荷/定格負荷[kVA](一例)

発電所 補機名	砂川		奈井江	知内	伊達	
	3号	4号	1,2号	1号	1号	2号
押込通風機	-	3800 /470	3800 /560	22300 /3050	16500 /2400	17400 /2580
誘引通風機	4900 /700	3800 /610	4900 /850	-	-	-
ガス再循環通風機	-	-	-	22900 /2700	8700 /1250	-
ガス混合通風機	-	-	-	-	3100 /410	4400 /650
電動ボイラー給水ポンプ	10900 /1450	6100 /2500	11100 /1750	29600 /3650	17300 /2580	17200 /2550
循環水ポンプ	-	3300 /470	3200 /540	17800 /1900	11100 /1530	1110 /1550
取水ポンプ	8200 /850	-	3000 /360	-	-	-
微粉炭機	4000 /450	4600 /450	3300 /470	-	-	-

■ 保安用所内電源：

保安用電力は、人命および施設を保護するために必要な最小限度の電力。
保安用の所内電源の出力は、補機の運転に使用するには小さい。

発電所	砂川	奈井江	知内	伊達	
非常用電源 出力×台数	240kW×2台	280kW×1台	600kW×1台	520kW×1台	640kW×1台

■ ブラックアウト後から一般負荷送電までの復旧状況

復旧の概要

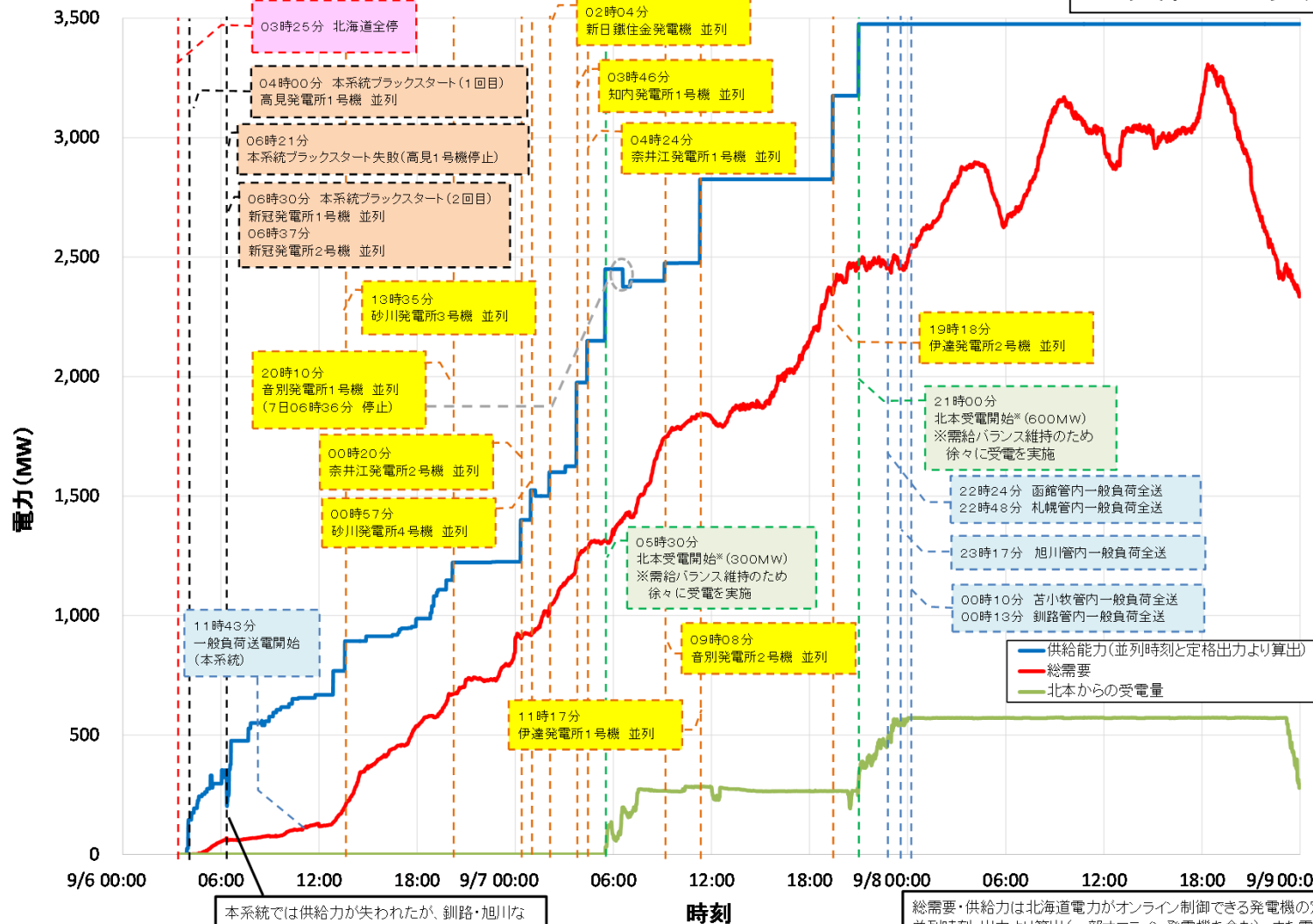
- ブラックスタート1回目
 - ブラックスタートの対象発電機を起動。
 - 火力・原子力発電所につながる基幹送電線（187kV、275kV）に送電。
 - 泊発電所の主要変圧器に送電したところ、南早来および北新得変電所の分路リアクトル（電圧を低下させる機器）や送電線が停止し、ブラックスタートした発電機が停止。
- ブラックスタート2回目
 - 1回目に使用した発電機とは異なるブラックスタートの対象発電機を起動。
 - 火力・原子力発電所につながる基幹送電線（187kV、275kV）に送電。
 - 泊発電所の所内機器へは、1回目に使用した回線・変圧器は使用せず、隣接回線や予備変圧器にて供給。
 - 順次、火力発電所の所内機器へ電力を供給し、火力発電機を起動。
 - 火力発電機がある程度運転（負荷へもある程度電力を送電）した時点で、北本連系設備からも電力を受電。
 - 発電機の運転、系統の拡充、一般負荷への電力供給を順次実施。

■ 系統の復旧状況（総需要の推移）は、以下のとおり。



ブラックスタートからの復旧に係る時系列の整理

資料1-2参照



本系統では供給力が失われたが、釧路・旭川などの単独系統ではブラックスタート継続中

総需要・供給力は北海道電力がオンライン制御できる発電機の定格・並列時刻・出力より算出 (一部オフライン発電機を含む)。また需要は過去実績に基づいた補正を行っている。

- 手順書どおりに復旧を進めたか

(検証ポイント①)

「系統全停時の復旧方針と解説」(北海道電力) (以下、手順書) をもとに、以下の点を検証する。

- 手順書どおりに復旧を進めたか
- 手順書と異なる手順を行っている場合、その理由は何か、また妥当であったか

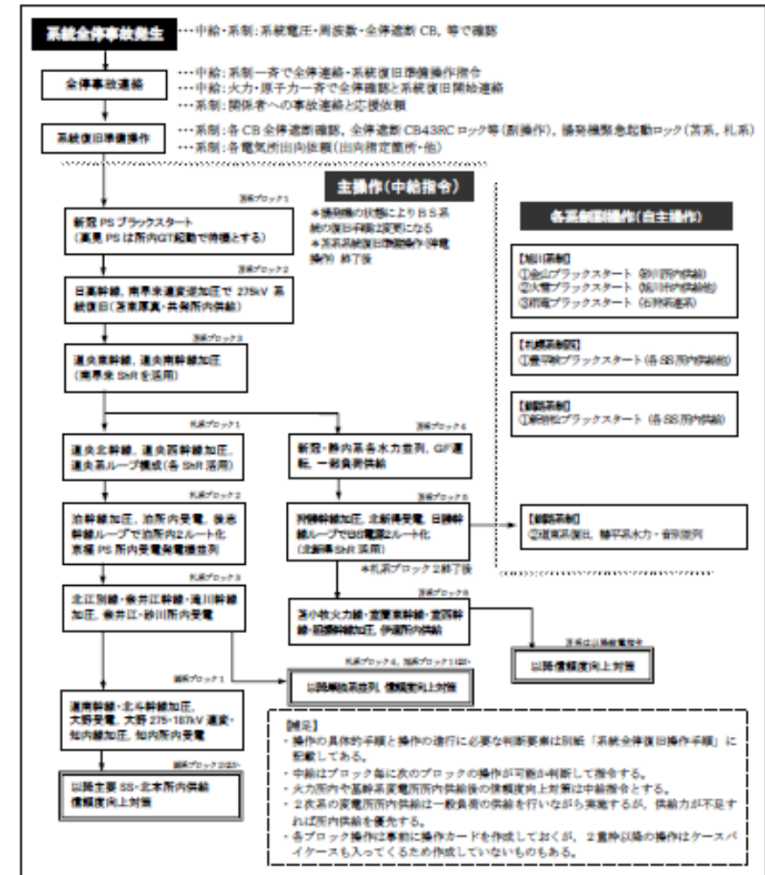
手順の概要

- ブラックスタート対象発電機の状態を踏まえ、発電機の起動順位をパターン化 (全7パターンを準備) 系統安定化のため、揚発機2台による復旧を基本
- ブラックスタート後の系統復旧優先順位の明確化 火力・原子力発電所の保安用所内電源確保と早期の系統への再並列を目的に、操作ステップの少ない275kV系統から実施

など

負荷供給について

- 中給は、発電機並列等の状況から供給力を算出し、供給支障の解消を系統制御所 (系制) に指令
- 系制は、ブラックスタートシステムの負荷供給による周波数・電圧変動を考慮しおよそ3,000kW単位で送電



「系統全停時の復旧方針と解説」(北海道電力) より一部抜粋

- 復旧手順の確認（詳細は、資料1-3「ブラックスタートからの復旧手順詳細」を参照）
- 復旧手順が手順書どおりであるかを確認し、手順書と異なる場合は、その理由と妥当性を評価

ブラックスタート 1回目と2回目で違う操作を行った項目、手順書との違い

	1回目	2回目	理由
ブラックスタート 対象発電機	高見 1号機 (手順書どおり 優先順位は低い)	新冠 1号機 新冠 2号機 (手順書どおり 1回目と異なる手順)	新冠発電所をブラックスタートの主な起点としていたが、同発電所での 所内電源の故障により、1回目は、高見発電所を起点としたブラックス タートを実施。
(追加発電機)	春別 1号機 東の沢 1号機 下新冠 1号機	静内 2号機	2回目は、新冠発電所の故障が復帰し、使用可能状態となったため、 新冠発電所を起点としたブラックスタートを実施。
道央系 ループ構成	道央東幹線 1号線 道央南幹線 1号線 道央西幹線 1号線 道央北幹線 1号線 (手順書どおり)	<u>苫小牧火力線、 室蘭東幹線を通じて、 室蘭変電所に送電</u> 道央東幹線 1号線 道央南幹線 1号線 道央西幹線 2号線 道央北幹線 1号線 (手順書どおり)	故障が発生した機器・送電線の使用は、再度、事故が発生する可能 性があるため、他の機器・隣接回線を使用。 南早来変電所の電圧を低下させる機器が使用できなくなり、室蘭変電 所の機器を代替使用するため、室蘭変電所送電を追加実施。
泊発電所 所内電力受電	1号起動変圧器 2号起動変圧器 3号主要変圧器 3号予備変圧器 (手順書どおり)	1号起動変圧器 2号起動変圧器 3号予備変圧器	3号機の所内電源は、3号主要変圧器と3号予備変圧器で受電す ることとしているが、1回目のブラックスタート失敗を受けて、2回目は3号 予備変圧器のみで所内電源を供給。 1回目は、3号予備変圧器に送電前に、高見発電所が停止。

ブラックアウト後から一般負荷送電に至るまでの復旧状況について

1. 手順書どおりに復旧を進めたか（1回目、2回目のブラックスタート）

<確認事項>

- 復旧手順は、おおよそ手順書のとおりを実施されている。
- ブラックスタートの起点である新冠発電所が、ブラックアウト時点では所内電源の故障により、すぐには使用できなかったため、起動可能であった高見発電所から、手順書に従い、ブラックスタートを実施した。
- 2回目のブラックスタートは、現地確認で起動可能となった新冠発電所から復旧を開始し、1回目の失敗の反省も活かしながら、ほぼ手順書どおり、系統復旧を実施した。
- 1, 2回目とも復旧の早期段階で、手順書どおりに泊発電所に電力を供給した。
- 苫東厚真火力発電所の復旧にあたっては、ボイラーの損傷していない4号機の起動を試みたが、タービン軸付近で発火したため、4号機の復旧は中止した。なお、砂川火力発電所については、苫東厚真4号機の対応と並行して復旧を実施。

<評価>

- 一部手順書と異なっている箇所があるが、2回目のブラックスタートにおいては、1回目のブラックスタート失敗時の事故機器を回避するなど、その復旧手順は妥当であると言えるのではないかな。
- 泊発電所と同様に、他の火力発電所にも早期に電力を供給しており、保安用所内電源の確保のために早期に電力を供給することは、概ね妥当であると言えるのではないかな。

- 復旧に時間がかかりすぎていないか

- 「復旧に時間がかかりすぎていないか」との観点で確認を行い、時間を要したと思われる以下の2つの事象について、検証を実施。
 - ブラックスタート1回目の失敗
 - 検証ポイント②：ブラックスタート1回目の事象について
 - 北本連系設備からの受電量増（+30万kW）の遅れ
 - 検証ポイント③：北本連系設備からの受電のタイミングについて

■ ブラックスタート1回目の事象について

(検証ポイント②)

▶ ブラックスタート 1 回目の概要

- ブラックスタート対象発電機を起動（※）。

※ 高見発電所1号機を使用した理由は、スライド13を参照

- 火力・原子力発電所につながる基幹送電線（187kV、275kV）に送電。

- 泊発電所の主要変圧器に送電したところ、南早来および北新得変電所の分路リアクトルや送電線が停止し、ブラックスタートした発電機が停止。

検証内容：プロセス全体として、復旧作業が迅速かつ適切に行われていたか

ブラックスタート発電機が停止に至るまでの状況

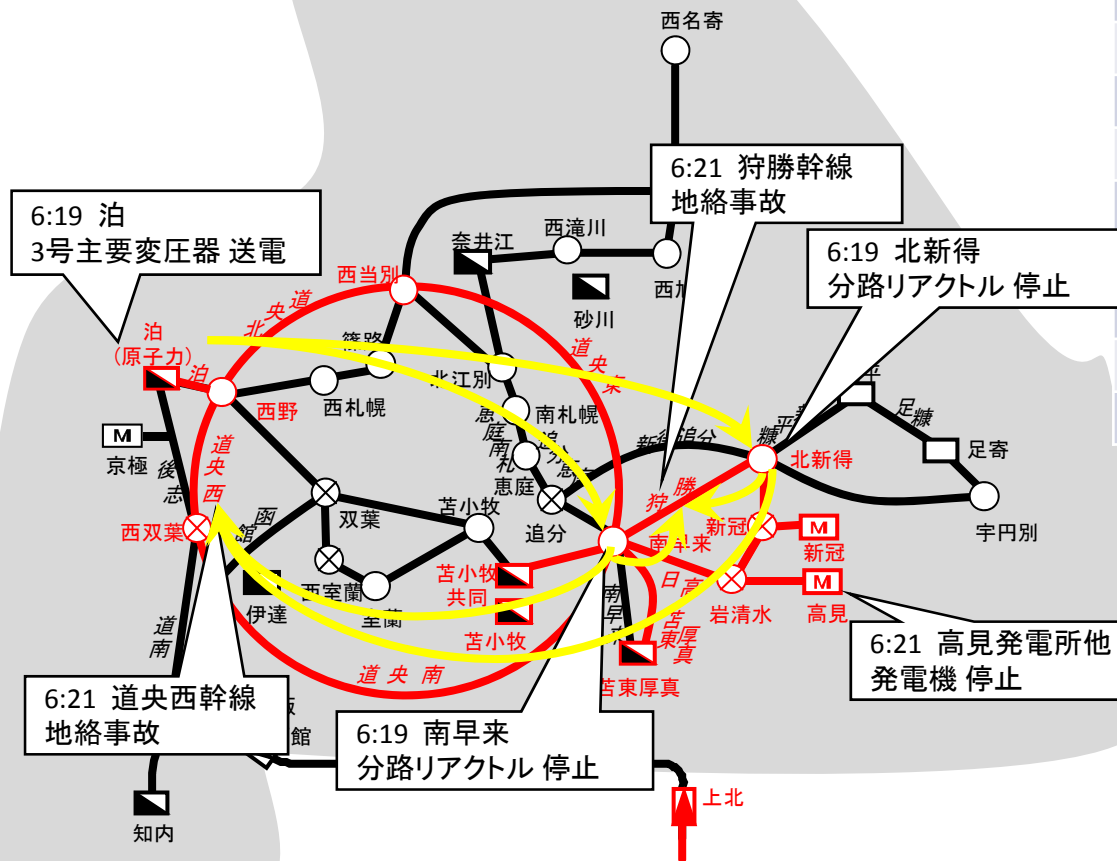
- 1回目のブラックスタートでは、高見発電所で発電機の運転（※）を開始(4:00)した後、手順書に則り、火力、原子力発電所の保安用所内電源や発電機を起動するための所内機器への電源確保に向けて復旧を進めていたが、泊発電所で3号主要変圧器に送電した(6:19)後、わずか2分間でブラックスタート発電機が停止した(6:21)。
 - ※ 高見発電所1号機を使用した理由は、スライド13を参照
- その2分間では以下の事象が発生し、ブラックスタート発電機が停止した。
 - 6:19 泊発電所で3号主要変圧器に送電した際に大電流（励磁突入電流）が流れた。
 - 6:19 泊発電所での大電流の影響により、南早来変電所と北新得変電所で分路リアクトルが停止した。
 - 6:21 両変電所での分路リアクトル停止後の電圧上昇により、道央西幹線と狩勝幹線で地絡事故が発生した。
 - 6:21 地絡事故の影響により、高見発電所他で異常な電流を検知して発電機が停止した。

詳細は、シミュレーション等が必要

検証ポイント②：ブラックスタート1回目の事象について

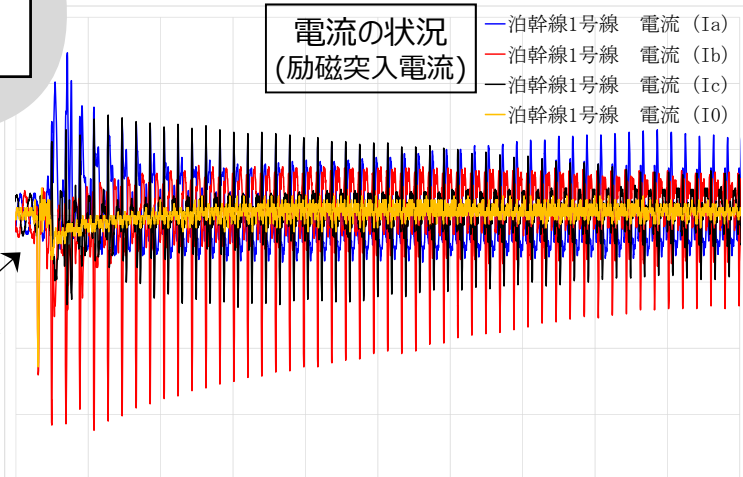
06:19~06:21

※ 苫東厚真、苫小牧、共同火力の電源を確保済み



➡ : 他所への影響
 赤 : ブラックスタートで送電した状態 (運転中及び送電中)
 黒 : 停止中

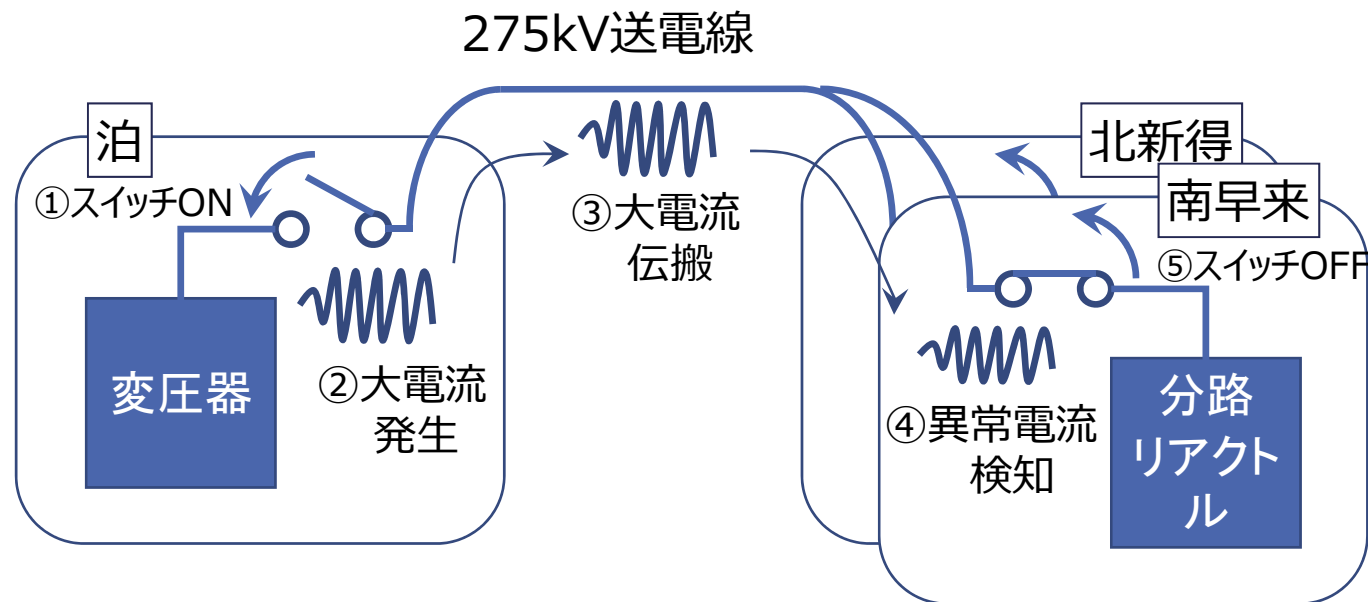
時刻	事象
4:00	高見発電所 1号機 並列
	⋮
	⋮
6:19	泊発電所3号主要変圧器に送電
6:19	南早来変電所 分路リアクトル 停止
6:19	北新得変電所 分路リアクトル 停止 (分路リアクトル 停止に伴い、電圧上昇)
6:21	道央西幹線 地絡事故
6:21	狩勝幹線 地絡事故
6:21	高見発電所他 発電機 停止



3号主要変圧器 送電

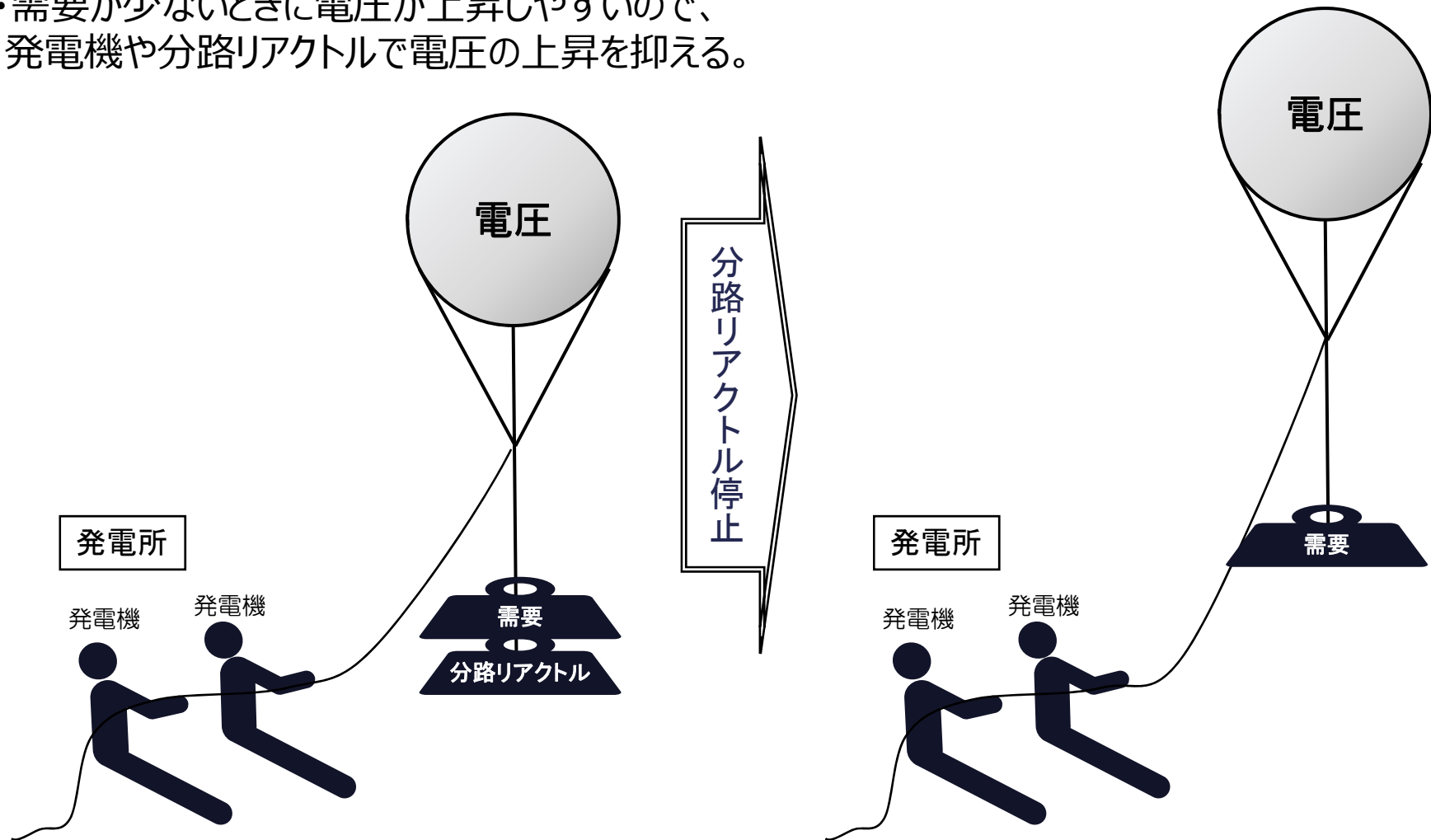
○変圧器に送電した際の大電流による分路リアクトルの停止(イメージ)

泊発電所で3号主要変圧器に送電した際に発生した大電流が、275kV送電線を介して南早来変電所他に流れ、変電所の分路リアクトルで異常電流を検知して、停止した。



○南早来変電所他の分路リアクトルの停止による電圧上昇(イメージ)

- 需要が少ないときに電圧が上昇しやすいので、発電機や分路リアクトルで電圧の上昇を抑える。



- 発電機だけでは 電圧の上昇を抑え切れない。

ブラックアウト後から一般負荷送電に至るまでの復旧状況について

2. ブラックスタート1回目の事象について

<確認事項>

- 1回目のブラックスタートにおいて、泊発電所の3号主要変圧器に送電したところ、大電流が流れ、その影響と想定できる異常電流で、南早来・北新得変電所で分路リアクトルが停止した。
- 分路リアクトル停止後の電圧上昇に伴って、道央西幹線、狩勝幹線で地絡事故が発生した。同時刻、高見発電所他で事故電流を検知して発電機が停止した。

<評 価>

- ブラックアウトの発生後、高見発電所の発電開始までは35分間で実施されており、その後も、発電所の保安用所内電源や発電機を起動するための所内機器への電源確保に向けた手順は、迅速かつ適切に進められていた。
- 泊発電所3号主要変圧器に送電の際に大電流が発生しているが、変圧器へ送電した際に大電流が流れる現象は、ブラックスタート時に限らず、また、どの変圧器でも、通常、起こり得ることである。今回は、ブラックスタート初期の段階で系統も小さかったことから、この大電流発生が電力系統へさまざまな影響を与えたものと想定されるものの、複雑な現象であり、予見することは困難。
- よって、全体としてみれば、復旧作業は定められた手順に基づき適切に行われていたと評価できるのではないかと考えられる。他方、無負荷状態で送電した際の異常現象も考慮したうえで、復旧手順を充実させることが望まれるのではないかと考えられる。

- 北本連系設備からの受電のタイミングについて

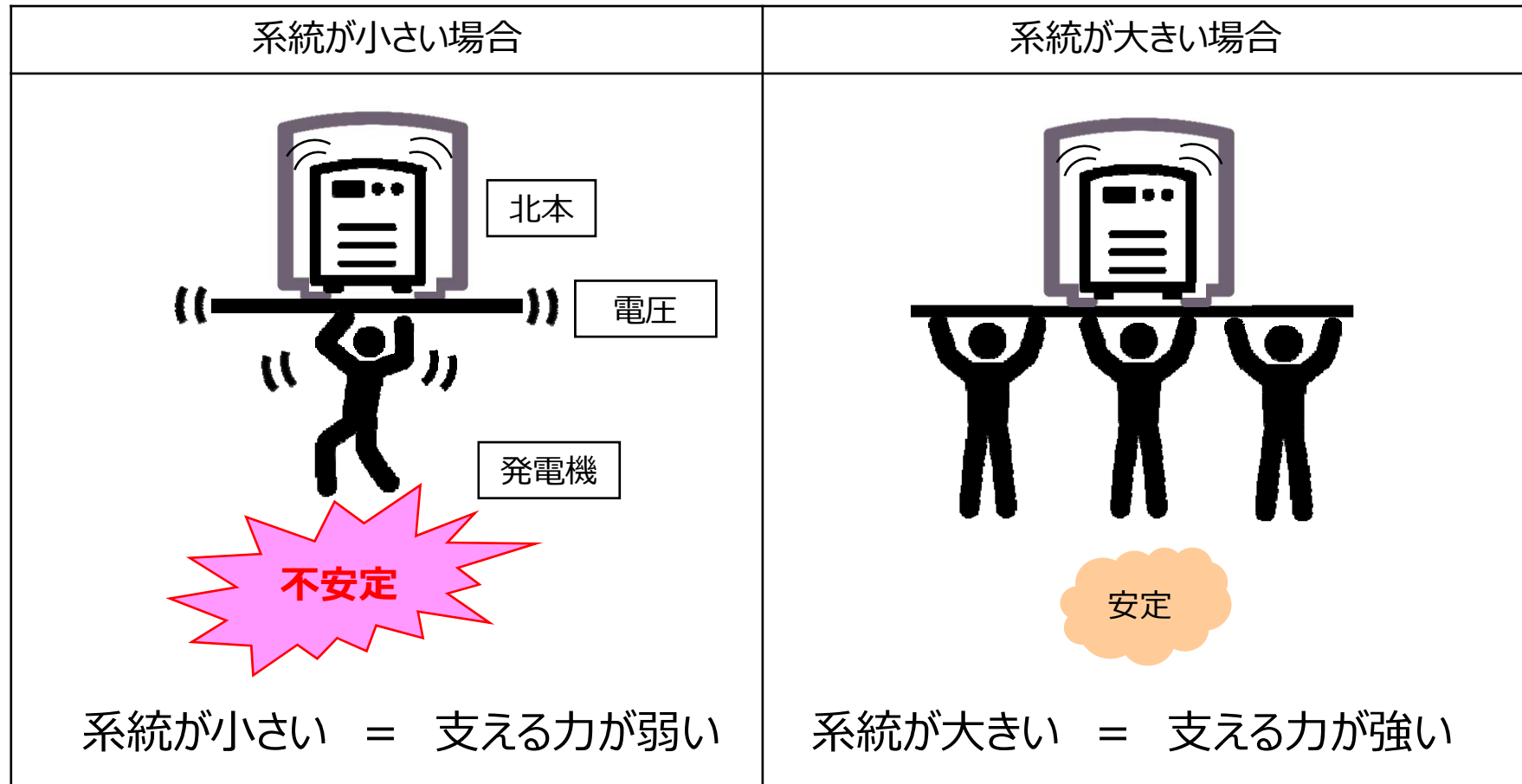
(検証ポイント③)

▶ ブラックスタート2回目の概要

- 1回目に使用した発電機とは異なるブラックスタートの対象発電機を起動（※）。
※ 新冠発電所1,2号機より起動した理由は、スライド13を参照
- 火力・原子力発電所につながる基幹送電線（187kV、275kV）に送電。
- 泊発電所の所内機器へは、1回目に使用した回線・変圧器は使用せず、隣接回線や予備変圧器にて供給。
※ 1回目とは異なる回線・機器を選定した理由は、スライド13を参照
- 順次、火力発電所の所内機器へ電力を供給し、火力発電機を起動。
この際、伊達発電所発電機の起動および系統への並列が遅れた。
 - ・ 伊達発電所では、ブラックアウトの際に所内電力を供給するための非常用電源が自動起動したものの、故障により停止（地震前の9月4日に試運転を実施し、異常なしを確認）。
 - ・ このため、1、2号機とも、安全確保のため、通常とは異なる停止状態に移行。
 - ・ よって、再起動時の対応が多くなり時間を要している。
- 火力発電機がある程度運転（負荷へもある程度電力を送電）した時点で、北本連系設備からも電力を受電。
- 発電機の運転、系統の拡充、一般負荷への供給を順次実施。

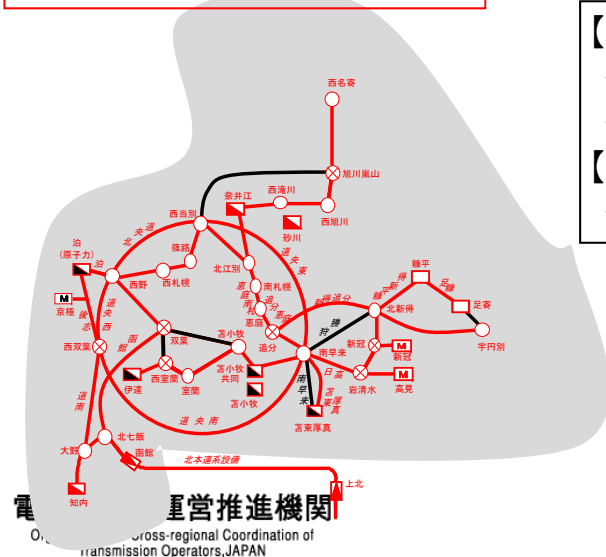
北本連系設備による受電は、火力発電機がある程度運転するまで待つ必要があったのか

- 北本連系設備は「他励式」であり、直流の電気を交流に変換するために北海道の系統の電圧を必要とする。
- 系統が小さい場合、系統の電圧が不安定となる。



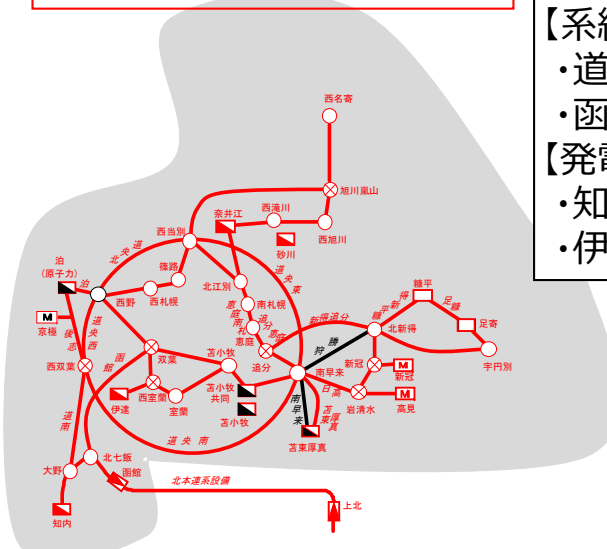
- 電力系統の電圧が不安定だと、北本連系設備が停止してしまうおそれがあるため、ある程度系統を大きくする必要があります。安定的に受電するために必要な系統の大きさを計算し、条件が満たされたことを確認したうえで北本受電を実施。
- 今回は、北本連系設備周辺の送電線（函館幹線、道南幹線）の復旧と、知内発電所1台の復旧で北本連系設備から30万kW受電、伊達発電所2台の復旧で60万kW（+30万kW）の受電が可能になると計算。
- 伊達発電所は所内電源の故障により、他の発電所に比べ復旧が遅れたため、北本連系設備からの+30万kWの受電タイミングに遅れが生じたものと推定。
- なお、新北本は「自励式」であり、北海道の系統の電圧を必要としないため、このような問題はなし。

30万kW受電時の系統



【系統】
 ・道南幹線1回線
 ・函館幹線2回線
 【発電機】
 ・知内発電所1台

60万kW受電時の系統



【系統】
 ・道南幹線1回線
 ・函館幹線2回線
 【発電機】
 ・知内発電所1台
 ・伊達発電所2台

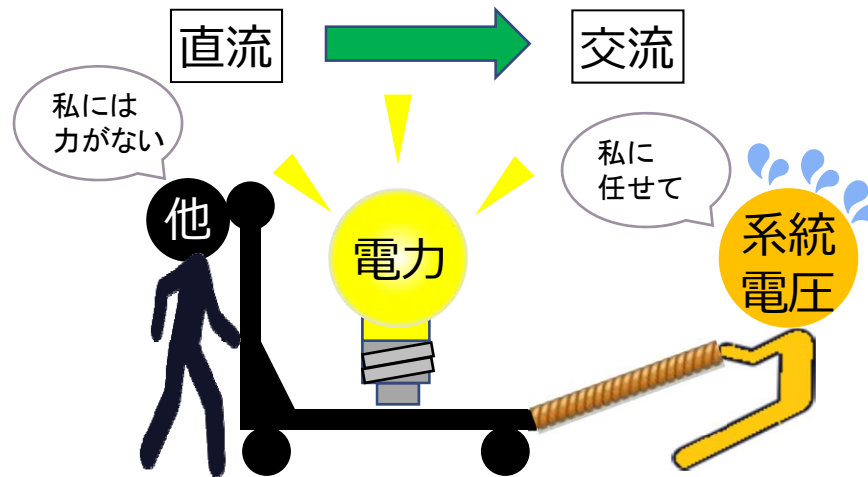
(参考) 直流-交流変換 他励式と自励式

直流-交流変換として、他励式と自励式がある。

- ・他励式とは、交流系統の電源を利用して、変換器を動作させ、直流-交流変換を行う方式。
- ・自励式とは、自身の回路内に蓄えたエネルギーにより、変換器を動作させ、直流-交流変換を行う方式。他励式とは異なり交流系統の電源が無くても、直流と交流の電力変換を行える。

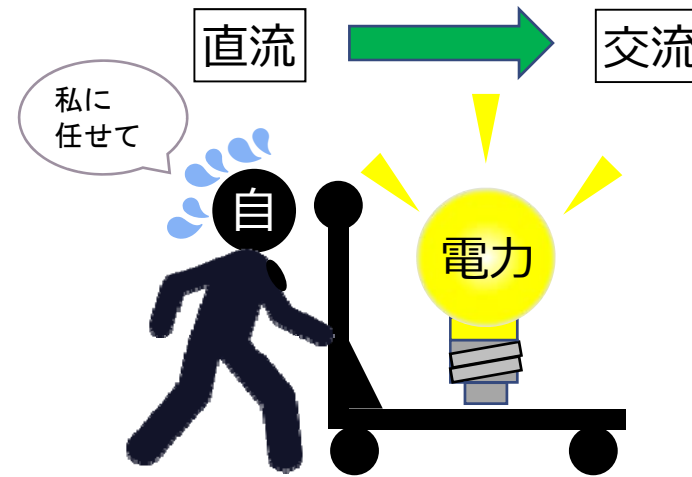
※ 国内での導入事例は、新北本連系設備が初。なお、北本連系線の整備時点では、世界的にも自励式変換器の導入事例はなかった。

他励式
(北本連系設備)



直流の電気を交流に変換する為
系統電圧を必要とする「他励式」

自励式
(新北本連系設備)



直流の電気を交流に変換する為
系統電圧を必要としない「自励式」

(参考) (17) 北本連系設備と融通受電

- 北本連系設備による融通受電は、北海道側系統の並列発電機や連系回線数等で決まる短絡容量比（融通量の3倍程度以上）で決定されるため、必要な連系回線数を確保しつつ、融通受電を行う。（下表に、手順書に記載されている目安を参考として示す。）
ただし、北本のリミッターは知内の発電機並列条件や回線条件等で自動設定されているため、受電可能量に対応した適正リミッター値を手動にて設定する。（電源開発に要請）
- 今回は、この表に記載の発電機が並列できていなかったことから、個別に短絡容量計算を行い、函館変換所地点の短絡容量を確認している。

[表8] 火力並列後における北本受電の目安(函館変換所 187kV 母線の短絡容量)(2008.4～)

条件		系統:275kV・187kV 道央ループ系各1回線, 火力電源線各2回線構成, 大野 SVC 運転(66kV 系ループ), 発電機:原子力0台, 苫東厚真1G・共発3G・伊達2G並列後の融通受電可能量を示す。()は伊達未並列の場合を示す。共発3G・伊達2Gは待機予備機運用(最大機脱落対応, 砂川・奈井江の並列は短絡容量上大きな効果とならないため考慮していない。)					
		4回線	3回線	2回線			1回線
	知内条件	D2+H2	D2+H2	D2	D1+H1	H2	D1orH1
短絡容量 (MW)	1台	1853(1616)	1744	1602	1620(1472)	1413	1204
	0台	1091(835)	960	844	839(681)	581	369
上段:リミッター値(MW) 下段:受電可能量(MW)	2台	600	450	550	250	0	0
	1台	600 600(500)	600 550	600 500	300	300	150
	0台	600 350(250)	600 300	500(300 ^{注1}) 250	300 250(200)	300 150	150 100

D:道南幹線, H:函館幹線, 注1:SVC停止時のリミッター値, : 手動設定が必要なリミッター値

ブラックアウト後から一般負荷送電に至るまでの復旧状況について

3. 北本連系設備からの受電のタイミングについて

<確認事項>

- 北本連系設備による受電に際し、北海道側の系統をある程度大きくする（北本設備容量の3倍程度以上の短絡容量を確保する）必要あり。
- 今回は、北本連系設備周辺の送電線（函館幹線、道南幹線）への送電と、知内発電所1台の並列で、北本連系設備から30万kW受電、加えて伊達発電所2台の並列で60万kW（+30万kW）の受電が可能。
- 伊達発電所では、ブラックアウトの際に、所内電力を供給するための非常用電源が自動起動したものの、故障により停止したため、発電機も通常とは異なる停止状態に移行した。このため、発電機の起動および並列時に遅延が発生し、北本連系設備からの受電も遅延。

<評価>

- 伊達発電所の発電機が早期に並列できていれば、北本連系設備からも+30万kWを早期に受電でき、結果、より早期の停電復旧の可能性も考えられる。しかしながら、伊達発電所の並列タイミングの遅れは設備故障が原因であることに加え、ブラックスタート系統での負荷への電力供給（3,000kW単位）のスピード制約を考慮すると、余震の続く中で、復旧時間の大幅な短縮は期待できないのではないかと考えられる。
- また、北本連系設備からの+30万kWの受電がなくても、伊達1号機の並列までで、この時点（9/8 0:13）における供給力は、ほぼまかなえていたと考えられる。

- 海外にて発生した他の大規模停電と今回の事例を比較する場合、隣接地域からの受電を素早く受けられる状況にあるかや、系統規模の違いによって復旧速度が異なることから、単純に比較検証ができないことに留意が必要。
- 例えば、2016年9月に発生した南オーストラリア州の大規模停電は、隣接地域からの受電をベースに復旧しているが、最初の電源起動までにブラックアウトから3時間半を要している。
- 一方、単独系統での停電事例として、米国のハワイ（オアフ島）、ジャマイカの停電があるが、系統規模が異なるため、参考として、100万kWあたりの復旧時間で比較すると、北海道の事例はハワイの事例とジャマイカの事例の中間に位置する。

	停電規模 ()内は2017年最大需要	停電時間 (100万kWあたり)	備考
南オーストラリア州 (竜巻:2016年9月)	約190万kW (オーストラリア全系は不明)	約26時間 (約13時間)	隣接地域からの受電により復旧 (最初の電源起動まで約3時間半) 南オーストラリア州の最大需要:約310万kW
ハワイ(オアフ島) (地震:2006年10月)	不明 (約120万kW)	約19時間 (16時間超)	ブラックスタートにより復旧
ジャマイカ (操作ミス:2016年8月)	約50万kW (約70万kW)	約5時間30分 (約11時間)	ブラックスタートにより復旧
北海道 (地震:2018年9月)	約309万kW (約530万kW)	約45時間 (約15時間)	ブラックスタートにより復旧 (復旧途中で北本からも受電)

※ 地震による配電線の被災影響を除く

■ ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況

(検証ポイント④)

検証ポイント④：ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況 35

■ 復旧手順の整備

- ブラックアウト時のシステムの復旧方針として、「系統全停時の復旧方針と解説」を整備

(記載内容の一例)

➤ 復旧操作の基本方針

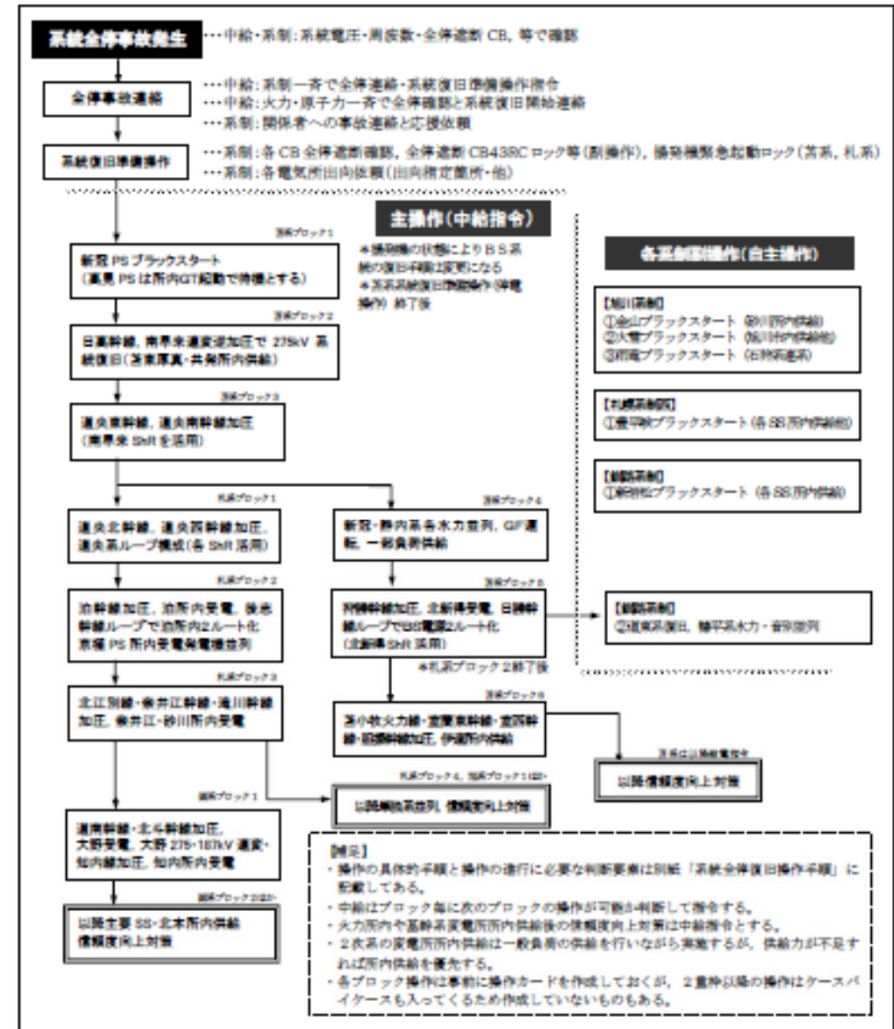
- ブラックスタート対象発電機の状態を踏まえ、発電機の起動順位をパターン化 (全7パターンを準備)

なお、系統安定化のため、揚発機2台による復旧を基本

- ブラックスタート後の系統復旧優先順位の明確化

火力・原子力発電所の保安用所内電源確保と早期の系統への再並列を目的に、操作ステップの少ない275kV系統から実施

などを記載



「系統全停時の復旧方針と解説」より一部抜粋

(北海道電力：平成29年11月14日)

検証ポイント④：ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況 36

■ 訓練の実施状況（北海道電力より聞き取り）

- 回数：年1回 × 5直
- 対象：中央給電指令所と関連する系統制御所の当直運転員
- 内容：定められた復旧手順について、模擬実働を実施
ブラックスタート対象発電機の点検時には、停電状態での発電機起動を確認
- その他：至近では、平成30年2月に実施
年により訓練規模は異なり、至近では、平成29年2月の訓練の規模が大きい

■ 復旧体制（人員の確保）について

大規模災害発生時の体制構築のため、以下のものを準備

- 事故または自然災害等が発生した場合の本店内の通報連絡体制として、非常順次通報装置を設置
- 大規模地震発生時における自動出社基準を整備

ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況

4-1. 復旧手順の整備

<確認事項>

- ブラックアウト時のシステムの復旧方針として、「系統全停時の復旧方針と解説」が整備されていることを確認。

<評 価>

- 手順書において、関係各所に役割、手順内容が明記されており、復旧が効率的に行われるよう復旧手順が整備されていることから、系統全停時の復旧に関する準備はできているものと認められるのではないかと。
- 基幹系流通設備の被害は少ないものと想定した手順書となっているが、基幹系統の一部設備に被害があった場合の対応方針を定めておくことが望ましいのではないかと。

ブラックアウトに備えた復旧方針等の整備と訓練の状況

4-2. 訓練の実施状況

<確認事項>

- 定期的に訓練を実施していることを確認。

<評価>

- 訓練は、手順書に基づき実施されており、系統全停時の復旧に関する準備はできているものと認められるのではないかと。
- 訓練は模擬実働で行われているため、今回の実働で得られた経験を訓練に反映することが望ましいのではないかと。

4-3. 復旧体制

<確認事項>

- 通報連絡体制、ならびに自動出社基準が整備されていることを確認。

<評価>

- 中央給電指令所および系統制御所当直員により、速やかに復旧操作を実施できている。加えて、系統全停時には、復旧応援のための人員が自動的に集められるなど、復旧に関する準備はできているものと認められるのではないかと。

- ブラックアウトを想定した手順書の準備、訓練等はしっかりと行われており、実際の復旧においても、ほぼ手順どおりに行われている。また、一部手順書と異なる手順にて復旧を行っている点もあるが、復旧に使用する機器の状況や1回目ブラックスタート失敗時の事故機器を回避するなど、その手順は概ね妥当といえるのではないかと。
- 1回目のブラックスタートで失敗がなければ、数時間の早期停電復旧の可能性も考えられる。
また、伊達発電所の発電機が早期に並列できていれば、北本連系設備からの+30万kWを早期に受電でき、より早期の停電復旧が可能であったことも考えられる。しかしながら、ブラックスタート系統での一般負荷への送電にあたっては、電圧、周波数を監視し、発電機出力とのバランスを慎重に見極めながら段階的に実施する必要がある。また、南早来・北新得変電所の分路リアクトルの停止は、予見することは困難と考えられる。仮に、上記の不具合事象がなく理想的に行えたとしても、北海道電力の系統規模からみて、数時間程度の短縮が限度であったと言えるのではないかと。
- 復旧時間の短縮に向け、今回の事象を踏まえた手順書の充実ならびに訓練の実施が望まれる。
- 新北本連系設備の運転開始により、復旧手順も見直しとなり、復旧時間の短縮に寄与できるものと期待する。(2019年3月運転開始予定)