

ブラックスタートからの復旧手順の詳細

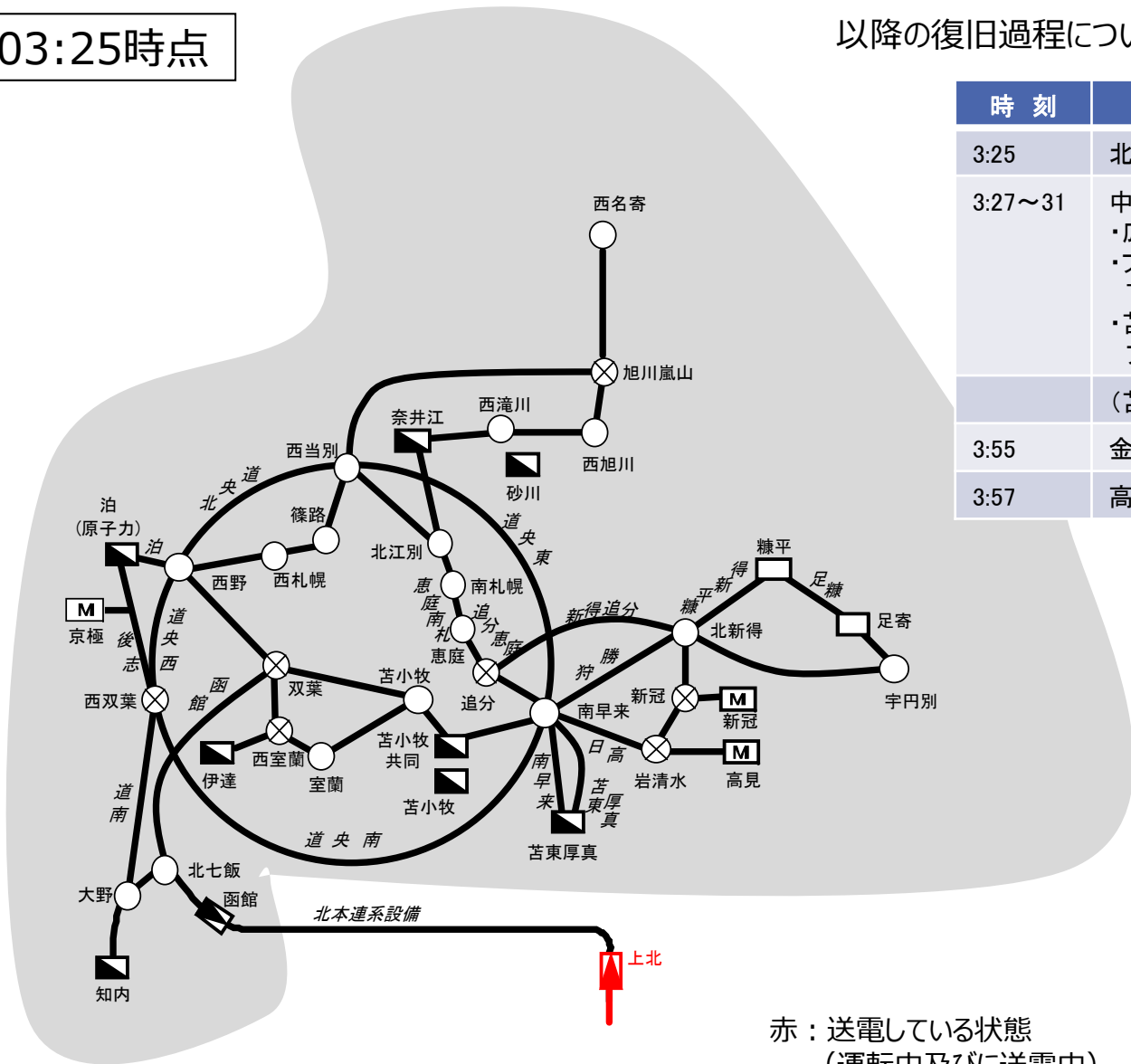
2018年10月9日

- ブラックアウト直後～ブラックスタート(1 回目)～ブラックスタート失敗

①ブラックスタート 1 回目（1 回目のブラックスタートまで）

03:25時点

以降の復旧過程について、基幹系統の復旧状況を示す。



| 時刻 | 事象 |
|---------|--|
| 3:25 | 北海道全域で停電(ブラックアウト) |
| 3:27~31 | 中央給電指令所は以下に対応 ・広域機関等の関係機関へ全域停電を連絡 ・ブラックスタートの起点となる発電所の状況について、苦小牧系統制御所から報告を受信 ・苦小牧系統制御所へ高見発電所を起点としてブラックスタートすることを指令 (苦小牧系統制御所は発電機起動作業を実施) |
| 3:55 | 金山発電所 1号機 並列 |
| 3:57 | 高見発電所 1号機 起動 |

赤：送電している状態
 (運転中及びに送電中)
 黒：停止中

個 別 事 象

1. 系統全停電から 1 回目のブラックスタートまで

ローカル系ブラックスタートの開始

< 確認事項 >

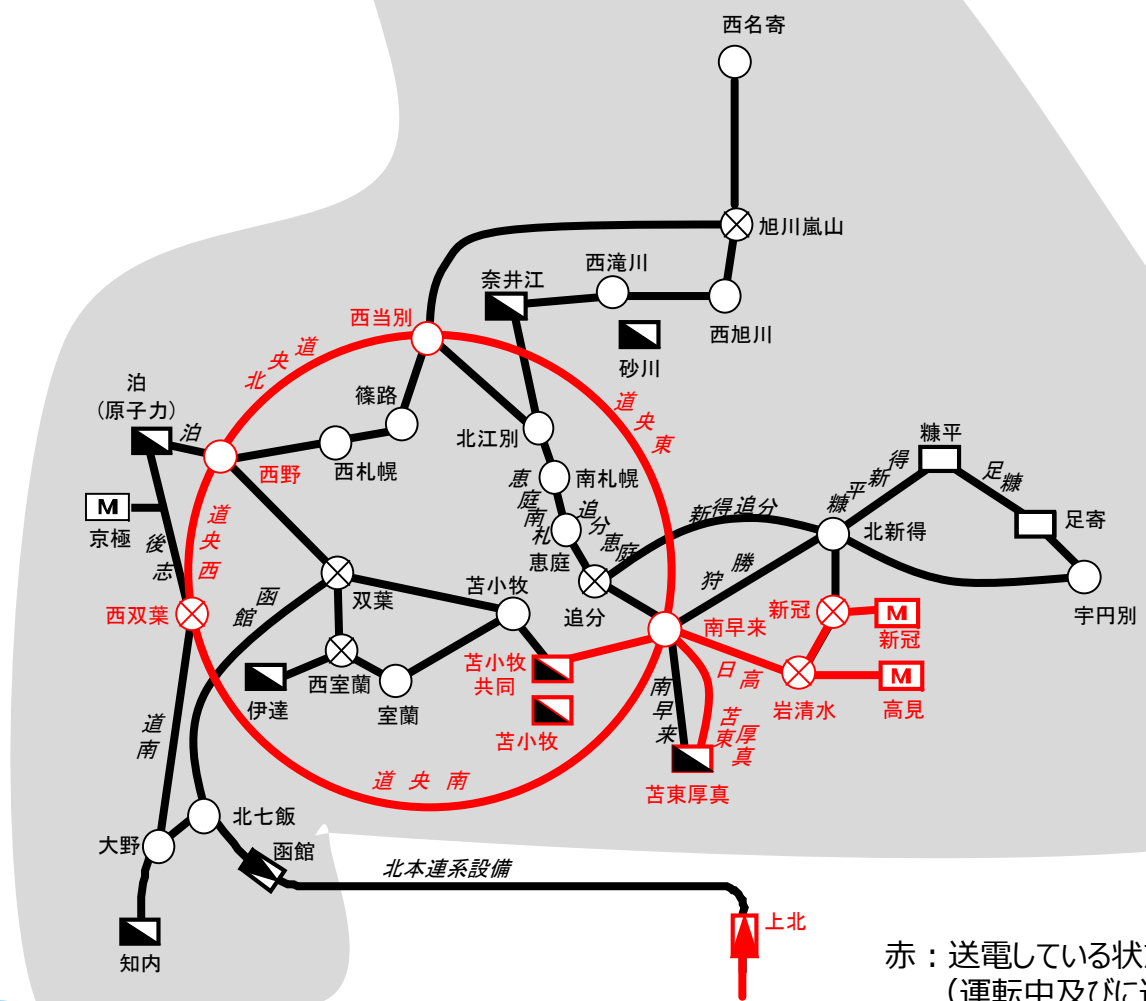
- ・3:27～31 中央給電指令所は、関係機関への停電の連絡、系統制御所からの状況報告※高見発電所を起点としたブラックスタートの指令に対応していた。
※「系統全停時の復旧方針と解説」では新冠発電所をブラックスタートの主な起点としていたが、同発電所における発電機起動向けの非常用発電機の故障検知報告を含む。（高見発電所と新冠発電所のガスタービン非常用発電機は系統全停時に自動起動するように設定されていた。）
- ・手順書には揚水式水力発電所の発電機2台による復旧が基本とされていたが、起動可能であった高見発電所1号機を用いてブラックスタートから系統復旧操作を開始した。

- ・基幹系が復旧するまで、変電所等の所内電力を送電するためにローカル系ブラックスタート（5箇所中1箇所目）を開始した。
- ・3:55 金山発電所1号機を並列（札幌単独系統（空知川水系電源））
（ローカル単独系は、発・変電所の所内電源確保や近傍負荷送電を目的として手順書に明記されており、主に系制の自主操作により実施された。）

___は、ローカル単独系に関する状況

②ブラックスタート1回目（275kV道央ループ復旧まで）

05:31時点



赤：送電している状態
 (運転中及びに送電中)
 黒：停止中

②ブラックスタート1回目（275kV道央ループ復旧まで）

| 時刻 | 事象 |
|---------|--------------------------------|
| 4:00 | 高見発電所1号機 並列 |
| 4:01 | 大雪発電所1号機 並列 |
| 4:01~03 | 高見線1,2L に送電 |
| 4:04 | 岩清水開閉所 受電 |
| 4:12 | 春別発電所1号機 並列 |
| 4:21 | 東の沢発電所1号機 並列 |
| 4:22 | 奥新冠線 線路に送電 |
| 4:33 | 下新冠発電所1号機 並列 |
| 4:35 | 新冠開閉所 受電 |
| 4:39 | 日高幹線に送電 |
| 4:39 | 雨竜発電所1号機 並列 |
| 4:40 | 南早来変電所 受電 |
| 4:41~46 | 南早来変電所連絡用変圧器逆送電 |
| 4:47 | 砂川発電所 受電 [ローカル単独系(空知川水系電源)] |
| 4:48 | 苫東厚真線1L に送電 |
| 4:49 | 苫東厚真発電所 受電 |
| 4:55 | 勇払線1Lに送電 |
| 4:56 | 共同火力発電所 受電 |

| 時刻 | 事象 |
|------|--------------|
| 5:01 | 道央東幹線1L に送電 |
| 5:02 | 道央南幹線1L に送電 |
| 5:07 | 西当別変電所 受電 |
| 5:16 | 西双葉変電所 受電 |
| 5:18 | 道央西幹線1Lに送電 |
| 5:18 | 西野変電所 受電 |
| 5:26 | 道央北幹線1Lに送電 |
| 5:30 | 新岩松発電所1号機 並列 |
| 5:31 | 275kV道央ループ復旧 |

2018/9/6 AM4:00～5:31

個別事象

2. 系統全停電から復旧操作を開始。（高見発電所よりブラックスタートを開始）**ローカル系ブラックスタートの開始**

<確認事項>

- ・4:00 高見発電所 1号機を並列した。
- ・4:12 春別発電所 1号機を並列した。
- ・4:21 東の沢発電所 1号機を並列した。
- ・4:33 下新冠発電所 1号機を並列した。
- ・高見発電所から岩清水開閉所、南早来変電所の順に送電線を利用して送電線路を伸ばした。
- ・新冠発電所の発電機は、ブラックスタート前の緊急起動で異常を確認していたこと、各種故障表示があったことなどから、運用者は追加運転に適さないと判断し、春別発電所、東の沢発電所、下新冠発電所の各発電機1台を追加運転した。

- ・基幹系が復旧するまで、変電所等の所内電力を送電するためにローカル系ブラックスタート（5箇所中2箇所目から4箇所目）を開始した。
- ・4:01 大雪発電所1号機を並列（旭川系統（石狩川水系電源））
- ・4:39 雨竜発電所1号機を並列（西名寄系統（雨竜電源））
- ・4:47 砂川発電所は、ローカル単独系（空知川水系電源）から受電。
- ・5:30 新岩松発電所1号機を並列（釧路系統（十勝川水系電源））

3. 日高幹線、南早来変電所で逆送電（187kV→275kV）により火力発電所を優先的に送電

<確認事項>

- ・4:49 苫東厚真発電所を受電した。
- ・4:56 共同火力発電所を受電した。
- ・電圧調整の為、南早来変電所の分路リアクトル1台を使用した。

___は、ローカル単独系に関する状況

2018/9/6 AM4:00～5:31

個 別 事 象

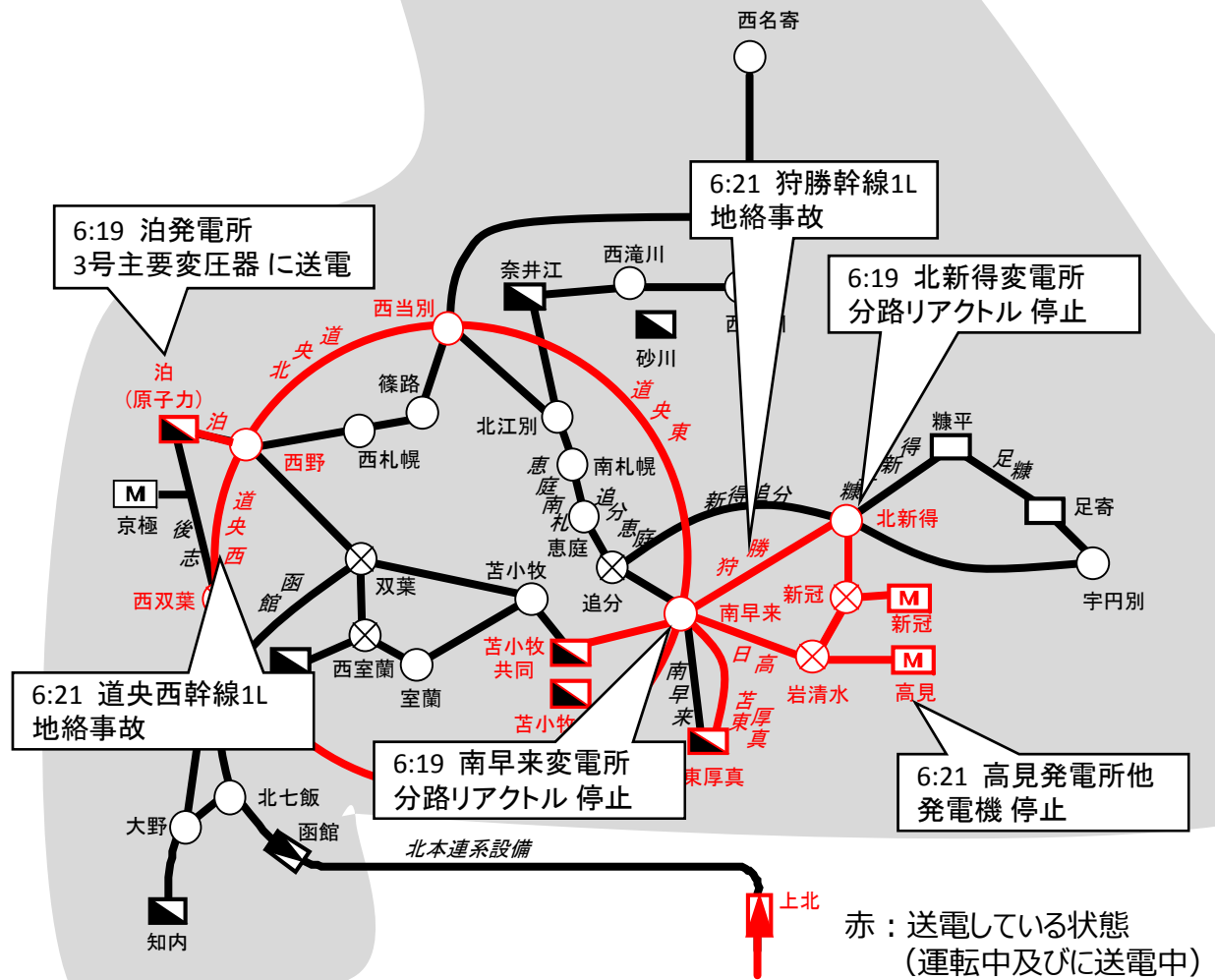
4.火力、原子力の保安電源や発電機起動向けの電源の確保に向け、電圧調整を行いながら、275kV送電線を送電し、道央系ループ構成を実施。

<確認事項>

- ・5:01～5:31 南早来変電所を起点に西当別変電所、西双葉開閉所、西野変電所を順次送電し、275kV道央ループ構成を行った。
- ・電圧調整の為、南早来変電所の分路リアクトル2台、西当別変電所の分路リアクトル1台、北新得変電所の分路リアクトル2台を追加し、合計6台使用した。

③ブラックスタート 1 回目 (ブラックスタート失敗)

06:19時点 (ブラックスタート失敗直前)



赤：送電している状態
(運転中及びに送電中)
黒：停止中

| 時刻 | 事象 |
|------|----------------------------------|
| 5:36 | 狩勝幹線1Lに送電 |
| 5:42 | 泊幹線1L に送電 |
| 5:45 | 北新得変電所 受電 |
| 5:59 | 日勝幹線1Lに送電 |
| 5:59 | 日勝幹線-日高幹線ループ復旧 (BS電源2ルート化) |
| 6:05 | 下新冠発電所1号機 手動停止 (下池(岩清水)水位上昇抑制の為) |
| 6:07 | 泊発電所 受電 |
| 6:09 | 泊発電所 1号起動変圧器に送電 |
| 6:10 | 泊発電所 2号起動変圧器に送電 |
| 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 (電流不平衡Ry) |
| 6:19 | 北新得変電所分路リアクトル停止 (電流不平衡Ry) |
| | (分路リアクトル停止に伴い、電圧上昇) |
| 6:21 | 狩勝幹線1L 地絡事故停止 |
| 6:21 | 道央西幹線1L 地絡事故停止 |
| 6:21 | 東の沢発電所1号 停止(86-2) |
| 6:21 | 高見発電所 1号 停止 (変圧器過電流Ry) |
| 6:21 | 春別発電所 1号 停止 (発電機母線過電流Ry) |

2018/9/6 AM5:36～6:21

個 別 事 象

5.原子力発電所の所内電力を非常用電源から外部電源へ切替操作中にブラックスタート失敗

<確認事項>

・系統復旧状況

5:42 西野変電所で泊幹線1Lに送電した。

6:07 泊発電所を泊幹線1Lで受電した。

6:09 泊発電所で1号起動変圧器に送電した。

6:10 泊発電所で2号起動変圧器に送電した。

6:19 泊発電所で3号主要変圧器に送電した。

6:19 南早来変電所・北新得変電所の分路リアクトルが停止した。その後、電圧が上昇した。

6:21 道央西幹線1L、狩勝幹線1Lで地絡事故が発生した。

6:21 高見発電所他 発電機が停止した。

・供給力対応

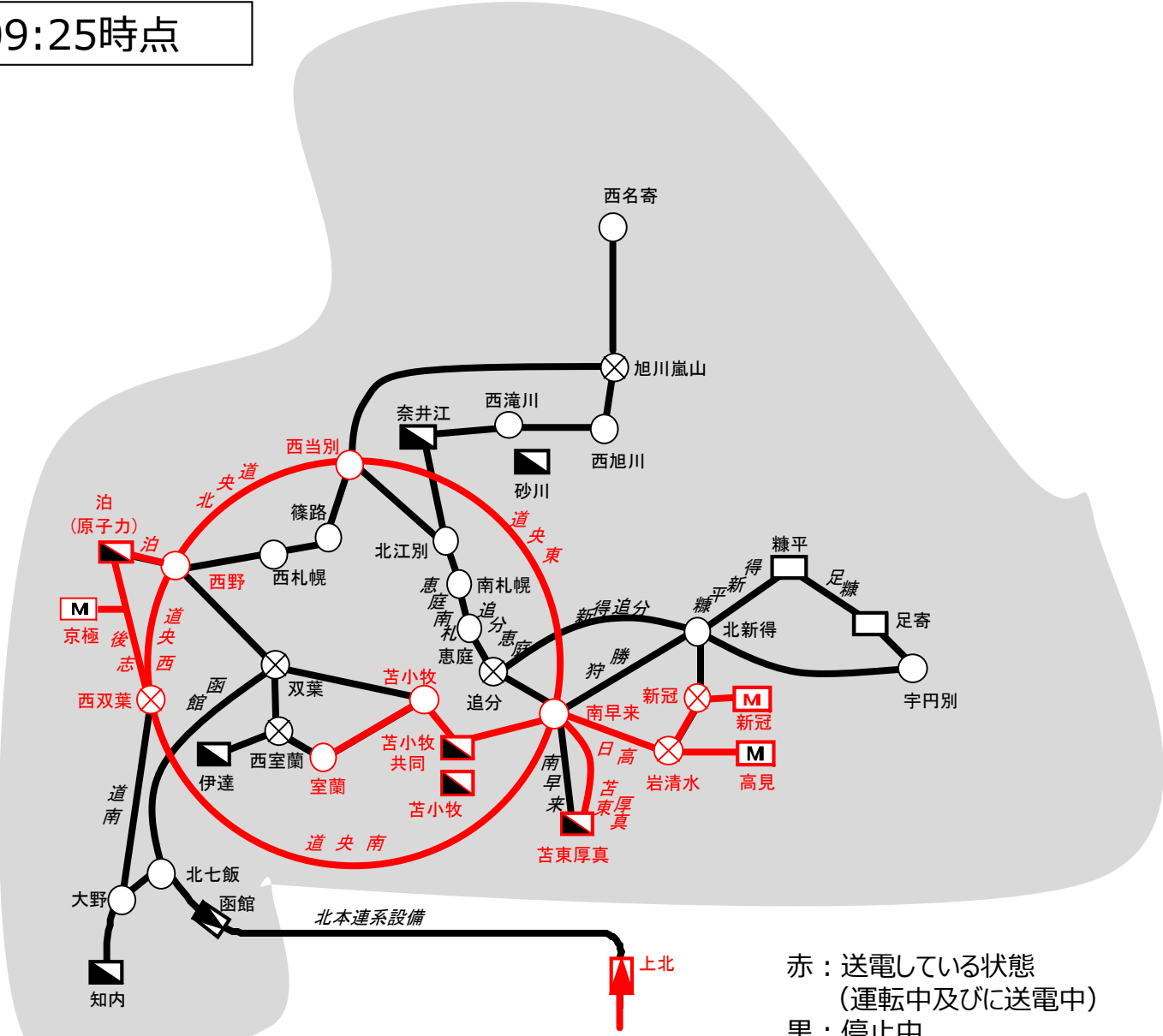
5:52 苫東厚真発電所では、現地確認の結果1号機及び2号機が起動できないことを確認した。

4号機を優先に起動を試みたが、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。

■ ブラックスタート 2回目

①ブラックスタート2回目（泊発電所所内電力受電まで）

09:25時点



赤：送電している状態
 (運転中及びに送電中)
 黒：停止中

①ブラックスタート2回目（泊発電所所内電力受電まで）

| 時刻 | 事象 |
|-----------|---------------------------|
| 6:30 | 新冠発電所1号機 並列 |
| 6:32 | 日勝幹線1Lで新冠開閉所受電 |
| 6:33 | 日勝幹線2Lに送電 |
| 6:37 | 新冠発電所2号機 並列 |
| 6:38 | 奥新冠線 に送電、岩清水開閉所 受電 |
| 6:40 | 高見2Lに送電 |
| 6:46 | 日高幹線 に送電、南早来変電所 受電 |
| 6:51～55 | 南早来変電所 連絡用変圧器逆送電 |
| 6:59～7:00 | 勇払線1L に送電、共同火力発電所 受電 |
| 7:02～04 | 苫小牧火力線1L に送電、苫小牧変電所 受電 |
| 7:05～06 | 室蘭東幹線1L に送電、室蘭変電所 受電 |
| 7:12～13 | 苫東厚真線1L に送電、苫東厚真発電所 受電 |
| 7:20 | 道央東幹線1L に送電 |
| 7:22 | 高見1L に送電 |
| 7:23～25 | 春別発電所 受電、静内線 に送電、静内発電所 受電 |
| 7:22 | 道央南幹線1L に送電 |
| 7:34 | 西当別変電所 受電 |
| 7:40 | 西双葉変電所 受電 |
| 7:41 | 豊平峡発電所1号機 並列 |
| 7:43 | 道央西幹線2L に送電 |
| 7:44 | 西野変電所 受電 |
| 7:49 | 静内発電所2号機 並列 |
| 7:52 | 道央北幹線1L に送電 |

| 時刻 | 事象 |
|---------|---------------------------|
| 7:53 | 275kV道央ループ復旧 |
| 8:37 | 泊幹線1L 線路に送電 |
| 8:52 | 泊発電所 受電 |
| 8:58 | 泊発電所1号起動変圧器に送電 |
| 9:01 | 泊発電所2号起動変圧器に送電 |
| 9:05 | 泊発電所3号予備変圧器に送電 |
| 9:20～25 | 後志幹線1L に送電、ループ復旧、京極発電所 受電 |

①ブラックスタート2回目 個別事象の確認（泊発電所所内電力受電まで） 14

個 別 事 象

2018/9/6 AM6:25～9:25

1. 2回目のブラックスタートまで

<確認事項>

- ・6:25～6:31 全停遮断箇所開放操作を実施した。
- ・全停電系統状況の確認（ローカル系の単独系統あり）
- ・復旧方針の確立→新冠1,2号機を使用して、ブラックスタートする。（ケース1）

（判断理由）

新冠発電所1,2号機は現地確認の結果、使用可能と判断した。

新冠発電所には自主的に現地確認の為、3時50分出発し、現地到着（5時10分）後、状況確認した。

故障内容確認し、非常用発電機および発電機使用可能を確認した（5時13分）。

手順書通り復旧方針を決定し、発電機並列を指令した。（1号機 6時27分、2号機 6時34分）

2. ブラックスタートからの復旧操作を開始した

新冠発電所よりブラックスタートを開始

日高幹線、南早来変電所で逆送電（187kV→275kV）により火力発電所を優先的に送電

苫小牧火力線、室蘭東幹線に送電を行った

<確認事項>

- ・6:30 新冠発電所 1号機を並列した。
- ・6:37 新冠発電所 2号機を並列した。
- ・新冠発電所から新冠開閉所、岩清水開閉所、南早来変電所の順に送電線を利用して送電線路を伸ばした。
- ・南早来変電所連絡用変圧器は1台のみ使用した。
- ・7:00 共同火力発電所を受電した。
- ・7:02～06 苫小牧火力線、室蘭東幹線に送電し、室蘭変電所を受電した。（南早来変電所 連絡用変圧器1台が故障（分路リアクトル2台使用不能）との状況変化から室蘭変電所の分路リアクトルを使用をするため。）
- ・7:13 苫東厚真発電所を受電した。
- ・電圧調整上、南早来変電所の分路リアクトル1台を使用した。
- ・運用者は、南早来変電所連絡用変圧器1台が故障（分路リアクトル2台使用不能）の状況変化から、室蘭変電所の分路リアクトル使用が必要と判断し、187kV系の復旧を優先した。

①ブラックスタート 2 回目 個別事象の確認（泊発電所所内電力受電まで） 16

個別事象

2018/9/6 AM6:25～9:25

3. 道央東幹線、道央南幹線に送電を行った(室蘭分路リアクトルを活用)

道央北幹線、道央西幹線 2 号線に送電、道央系ループ構成（各分路リアクトル活用）

ローカル系ブラックスタートの開始

<確認事項>

- ・7:20～7:53 南早来変電所を起点に西当別変電所、西双葉開閉所、西野変電所を順次送電し、275kV道央ループ構成を行った。
- ・道央西幹線については、1号線が事故発生した送電線のため使用せず2号線を使用した。
- ・電圧調整の為、室蘭変電所分路リアクトル2台、西当別変電所分路リアクトル1台を追加（合計4台）を使用した。
- ・7:49 静内発電所2号機を並列した。

- ・基幹系が復旧するまで、変電所等の所内電力を送電するためにローカル系ブラックスタート（5箇所中5箇所目）を開始した。
- ・7:41 豊平峡発電所1号機を並列（札幌単独系統（豊平川水系電源））

__は、ローカル単独系に関する状況

4. 泊幹線に送電、泊発電所 所内受電切替、京極発電所 所内電力供給

<確認事項>

- ・8:37 西野変電所で泊幹線1Lに送電した。
- ・8:52 泊発電所を泊幹線1Lで受電した。
- ・8:58 泊発電所で1号起動変圧器に送電した。
(9:57～12:51 1号機非常電源負荷外部電源へ切替)
- ・9:01 泊発電所で2号起動変圧器に送電した。
(10:01～13:00 2号機非常電源負荷外部電源へ切替)
- ・9:05 泊発電所で3号予備変圧器に送電した。
(10:06～12:13 3号機非常電源負荷外部電源へ切替)
- ・13:00 泊発電所の所内電力を非常用電源から外部電源へ切替完了した。
(起動用変圧器および予備変圧器を使用し、3号主要変圧器は使用せず)
- ・9:20～25 後志幹線に送電し、泊発電所のループ運用、京極発電所を受電した。
- ・電圧調整の為、西当別変電所 分路リアクトル1台、西野変電所 分路リアクトル1台を追加使用した。(合計6台)

個別事象

2018/9/6 10:20～13:35

5. ブラックスタート復旧操作（主要系統の復旧、単独系統との連系、火力発電所所内電力供給、負荷送電）

＜確認事項＞

- ・必要時は分路リアクトルを使用し、電圧上昇に留意しつつ主要送電線を1回線ずつに送電した。
送電線に異常がないことを確認後、変電所を順次受電するステップで系統復旧操作を実施した。
- ・ローカル単独系は順次、系統連系（5箇所中1箇所目から2箇所目）を実施した。
- ・12:02 西滝川変電所で札幌単独系統（空知川水系電源）と連系した。
- ・13:01 南札幌変電所で札幌単独系統（豊平川水系電源）と連系した。
- ・火力系送電
 - 10:37 奈井江発電所を受電した。
 - 10:54 西滝川変電所（砂川発電所上位系）を受電した。
（砂川発電所は、4:47 ローカル単独系（空知川水系電源）受電から12:02西滝川変電所の受電へ切替）
 - 11:26 伊達発電所を受電した。
 - 13:35 砂川発電所 3号機を並列し、供給力を確保した。
- ・負荷送電
単独系統の系統並列や発電機の並列連絡から供給力を算出し、11:43から負荷送電を適宜指示した。
供給力確保（増加）に合わせ、負荷送電を順次行った。

__は、ローカル単独系に関する状況

③ブラックスタート2回目 個別事象の確認（残り単独系との連系） 21

| 時刻 | 事象 |
|----------|-------------------------------|
| 14:15～51 | 道南幹線2Lに送電、北斗変換所受電、大野変電所受電 |
| 14:27～43 | 西野変電所 南九条線1Lに送電、南九条変電所受電 |
| 14:47～48 | 恵庭南札線1Lに送電、恵庭変電所受電 |
| 14:53 | 下新冠発電所1号機並列 |
| 14:56 | 追分恵庭線1Lに送電 |
| 15:04 | 西野変電所 西小樽線2Lに送電、西小樽変電所受電 |
| 15:07～16 | 追分線1Lに送電、追分開閉所受電 |
| 15:10～31 | 西野変電所 室蘭西幹線1Lに送電、西札幌変電所受電 |
| 15:16～17 | 知内線1Lに送電、知内発電所受電 |
| 15:18 | 南札幌追分ループ復旧 |
| 15:28 | 旭川幹線1Lに送電 |
| 15:37 | 西旭川変電所で系統並列 西名寄系統(雨竜電源)と連系 |
| 15:57～58 | 大野線1Lに送電、北七飯変電所受電 |
| 15:58～59 | 篠路線1Lに送電、篠路変電所受電 |
| 16:00～01 | 旭川嵐山開閉所 旭川南線1Lに送電、旭川変電所受電 |

| 時刻 | 事象 |
|----------|---------------------------------|
| 16:01 | 北本七飯線1Lに送電 |
| 16:11 | 旭川変電所で系統並列 旭川系統(石狩川水系電源)と連系 |
| 16:15～16 | 篠路-西札幌ループ復旧 |
| 16:28～29 | 新得追分線2Lに送電、北新得変電所受電 |
| 17:20～22 | 北新得変電所 岩松西線1Lに送電、北芽室変電所受電 |
| 17:31 | 日勝幹線1Lに送電、新冠開閉所ループ復旧 |
| 17:32 | 北芽室変電所で系統並列 釧路系統(十勝川水系電源)と連系 |
| 17:40 | 北新得変電所 富村線に送電、十勝発電所受電 |
| 17:45～46 | 道東幹線1Lに送電、宇円別発電所受電 |
| 19:06～15 | 糠平新得線1Lに送電 糠平変電所受電 |
| 19:23～29 | 足糖線2Lに送電 足寄発電所受電 |
| 20:10 | 音別発電所 1号機 並列 |
| 23:47～48 | 西室蘭開閉所 新日鐵線に送電 |

2018/9/6 14:15～23:48

個別事象

5. ブラックスタート復旧操作（主要系統の復旧、単独系統との連系、火力発電所所内電力供給）

<確認事項>

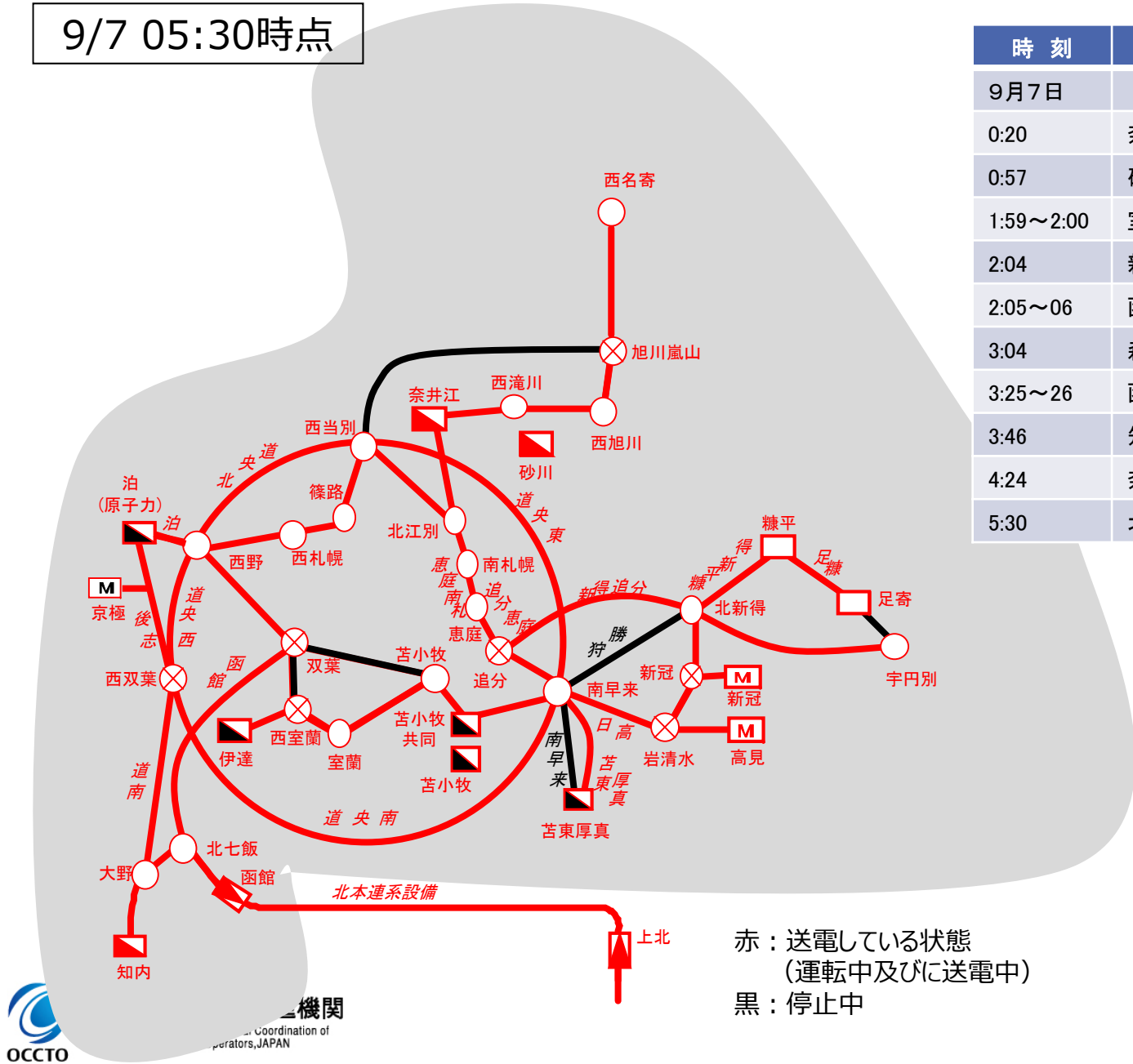
- ・電圧上昇に留意しつつ主要送電線を1回線ずつ送電し、異常がないことを確認後、変電所に順次送電、系統復旧操作を実施した。
- ・14:15～16:01 道南幹線、北斗幹線、北本七飯線に送電線路を伸ばし、函館変換所に送電した。
- ・ローカル単独系は順次、系統連系（5箇所中3箇所目から5箇所目）を実施し、単独系統を解消した。
- ・15:37 西旭川変電所で西名寄系統（雨竜電源）と連系
- ・16:11 旭川変電所で旭川系統（石狩川水系電源）と連系
- ・17:32 北芽室変電所で釧路系統（十勝川水系電源）と連系（単独系解消）
- ・火力発電所送電
15:17 知内発電所を受電した。
- ・火力発電所並列
20:10 音別発電所 1号機を並列した。

___は、ローカル単独系に関する状況

④ブラックスタート2回目（北本連系設備の再開まで）

9/7 05:30時点

| 時刻 | 事象 |
|-----------|--------------------|
| 9月7日 | |
| 0:20 | 奈井江発電所2号機並列 |
| 0:57 | 砂川発電所4号機並列 |
| 1:59~2:00 | 室蘭西幹線1Lに送電、双葉開閉所受電 |
| 2:04 | 新日鐵住金発電機並列 |
| 2:05~06 | 函館幹線2Lに送電、ループ復旧 |
| 3:04 | 森発電所1号機並列 |
| 3:25~26 | 函館幹線1Lに送電、2回線併用 |
| 3:46 | 知内発電所1号機並列 |
| 4:24 | 奈井江発電所1号機並列 |
| 5:30 | 北本連系設備 融通電力受電開始 |



2018/9/7 AM 00:20～05:30

個別事象

6. ブラックスタート復旧操作（供給力確保、北本連系設備の再開）

<確認事項>

- ・火力発電所は 順次並列を行い供給力確保した。

00:20 奈井江発電所2号機

00:57 砂川発電所4号機

02:04 新日鐵住金 発電機

03:04 森発電所1号機

03:46 知内発電所1号機

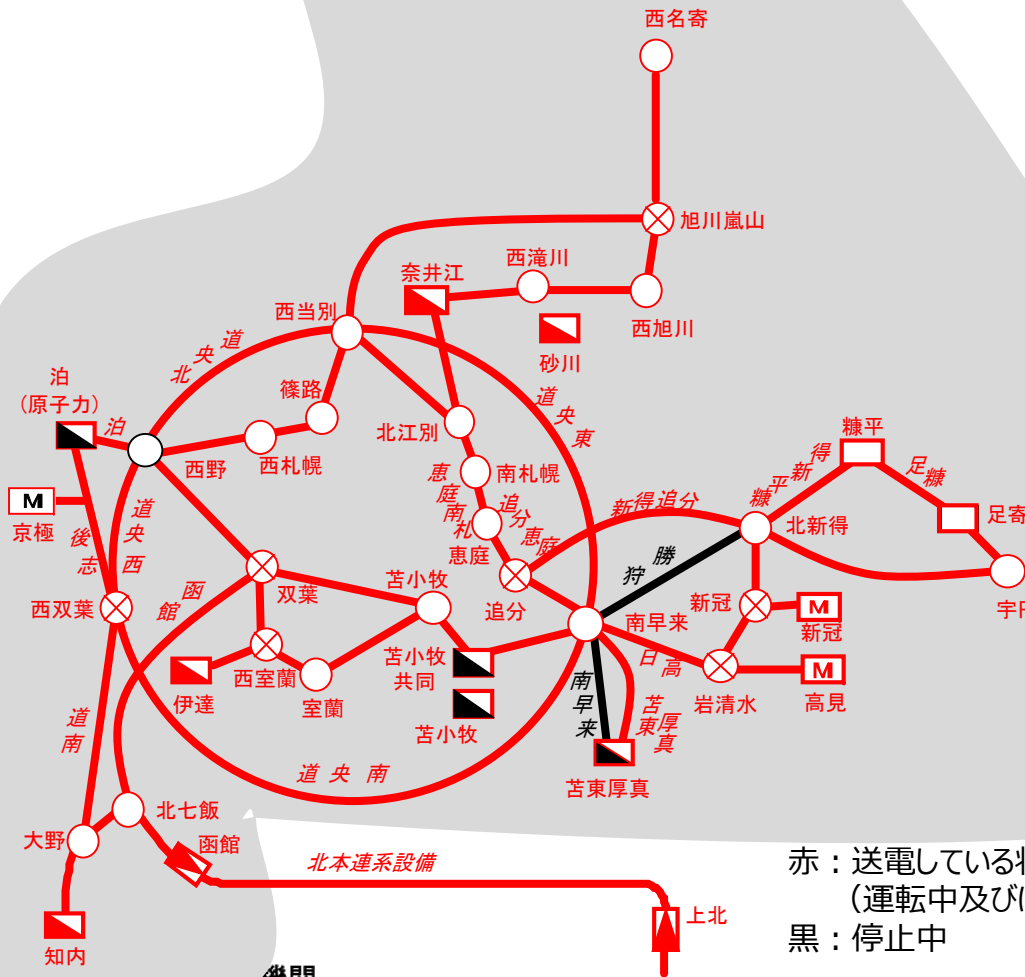
04:24 奈井江発電所1号機

- ・1:59～3:26 室蘭西幹線、函館幹線に送電線路を伸ばし、北本系統の連系をループとした。
- ・手順書には北本受電再開目安として、知内発電所0台～2台と苫東厚真1号機、伊達2号機、共同火力3号機の運転を組み合わせた条件で整備されていたが、苫東厚真1号機が並列できないため使用できず、個別に短絡容量計算を実施した。
- ・北本連系設備の受電時の系統は、道南幹線 1 回線、函館幹線 2 回線、知内発電所 1 台で、9/7 05:30より融通電力の受電を開始した。順次受電量を増加させ、7:30より30万kWを受電し、北海道内の供給力確保に貢献した。

⑤ブラックスタート2回目（一般負荷送電完了まで）

9/8 00:13時点

| 時刻 | 事象 |
|---------|-----------------------|
| 9月7日 | |
| 6:20 | 室蘭西幹線1Lに送電、西室蘭開閉所でループ |
| 6:30 | 双葉幹線2Lに送電、双葉開閉所でループ |
| 6:36 | 音別発電所 1号機 解列 |
| 6:45~46 | 道北幹線1Lに送電、旭川嵐山開閉所でループ |
| 6:45~46 | 釧路幹線1Lに送電、足寄発電所でループ |
| 9:08 | 音別発電所 2号機 並列 |
| 11:17 | 伊達発電所 1号機 並列 |
| 19:18 | 伊達発電所 2号機 並列 |
| 21:00 | 北本連系設備 融通電力受電増加開始 |
| 22:24 | 函館管内 一般負荷供給全送 |
| 22:48 | 札幌管内 一般負荷供給全送 |
| 23:17 | 旭川管内 一般負荷供給全送 |
| 9月8日 | |
| 0:10 | 苫小牧管内 一般負荷供給全送 |
| 0:13 | 釧路管内 一般負荷供給全送 |



赤：送電している状態
 (運転中及びに送電中)
 黒：停止中

2018/9/7 AM 06:20～9/8 00:13

個別事象

7. ブラックスタート復旧操作（北本融通電力の増加、一般負荷送電完了）

<確認事項>

- ・音別発電所は、6:36故障が発生したため1号機解列した。
- ・火力発電所は 順次並列を行い供給力確保した。
 - 9:08 音別発電所 2号機
 - 11:17 伊達発電所 1号機
 - 19:18 伊達発電所 2号機
- ・個別に短絡容量計算を実施し、知内1台と伊達1、2号機の並列で北本融通電力60万kWフル受電が可能であると判断した。
- ・北本連系設備は、9/7 21:00から順次受電量を増加させ、24:00から 60万kWフル受電を開始し、北海道内の供給力確保に貢献した。
- ・一般負荷の送電については、火力・水力の起動や北本融通電力の増加により、北海道内供給力確保を行い、最終9/8 00:13 釧路管内の負荷送電をもって一般負荷送電完了した。