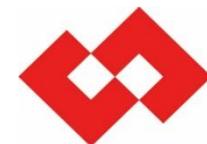


南川崎線・港北線の緊急的な 発電抑制の対応について



～事故原因および対応時の課題、今後の対応策について～

2020年11月10日

東京電力パワーグリッド株式会社

目次

■ 1. はじめに

■ 2. 南川崎線に関するご報告

- ・ 2 – 1. 南川崎線 1 L事故概要について
- ・ 2 – 2. これまでの保全対応について
- ・ 2 – 3. 新たな事象に起因する事故原因について
- ・ 2 – 4. 事故原因と再発防止対策について
- ・ 2 – 5. 関係事業者様へのご説明について
- ・ 2 – 6. 設備復旧までの抑制量最小化への取組みについて
- ・ 2 – 7. 発電制約量売買方式への移行の対応について

■ 3. 港北線に関するご報告

- ・ 3 – 1. 港北線 1、2 L停止概要について
- ・ 3 – 2. 給電申合書への緊急的対応の追記について
- ・ 3 – 3. 的確な発電抑制量算出の対応について

1. はじめに

- 第11回検討会でご議論いただきました、**南川崎線**および**港北線**の**緊急対応**につきまして、**今後の方針・取扱い**について取纏めましたので、**ご報告**いたします。

【南川崎線】

これまでの保全対応から、事故原因と再発防止対策、関係事業者様への事故原因ご説明、ならびに設備復旧までの抑制量最小化への取組み、発電制約量売買方式への移行の対応について、ご報告いたします。

【港北線】

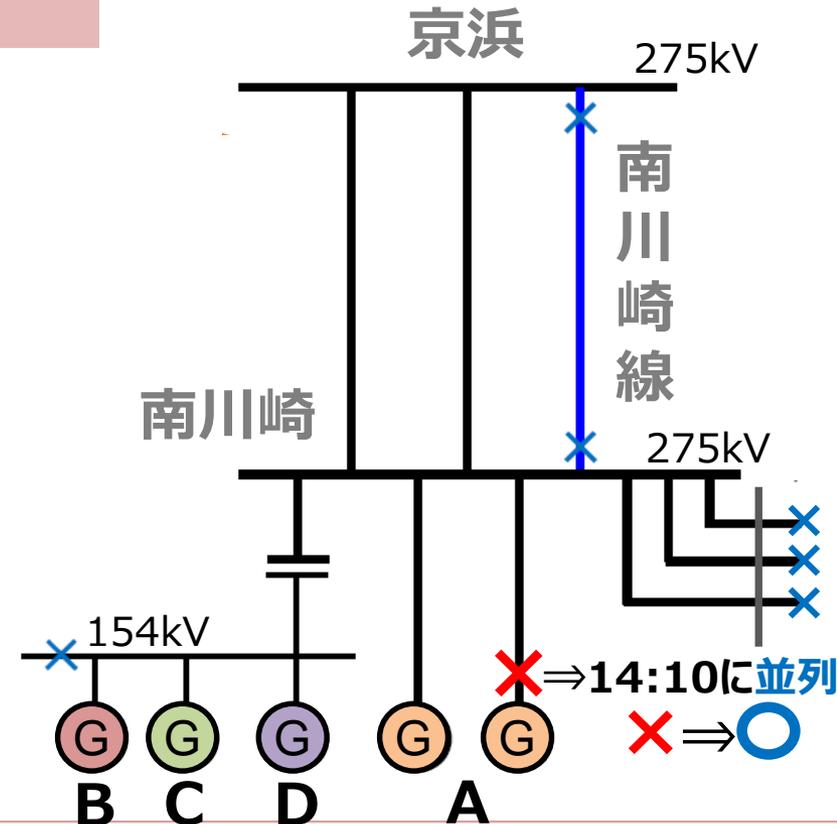
給電申合書への緊急的対応の追記、的確な発電抑制量算出の対応について、ご報告いたします。

2-1. 南川崎線1L事故概要について

- 発生日時→2019年10月13日（日）13時10分
- 事故状況→**OFケーブルの課電劣化により絶縁破壊が発生。**
事故発生時点の発電制約は無し。同日18時より、下記A～D発電事業者様の**按分を考慮した発電抑制**を開始。

<概要と概略系統図>

- 南川崎線事故時点では、**発電事業者A様の1台解列状態**であり**発電制約は不要**な状況。
- 発電事業者A様の**解列機は、14:10に並列。**
この時点では、**送電容量に余力あり。**
- 点灯ピークの南川崎線送電容量超過を見込み、**16:30に給電指令**を発令、**18:00より、発電抑制開始。**
事故線路は、**10/13～12/20で作業実施。**



2-2. これまでの保全対応について

- 2016年10月の新座洞道火災以降、部分放電測定によるケーブル内部状態の常時監視、設備の経年を考慮した新たな油中ガス分析を導入し、事故未然防止のため計画的に保全を実施。
- しかし、南川崎線1Lについては、本取組みでは異常の予兆を検出することが出来ない、新たな事象に起因する事故事例であった。

<南川崎線1L保全履歴>

● 新座洞道火災以降、OF設備点検方法見直し、以下の取組みを実施

南川崎線1L事故



	2016.10月~	2017	2018	~2019.10月
外観点検	★	★	★	
部分放電測定	導入を決定		3月~測定開始 ★	★
油中ガス分析	導入を決定	7月~測定開始 ★	★	★

2-3. 新たな事象に起因する事故原因について

■ 事故当該箇所および同型設備を解体。以下、①～③の課電劣化のステップで事故に至ったことが、判明。

→①劣化原因物質（銅、ゴム成分※）が「溶出」

※ゴムの弾性、柔軟性を高める物質

→②ケーブル部分に、劣化原因物質が銅化合物となり「堆積」

→③堆積部で、劣化が起こり「絶縁破壊」

＜事故に至ったプロセス＞

ケーブル外被(灰色)と絶縁紙(黄色)とのすき間に、ゴムを使用

ケーブル断面

薄黄色部分が
導体(銅)

接続部

ケーブル部分で
絶縁破壊

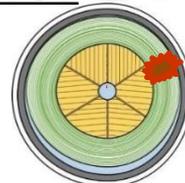
課電劣化のステップ

ステップ①



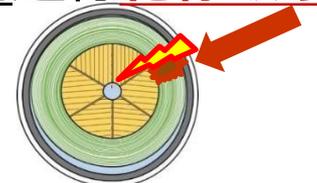
ステップ②

銅とゴム成分が
銅化合物となり堆積



ステップ③

銅化合物堆積部
で劣化進行絶縁破壊



2-4. 事故原因と再発防止対策について

- **事故原因**は、ケーブル部分に**銅およびゴム成分の溶出**による**銅化合物**が形成、**堆積し絶縁性能が低下した**ことによるものと判明。
- **これまでの点検手法**では、今回の**異常の予兆**を検出することは**出来なかった**。→**初めての知見**のため、今後、**国際会議**で**報告予定**。
- 今回の事例を踏まえて、**絶縁油中の銅量を測定**し、**銅量の増減**などより、**課電劣化の診断**を行う**新たな診断手法**を、**今年度より導入済み**。

<新たな取組み>



現場での採油



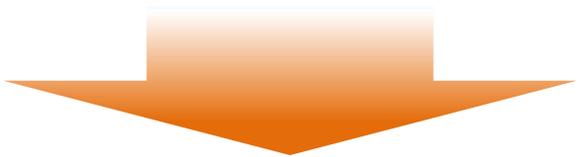
銅成分検出装置

絶縁劣化の事象	これまでの対応	新たな診断手法
ケーブル内部の放電	○	○ ※継続対応
絶縁劣化 (銅の増減含む)	×	○

▶▶ 南川崎線1L事故と同種同型区間への新たな診断手法の適用について

- **1L**の同種同型区間は、**今年度6月にCV化済み**。
- **2、3L**は**劣化兆候**がある為、**最短で改修**できる**2021～2022年度**で、対象区間を**CV化**予定。**工事予定**については、**今年9月に実施した説明会**で、**関係事業者様**にご説明済み。
- **他線路(275kV同種同型区間)**健全性確認は、**今年度開始、2021年度完了**予定。

2-4. 事故原因と再発防止対策について

- 
- これまでの調査結果、事故原因、再発防止対策について社外有識者および、経済産業省（関東東北産業保安監督部）へご報告。

» 2020.8/7

■ 社外有識者を交えた会議（OF保全連絡会）にてご報告。

→社外有識者（新座洞道火災検証委員会にてご協力頂きました教授の皆様）

・電中研岡本名誉アドバイザー、・大阪大学松浦名誉教授、・徳島大学川田教授

» 2020.9/10

■ 経済産業省（関東東北産業保安監督部）へご報告。

→事故原因確定。

- 
- 調査結果、事故原因、再発防止対策についてご了承を頂きました。

2 - 5. 関係事業者様へのご説明について

- 12/20設備復旧後、翌年1/16に**関係事業者様へ推定される事故原因を、メールにてご報告。**
- しかし、**推定原因ご報告以降、関係事業者様へ十分なお説明が出来ておりませんでした。**
- **11月中に、関係事業者様へ事故原因確定及び、再発防止対策に関するご説明を実施させていただきます。**

<これまでの背景と今後の取組み>

- **2020.1/16** : 推定原因を取纏め、関係事業者様へメールにてご報告。

∫

関係事業者様より、**事故原因に関する情報提供のご依頼を頂き、その都度事故原因確定後に、ご連絡させて頂く旨をご報告**させて頂きました。

- **2020.8/28** : **弊社の事故原因等の説明について、ご不満を持たれている関係事業者様がおられる旨を、広域機関よりご紹介頂く。**
- **2020.11月中** : **関係事業者様へ事故原因確定及び、再発防止対策に関する説明会を開催予定。**（日程調整中）

関係事業者様へ**速やかなご説明**が出来るよう、**対応方法のカイゼン**を図ります。（今年度中）

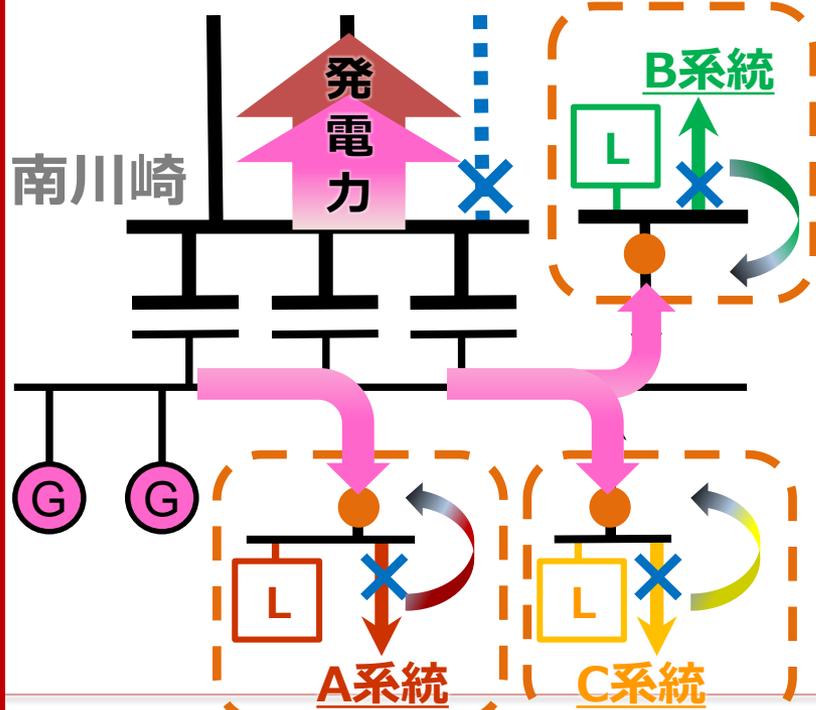
2-6. 設備復旧までの抑制量最小化の取組みについて

- 流通設備の停止に伴う**発電抑制量最小化**のため、**他系統から南川崎系統に、需要切替**を実施
→**延べ86日間**にわたり、**需要切替**を実施。

<需要切替実績>

- **設備停止前の発電力**の抑制量を最小化するため、他系統から**南川崎線系統に需要切替**を実施。

南川崎線



NO	切替日	切戻日	日数	切替量	切替系統
①	10/13	11/18	37日間	72MW	A系統 → 南川崎系
②	10/13	10/21	9日間	142MW	B系統 → 南川崎系
③	10/26	11/6	12日間	139MW	B系統 → 南川崎系
④	11/16	12/13	28日間	254MW	C系統 → 南川崎系

2-7. 発電制約量売買方式への移行の対応について

- 事故当時は、2019.10/1マニュアル改訂に伴い、必要な運用資料の整備対応中であった。
- 現在、マニュアル記載に沿った対応ができるよう、整備を実施済み。

<対応状況>

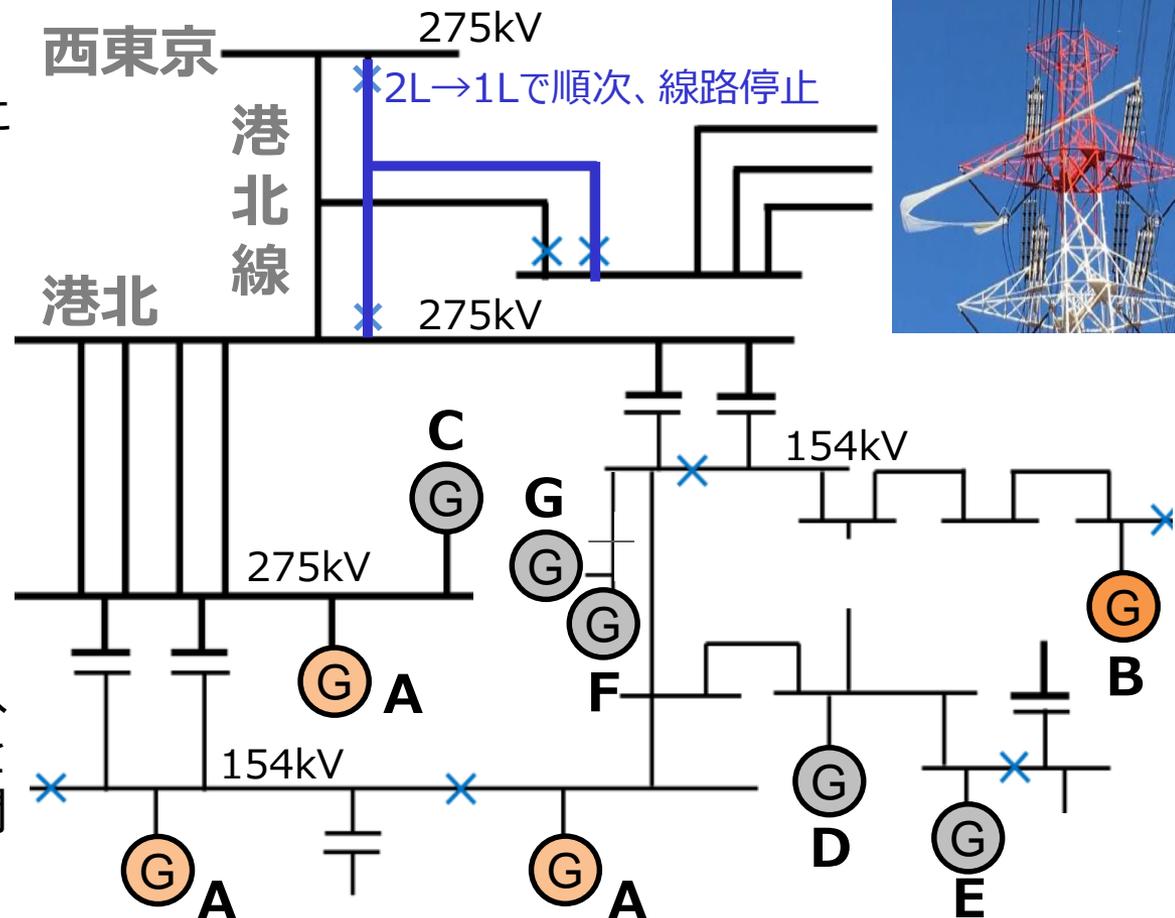
No	発電制約量売買方式へのスムーズな移行準備	事故当時の状況	現在の状況
①	<p>■ 発電抑制量等の事前通知</p> <p>関係事業者様へ、発電抑制が発生する時期・最大抑制量等を、想定できる範囲内で事前にご連絡</p>	<p>未整備</p> <p>→10/1、マニュアル改訂を受け準備途中であった。</p>	<p>整備済み</p> <p>→各発電事業者様へ事前に、ご連絡済み</p>
②	<p>■ 関係事業者様リストご提供</p> <p>関係事業者様より、緊急時発電制約量売買方式事前取決めに関するご連絡を受けた際の迅速な関係事業者様リストのご提供</p>	<p>未整備</p> <p>→早急に準備させて頂き、4日後に、ご連絡できた。</p>	<p>整備済み</p> <p>→各発電事業者様へ速やかに、ご提供可能な状態</p>

3-1. 港北線 1、2L 停止概要について

- 停止日時→2020年4月6日（月） 18:19
- 停止概要→**農事用ビニールが1、2Lに跨り付着**。1回線ずつの停止作業で対応するため、下記A～F発電事業者様の発電抑制を実施。

<概要と概略系統図>

- **2回線事故の可能性があったため、順次、線路停止。**
- **当時、1回線停止時は、発電抑制が、必要な状況。**
- **即応性のあるA、B発電所にて、先行的に出力抑制を実施。**
その後、各発電事業者様へ按分を考慮した**発電抑制**を行い、**18:19~20:53の間で、作業実施。**



3 - 2. 給電申合書への緊急的対応の追記について

- 背景→対応当日、給電申合書に緊急時の給電指令に関する記載が無いことで、発電事業者様と弊社の間で認識の齟齬が発生。
- 給電申合書へ「給電指令に関する事項」を追記。公平性確保及びルールの確実な実行のため、緊急時の必要対応事項を明文化。

<取組み概要>

2020年7月より順次、改定内容を、発電事業者様へ電話でご説明。

※新型コロナウイルス感染予防の為、訪問でのご説明は現状難しいが、ご要請に応じ訪問での対応を実施していく方向。

ご説明のポイント

- **緊急時初動は、即対応できる発電機出力を抑制。**（OLR含む）
- **公平性を考慮した、定格容量比率按分による発電抑制の実施。**
- **発電抑制実施後の発電事業者様による、速やかな発電計画の変更連絡。**

3 - 2. 給電申合書への緊急的対応の追記について

■ 緊急時対応の記載内容（抜粋）。a、b、c項目へ対応事項整理。

甲：発電事業者様 乙：東京電力PG

(3) 東京電力PGが維持・運用する供給設備のうち、電力広域的運営推進機関策定の「作業停止計画調整マニュアル」の適用範囲となる設備に故障が生じ、または故障が生じる恐れがある等で、緊急的に供給設備を停止し発電抑制が必要な場合

安全・設備保安
への対応

a. 乙は甲に対して、緊急時の対応として、設備損壊に至ることを防止する観点から、**供給設備の運用容量超過の解消を目的とした給電指令（OLR制御含む）を実施し**、甲は給電指令（OLR制御含む）に従うものとする。

公平性を考慮した
対応

b. **緊急時の給電指令後**（事故直後に、緊急時の発電抑制を伴わなかった場合を含む）、乙は甲に対し**公平性を考慮した定格容量比率按分による発電抑制に移行する給電指令を実施**する。

甲は給電指令に従い、指定時刻までに指定された出力以下に変更するものとする。なお、発電制約量売買方式を適用する場合、乙から指定された出力に、発電制約量売買方式の値を加減算した出力以下に変更するものとし、乙から給電指令を受けた際に乙にその旨を連絡するものとする。

速やかな発電計画
変更、関係事業者
間での連絡対応

c. **甲は発電抑制に基づく発電計画の変更を発電計画提出者へ連絡**する。

3 - 2. 給電申合書への緊急的対応の追記について

- 発電機出力変更に関する給電指令にご理解を頂くため、事例を明示。

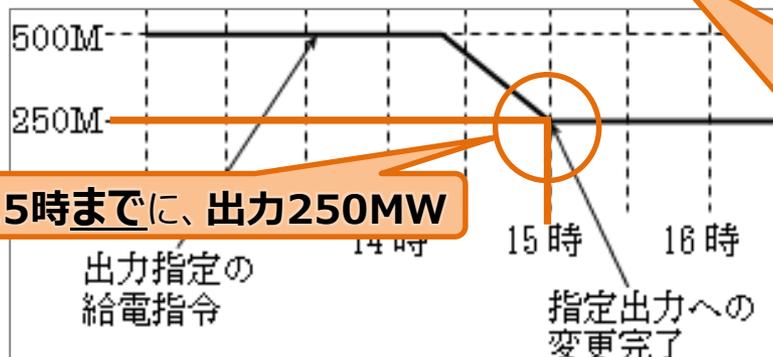
<指定時刻・指定出力の事例>

【15時までに、発電機出力を250MWへ変更】

- ≫ 15時までに、発電抑制を完了するのか？
- ≫ 15時から、発電抑制の操作を行うのか？

給電指令の授受にあたり、誤解を招いてしまう場合がある

● 給電申合書へ事例を記載



発電抑制に関する、指定時刻と指定出力の給電指令の内容に、誤解を、招くことが無いよう、給電申合書において、発電事業者様と認識の共有化を図らせて頂きます。

3 - 3. 的確な発電抑制量算出の対応について

■ 今回の事例では、**限られた時間の中で事業者様向けに、正確な発電抑制量の算出が出来なかったことから、再発防止対策として、以下の取り組みを実施。**

- ①**抑制量算出ツールの運用ルールの整備及び全ての基データを見直し**
- ②**上記ツールを用いた当直者の習熟訓練の実施**

<①の取り組み背景>

▶▶ **事例1**：総定格容量算出時に、本来は7機で計上するところ、誤って6機で算出。

● 運用ルールの策定へ



▶▶ **事例2**：算出ツールの基データの設定値誤りで、定格容量以上の値を算出。

● 全ての基データを見直し



<②の取り組み概要>

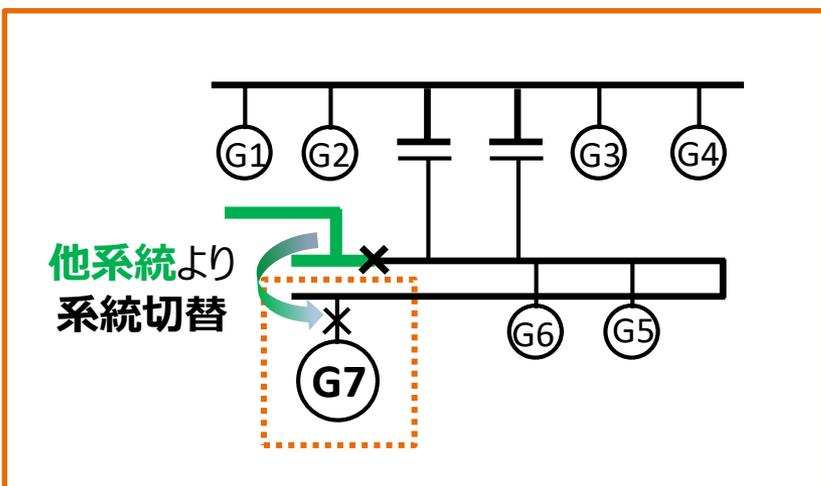
▶▶ **緊急時対応用の訓練プログラムを策定し、当直員を対象に訓練を実施。**



【参考】 3 - 3. 的確な発電抑制量算出の対応について

- 事例1の再発防止として、算出ツール運用方法の**カイゼン**を実施。
→ 系統変更の**都度**、**最新状況を反映**するように徹底。

<概要系統と事例概要>



誤

総定格容量算出時に、**本来7機計上**するところ、**誤って6機分**で算出。
計上が漏れた**1機**は、作業停止中で、通常は他系統に連系している発電機。

【誤】

当日分	定格出力	371	371	371	371
	系統設定	1	0	0	1

1035	0:00	371	371	0	0	371	2226
979	0:30	371	371	0	0	371	2226
922	1:00	371	371	0	0	371	2226
884	1:30	371	371	0	0	371	2226

① 事故当日、誤って**他系統の「0」**設定とした。

② **定格容量が誤算出。**

■ 総定格容量 : $G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + G6$

【正】

当日分	定格出力	371	371	371	371
	系統設定	1	0	1	1

1035	0:00	371	371	0	0	371	2597
979	0:30	371	371	0	0	371	2597
922	1:00	371	371	0	0	371	2597
884	1:30	371	371	0	0	371	2597

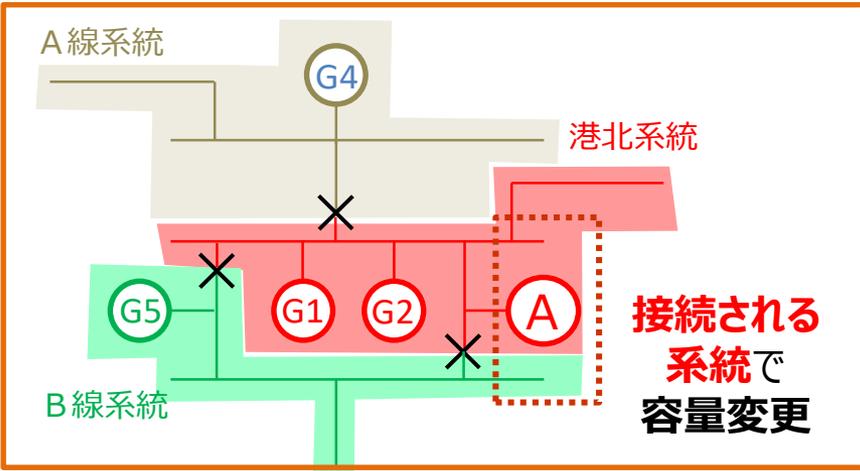
① **系統変更の都度、設定。**
当該系統接続→**「1」**設定。

② 緊急対応時、**必要な総定格容量**が算出。

■ 総定格容量 : $G1 + G2 + G3 + G4 + G5 + G6 + G7$

■ 事例2の再発防止として、算出ツールの基データに設定されていた定格容量値が間違っていたため、設定してある全ての基データの値を確認。
 → 港北線以外の系統も含めて、基データに設定してある発電制約が発生する系統の全ての値を確認して、修正実施。

<概要系統と事例概要>



誤

港北系統連系のA発電所の定格容量算出するところ、算出ツールの基データの設定値誤りで、G4とG5発電所の定格容量を加えた値で算出。

【誤】 基データより数値を表示

413	360
1	1
413	360
413	360
413	360
413	360

①算出ツール基データの設定値に誤り。

既存設定値:360→誤 ※数値は参考値です。

③系統設定時、誤った値を表示。

【正】 基データより数値を表示

413	254
1	1
413	254
413	254
413	254
413	254

①算出ツール基データの設定値を全てチェック。

既存設定値:254→正 ※数値は参考値です。

③系統設定時、正しい値が表示。

【参考】 3 - 3. 的確な発電抑制量算出の対応について

- **緊急時対応用の訓練プログラムを新たに策定**。2020年8月下旬より全当直員を対象に**訓練を実施**。以降、**継続的に実施**していく。
→**港北線運用給電所の全当直員を対象に、実施**。

<計画的な訓練の実施>

対象者	目 標	主な取組み内容
全当直員	制約量算出時間： 15分以内	制約量算出ツールを使用した 緊急時対応



- 2020年8月20日～9月1日の間、**全当直員**に対して**2ケース実施**。
- 2020年**12月**に**系統事故訓練との組合せ**で、**より実践的な訓練**を実施予定。