

# 直流設備を用いた一次調整力・二次調整力①の 広域運用可否について

2018年12月25日

北海道電力株式会社  
東北電力株式会社  
東京電力パワーグリッド株式会社  
中部電力株式会社  
北陸電力株式会社

関西電力株式会社  
中国電力株式会社  
四国電力株式会社  
九州電力株式会社

- 第5回需給調整市場検討小委員会の課題「直流設備に係る取り扱い」のうち、一次調整力・二次調整力①について、直流設備を介した運用に関する技術的な制約を整理したため、報告する。

## 本日の議論の対象 (2/3)

出所) 第5回需給調整市場検討小委員会 (2018.7.31) 資料3をもとに作成  
[https://www.occto.or.jp/linkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2018/2018\\_jukyuchousei\\_05\\_halfu.html](https://www.occto.or.jp/linkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2018/2018_jukyuchousei_05_halfu.html)

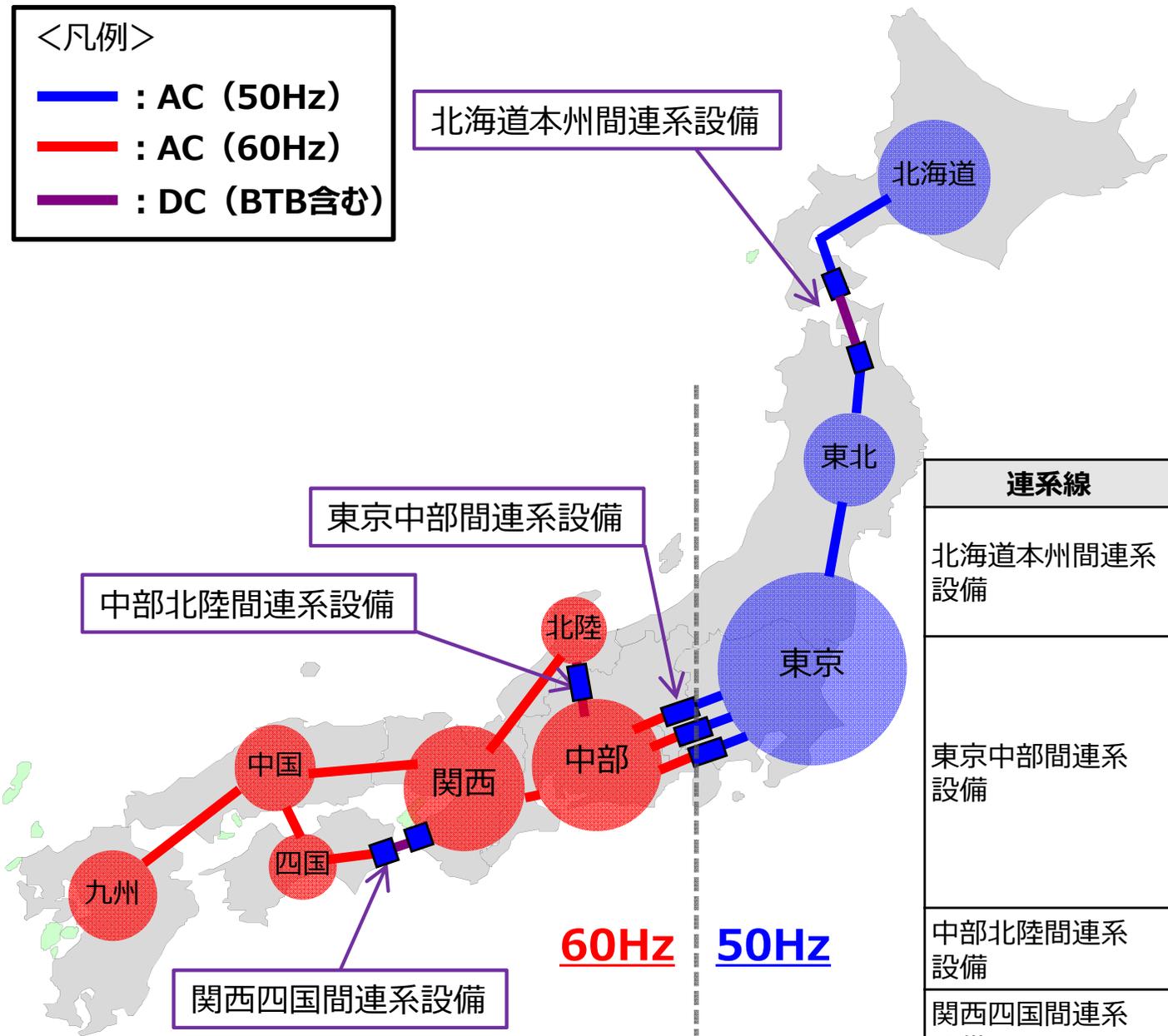
2

課題	これまでの議論の方向性	小委における論点
2-1 一般送配電事業者間の契約・精算プロセス	✓ 精算に必要なデータ (エリア情報、価格情報等) はシステムから抽出	✓ kWh単価がインバランス制度の基準となることを踏まえたTSO-TSO間の精算の考え方
2-2 直流設備に係る取り扱い		✓ 商品に応じた直流設備固有の制約 (調整力の運用における交流設備との違い)
2-3 運用段階での設備トラブル時等の対応		✓ 平常時以外の対応スケジュール ・需給逼迫時、連系線事故時 ・広域需給調整システム (運用) のトラブル時 など

- 既存の直流連系設備は、緊急時の電力応援や常時の電力受給等での使用を前提とし、融通電力量が多頻度に変化しないものとして開発・設計している。
  - 既存の直流連系設備に、中給システムから送信する電力量設定値（指令値）は5分単位。
  - 調整力の広域運用に際し、三次調整力①では15分間隔、二次調整力②では5分間隔、二次調整力①や一次調整力では数秒～数十秒間隔で融通電力量の変更が必要。
  
  - また、既存の直流連系設備は、融通電力量の変更の都度、周辺系統の電圧を変動させてしまうため、調相設備の自動制御により、周辺系統の電圧を適正に維持している。
  - 融通電力量の変更が多頻度でおこなわれることで調相設備の開閉器の開閉回数が増えると、点検周期が短くなり、連系設備の作業停止頻度の増加が懸念される。
- （既存の直流連系設備は、主流であった他励式の交直変換器を採用しているが、増設中の新北本連系設備や東京中部間連系設備の更なる増設分においては、自励式を採用。  
自励式の場合、融通電力量に応じた電圧の変動が他励式の場合ほど大きくないため、調相設備の開閉頻度は問題とならない。）
- なお、交流設備の迂回ルートがある場合、直流設備を制御する必要がないため、原則として交流設備を活用し、運用することになる。

<凡例>

- : AC (50Hz)
- : AC (60Hz)
- : DC (BTB含む)



連系線	設備名 (通称名)	容量	備考
北海道本州間連系設備	北本連系設備(既設)	60万kW	
	新北本連系設備	30万kW	2019年運転開始予定
東京中部間連系設備	新信濃 1 FC	30万kW	
	新信濃 2 FC	30万kW	
	東清水FC	30万kW	
	佐久間FC	30万kW	
	飛騨信濃直流連系設備(HVDC FC)	90万kW	2021年運転開始予定
中部北陸間連系設備	南福光BTB	30万kW	交流設備の迂回ルートあり
関西四国間連系設備	阿南紀北連系設備	140万kW	交流設備の迂回ルートあり

出所) 広域機関 2018年度年次報告書をもとに作成  
[https://www.occto.or.jp/houkokusho/2018/2018\\_nenjihoukokusho.html](https://www.occto.or.jp/houkokusho/2018/2018_nenjihoukokusho.html)

## 03 | 広域需給調整システム(運用)における各直流設備が対応可能な商品について

広域需給調整システム(運用)において、需給調整市場の商品が各直流設備で対応可能かどうか一覧に纏めた。なお、本資料では三次調整力①と二次調整力②への対応方法を検討しており、二次調整力①と一次調整力の対応方法は今後検討を行う。

連系線	設備名 (通称名)	(参考) 卸電力取引	(参考) 三次②※1	三次①	二次②
北海道本州間連系設備	北本連系設備(既設)	○※2	○※2	△※2,3	△※2,3
	新北本連系設備	○※2	○※2	○※2	○※2
東京中部間連系設備	新信濃1 FC	—※4	—※4	—※4	—※4
	新信濃2 FC	○	○	△※5	×
	東清水FC	○	○	×	×
	佐久間FC	—※4	—※4	—※4	—※4
	飛騨信濃直流連系設備(HVDC FC)	○	○	○	○
中部北陸間連系設備	南福光BTB	○※6	○※6	○※6	○※6
関西四国間連系設備	阿南紀北連系設備	○※6	○※6	○※6	○※6

※1:発動の際は連系線潮流管理値を30分間隔で変更することとなるため、卸電力取引と同様に既存設備は対応可能

※2:一部、直流設備の制約を考慮して運用

※3:新北本連系設備と併用した運用は行わない

※4:マージン設定対象のため、対象外

※5:飛騨信濃直流設備運転開始までは、暫定的に対応可能

※6:原則、交流設備を優先して運用

- 現状の各直流設備は、周波数制御のための調整力商品（一次調整力・二次調整力①）に対応するための電圧調整設備や制御設備等を備えておらず、広域運用には設備上の課題がある。

設備名<通称名>	二次①	一次	主な制約事項等
北本連系設備（既設）	×	×	・北海道エリアの周波数変動抑制等のため5分単位に変化させる電力量を制限して5分単位で運用しており、一次、二次①の広域運用は不可。
新北本連系設備	×	×	
新信濃1FC	×	×	・中給システムから送信する電力量設定値が通常5分単位のため、一次、二次①の広域運用は不可。 ・補助リレーの接点摩耗や調相設備の熱耐量等の課題があるため、一次、二次①の広域運用は不可。
新信濃2FC	×	×	
東清水FC	×	×	・中給システムから送信する電力量設定値が通常5分単位のため、一次、二次①の広域運用は不可。 ・計画潮流量変化の大きい点に合わせ、上位システムで事前に手動で電圧調整を実施する必要があるため、一次、二次①の広域運用は不可。
佐久間FC	×	×	・電力量設定値が手入力であり、数秒～数十秒間隔の変更に追いつけないため、一次、二次①の広域運用は不可。
飛騨信濃直流連系設備 （HVDC FC）	×	×	・中給システムから送信する電力量設定値が通常5分単位のため、一次、二次①の広域運用は不可。
南福光BTB	×	×	・中給システムから送信する電力量設定値が通常5分単位のため、一次、二次①の広域運用は不可。
阿南紀北連系設備	×	×	・中給システムから送信する電力量設定値は通常5分単位のため、一次、二次①の広域運用は不可。

## ■ 北海道本州間連系設備における一次調整力、二次調整力①の広域運用に係る課題は以下のとおり。

- 一次調整力、二次調整力①の広域運用については、北海道エリアの周波数変動抑制や電圧変動抑制の観点から5分単位に変化させる電力量を制限（段差制約※<sup>1</sup>）して5分単位で運用しているため、不可。
- また、段差制約の範囲内で、二次調整力②～三次調整力②の広域運用と、一次調整力、二次調整力①の広域運用のどちらを優先させるか、連系線活用順位の扱いや、平常時AFC機能※<sup>2</sup>との協調制御といった課題がある。

※1 新北本連系設備の場合、北海道エリアの周波数変動抑制のため、一度に制御する電力を5万kW/5分に制限。  
（既設北本連系設備についても同様。ただし、計画潮流40万kW超過時は電圧変動抑制のため3万kW/5分に制限。）

※2 両端の周波数を検出し電力量を補正する機能（最大で±6万kW）。  
なお、北海道本州間連系設備は、大きな周波数変動があった場合に、瞬時に運用容量まで送受電するための緊急時AFC機能も具備している。緊急時AFCは周波数の回復を優先し、電圧変動等による制約の逸脱を一定程度許容している。

- 既設FCにおける一次調整力、二次調整力①の広域運用は、「補助リレーの接点摩耗」等による制約があるため困難。
- HVDC FCで一次調整力、二次調整力①を広域運用するために、指令値の伝送遅延を例えば10秒以内に短縮するには、「広域機関～中給～変電所～HVDC FC」のシステム全体の設計を考慮した抜本改修が必要となる。
- また、HVDC FCに連続的に電圧調整が可能な調相設備を設置する場合、約45～90億円を要することから、電力・ガス取引監視等委員会の連系線の活用方法に係る検討結果を踏まえ、費用対効果について別途検討が必要。

〔 ×：致命的な制約となるもの， △：制約の可否を現時点で判断できないもの， -：制約とならないもの 〕

主な制約事項	一次・二次①の広域運用にあたって制約となる事項			設備改修等による対応	
	既設FC	HVDC FC	備考	概算費用 [億円]	内容
制御装置の補助リレーの接点摩耗	× 東清水以外	-	原則的に16分/回までが限度※1 (補助リレー取替時はFC停止が必要)	リプレイスと同等	接点レス補助リレーに取り替え
調相設備（電力用コンデンサ）の熱耐量	△	△	開閉頻度の増加に伴う遮断器の開放点検周期の短縮が考えられるが実績がないため現時点では判断が困難（調相設備の開閉頻度が極端に増加しない範囲での運用に限定することになるか）	45 (90)	連続的な電圧調整可能な調相設備の設置  〔 SVC : 約45億円※2 STATCOM : 約90億円※2 〕
調相設備の遮断器に係る動作責務	△	△			
連系線潮流の変化による手動での電圧調整	× 東清水のみ	-	手動での電圧調整が必要なため30分周期が限度		
指令値の伝送遅延	×	×	最大13秒程度の伝送遅延が発生	リプレイスと同等	制御設備改修、指令値伝送フロー見直し
指令値の制御周期	× 佐久間以外	×	中給システムから送信する電力量設定値は通常5分単位		
手動による電力量設定	× 佐久間のみ	-	手動での電力量設定であるため30分周期が限度	-	-

※1 飛騨信濃直流設備運転開始までは、暫定的に対応可能

※2 装置代のみの概算費用であり、別途用地代等が発生する見込み

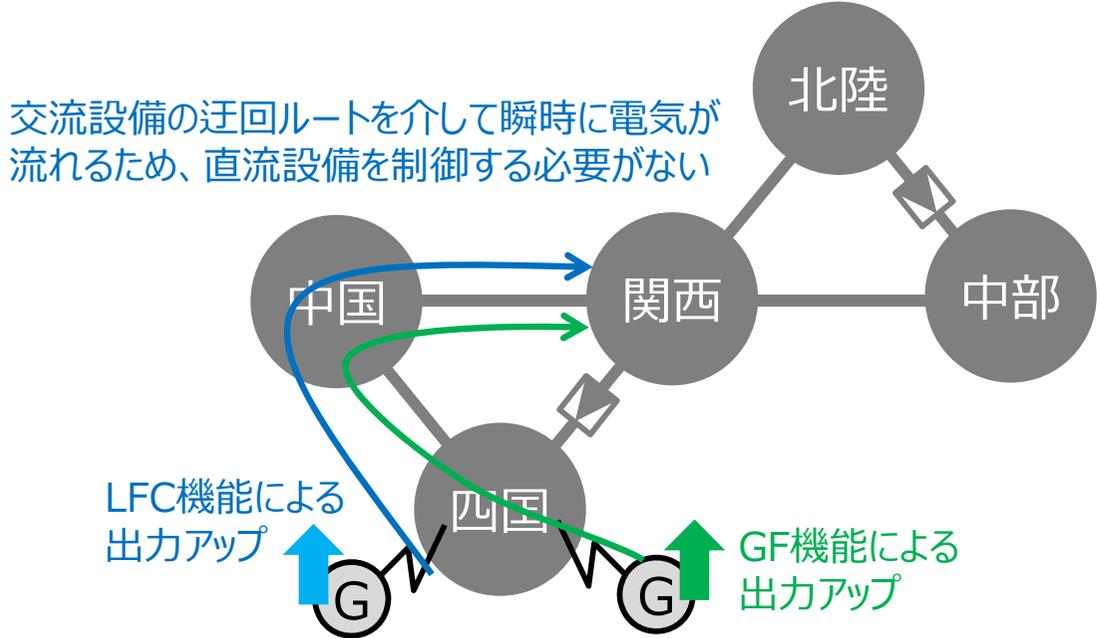
- 交流設備による迂回ルートがある南福光BTB、阿南紀北連系設備においては、交流設備による迂回ルートを活用することで直流設備を制御する必要がなく、一次調整力・二次調整力①の広域運用に支障がない。

【交流連系の迂回ルートを考慮した場合の広域運用可否】

設備名<通称名>	二次①	一次
南福光BTB	×	×
阿南紀北連系設備	×	×

➔

設備名<通称名>	二次①	一次
南福光BTB <b>(交流設備の迂回ルートを考慮)</b>	× <b>(○)</b>	× <b>(○)</b>
阿南紀北連系設備 <b>(交流設備の迂回ルートを考慮)</b>	× <b>(○)</b>	× <b>(○)</b>



# 現状の各直流設備の制約を考慮した各調整力商品の広域運用可否について

○ 現状の各直流設備の制約を考慮した各調整力商品の広域運用可否について整理すると以下のとおり。

## 【現状設備における各調整力商品の広域運用可否】

連系線	設備名<通称名>	(参考) 卸電力取引	(参考) 三次②※1	(参考) 三次①	(参考) 二次②	二次①	一次
北海道本州間連系設備	北本連系設備 (既設)	○※2	○※2	△※2,3	△※2,3	×	×
	新北本連系設備	○※2	○※2	○※2	○※2	×	×
東京中部間連系設備	新信濃1FC	—※4	—※4	—※4	—※4	—※4	—※4
	新信濃2FC	○	○	△※5	×	×	×
	東清水FC	○	○	×	×	×	×
	佐久間FC	—※4	—※4	—※4	—※4	—※4	—※4
	飛騨信濃直流連系設備	○	○	△※7	△※7	×	×
中部北陸間連系設備	南福光BTB (交流設備の迂回ルートを考慮)	○	○	○※6	○※6	×	×
関西四国間連系設備	阿南紀北連系設備 (交流設備の迂回ルートを考慮)	○	○	○※6	○※6	×	×

※1：発動の際は連系線潮流管理値を30分に変更することとなるため、卸電力取引と同様に既存設備は対応可能

※2：一部、直流設備の制約を考慮して運用

※3：新北本連系設備と併用した運用は行わない

※4：マージン設定対象

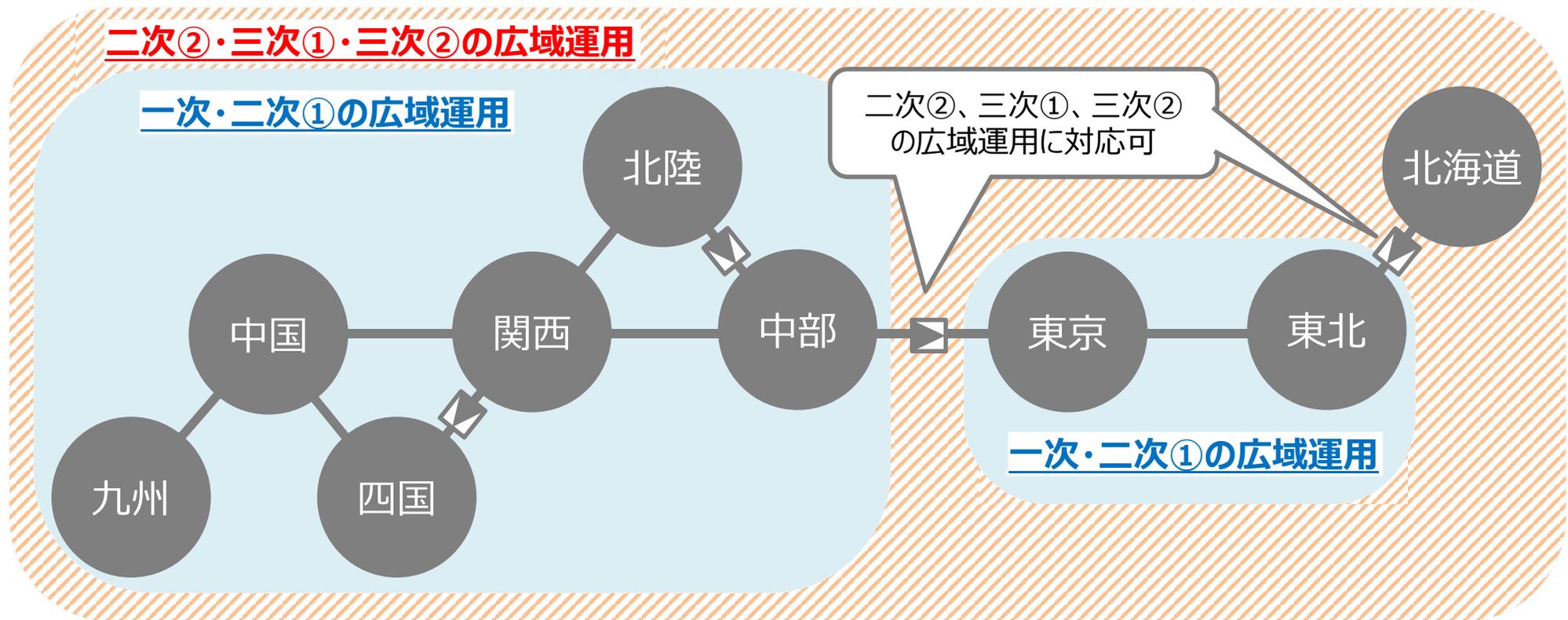
※5：飛騨信濃直流設備運転開始までは、暫定的に対応可能

※6：原則、交流設備を優先して運用

※7：調相設備の開閉頻度が極端に増加しない範囲での運用に限定（開閉頻度の増加に伴う遮断器の開放点検周期の短縮を回避）

- 交流設備の迂回ルートがない北海道本州間連系設備と東京中部間連系設備のうち、既存設備や現在構築中の設備について、一次調整力・二次調整力①の広域運用には設備上の課題があり、現状の直流設備の制約を考慮した各調整力の広域運用に関する検討可能な範囲をまとめると以下イメージ図のとおり。  
(広域運用可能な範囲に関して直流設備の制約以外の課題についても別途検討が必要。)
- なお、いずれの調整力商品においても直流設備を用いた広域運用は、段差制約や最低潮流制約、反転制約といった運用制約を満たす範囲での運用となる。

**【現状の直流設備の制約を考慮した各調整力商品の広域運用に関する検討が可能な範囲（イメージ）】**



以上