

東北東京間連系線増強後の運用容量の見通しと対応 (報告)

2024年12月25日

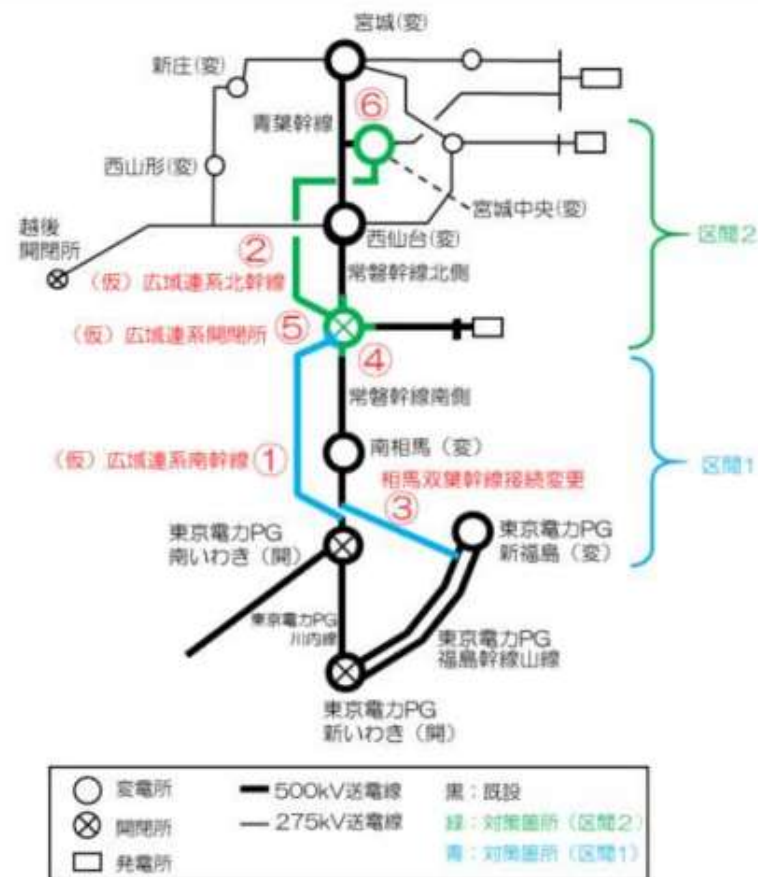
広域系統整備委員会事務局

- 東北東京間連系線は、2015年4月に当該連系線を活用した広域的取引の拡大を希望する電気供給事業者からの提起を機に、計画策定プロセスが開始され、2017年2月に「東北東京間連系線に係る広域系統整備計画（以下、整備計画）」を策定した。
- 整備計画策定以降、連系線利用ルールの変更等があったことに伴い、電気供給事業者の応募辞退があったが、費用を十分に上回る社会的便益が認められたことから、計画通り工事を進めることとし、2021年5月に整備計画の再策定を行った。
- 同連系線は2027年11月に整備を完了する予定であり、これにより**東北東京間連系線の東京向き運用容量は、573万kWから1,028万kWへ拡大する計画**となっている。
- 今般、**足元の電源稼働状況等が整備計画の再策定時の想定から変化したことにより、東北東京間連系線の東京向き運用容量が1,028万kWへ拡大できないことが確認された。ただし、将来的には、整備計画再策定時の想定となれば、同連系線運用容量が1,028万kWとなる見通し**であることも確認している。
- 本日は当該連系線の運用容量および潮流状況に関する見通しを報告するとともに、**新たに整備される東北東京間連系線の設備容量を有効活用するための対策**についてご報告する。

(参考) 東北東京間連系線に係る広域系統整備計画の工事概要

3

■ 東北東京間の連系線を455万kW (573万kW→1,028万kW) 増強する。



◆ 費用の概算額 : 3,539億円
 工事費の概算額 : 1,533億円
 運転維持費の概算額 : 2,006億円

◆ 工事完了予定時期 : 2027年11月

◆ 事業実施主体 : 東北NW、東京PG

工事 区間	個別工事件名	事業 実施主体
区間 2	⑥ 宮城中央(変)引出	東北NW
	② 宮城丸森幹線新設	東北NW
	④ 丸森(開)既設送電線引込	東北NW
	⑤ 丸森開閉所新設 送電線引出	東北NW
区間 1	① 丸森いわき幹線新設	東北NW
	南いわき(開)PCMリレー取替	東京PG
	③ 相馬双葉幹線接続変更	東北NW
	福島幹線山線No.10鉄塔建替	東京PG
その他	調相設備整備、給電システム改修 系統安定化システム整備	東北NW
	給電システム改修	東京PG

1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

- 整備計画策定後、提起者1社及び応募者4社からの辞退申し出があったが、現行規模にて費用を十分に上回る社会的便益が認められたため、工事規模については当初計画から変更しないことと整理した。
- その際の**前提条件は、2018年度供給計画の最終年度の電源を基本**としていたが、足元の電源動向と比較すると、**再エネおよび原子力の設備量に変化**が確認された。

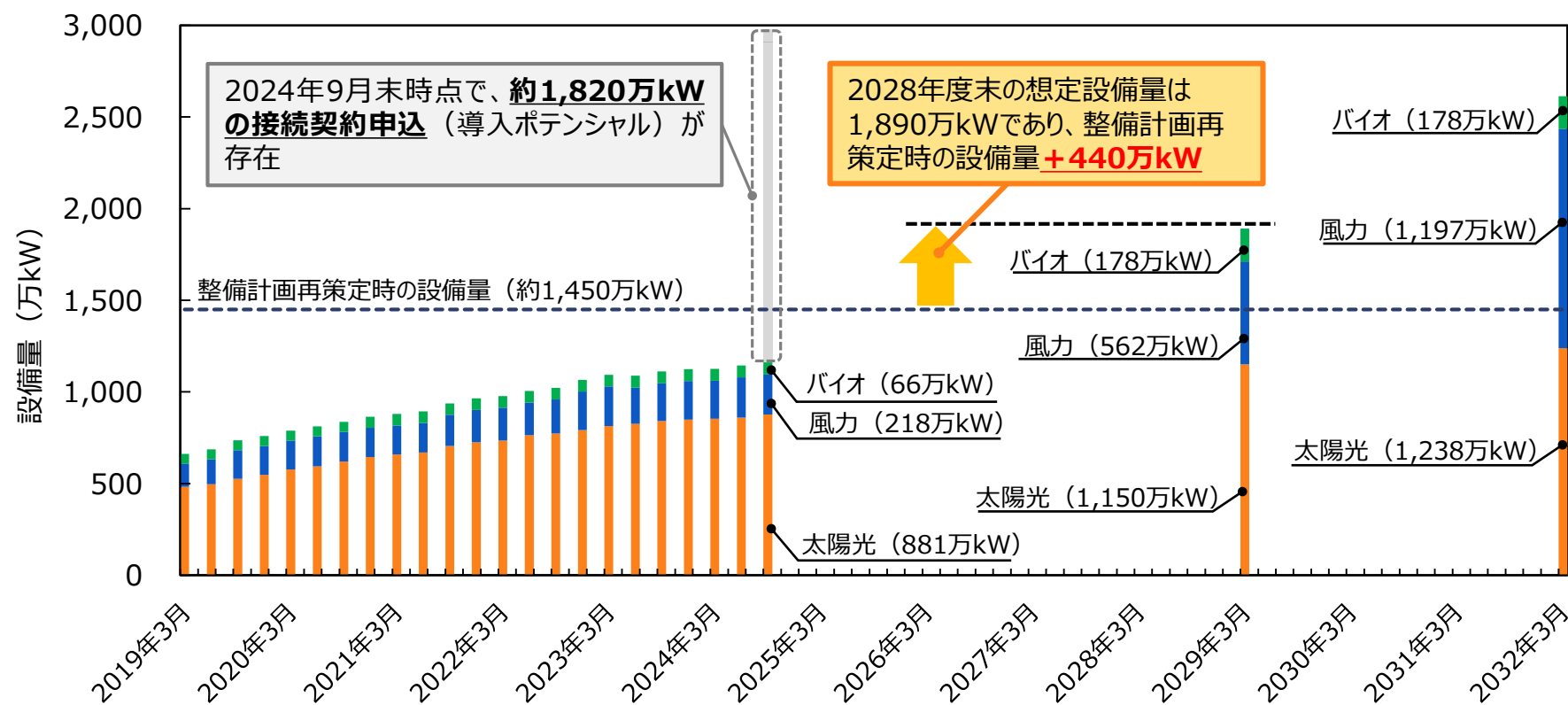
3-4. 前提条件（電源構成、需要）

18

- 今回の費用対便益評価を行ううえで、連系線潮流シミュレーションのベースシナリオは、2018年度供給計画の最終年度(2027年度)の全国の電源構成、需要を基本とする。
- 再エネと火力については、供給計画に加え、蓋然性の高い電源を考慮する。
- その他、利用率等は下表のとおり。

項目	設定内容
電源構成	再エネ ■ 設備量：2018年度供給計画（2027年度） + 北部募プロ連系可能量 353万kW （太陽光：2万kW、風力339万kW、その他12万kW） ■ 利用率：2018年度供給計画（2027年度）の利用率ベース
	原子力 ■ 設備量：既設設備（廃炉決定済は除く）+ 工事着手済 ■ 利用率：72.8%（震災前30ヶ年平均）
	火力 ■ 設備量：2018年度供給計画最終年度（2027年度末時点） + 本プロセス応募電源（系統接続申込を取り下げた電源は除く） ■ 利用率：広域メリットオーダーシミュレーション結果により変化
需要	■ 2018年度供給計画（2027年度）H3需要、電力量ベース

- 日本版コネクト&マネージの取組により、東北エリアの再エネ導入量は堅調に増加しており、2028年度頃には**整備計画再策定時の前提条件（設備量）を約440万kW上回る**見通し（その後、「東北北部エリア電源接続案件募集プロセス（以下、北部募プロ）」の入札対象工事の運開が見込まれる2032年度末では、さらに増加する）。
- なお、変動性再エネである**太陽光・風力発電所は、ローカル系統以下に連系**するものであり、かつ、**太陽光発電所は東北南部エリアに、風力発電所は東北北部エリアに偏在的に導入が進む**見通し。



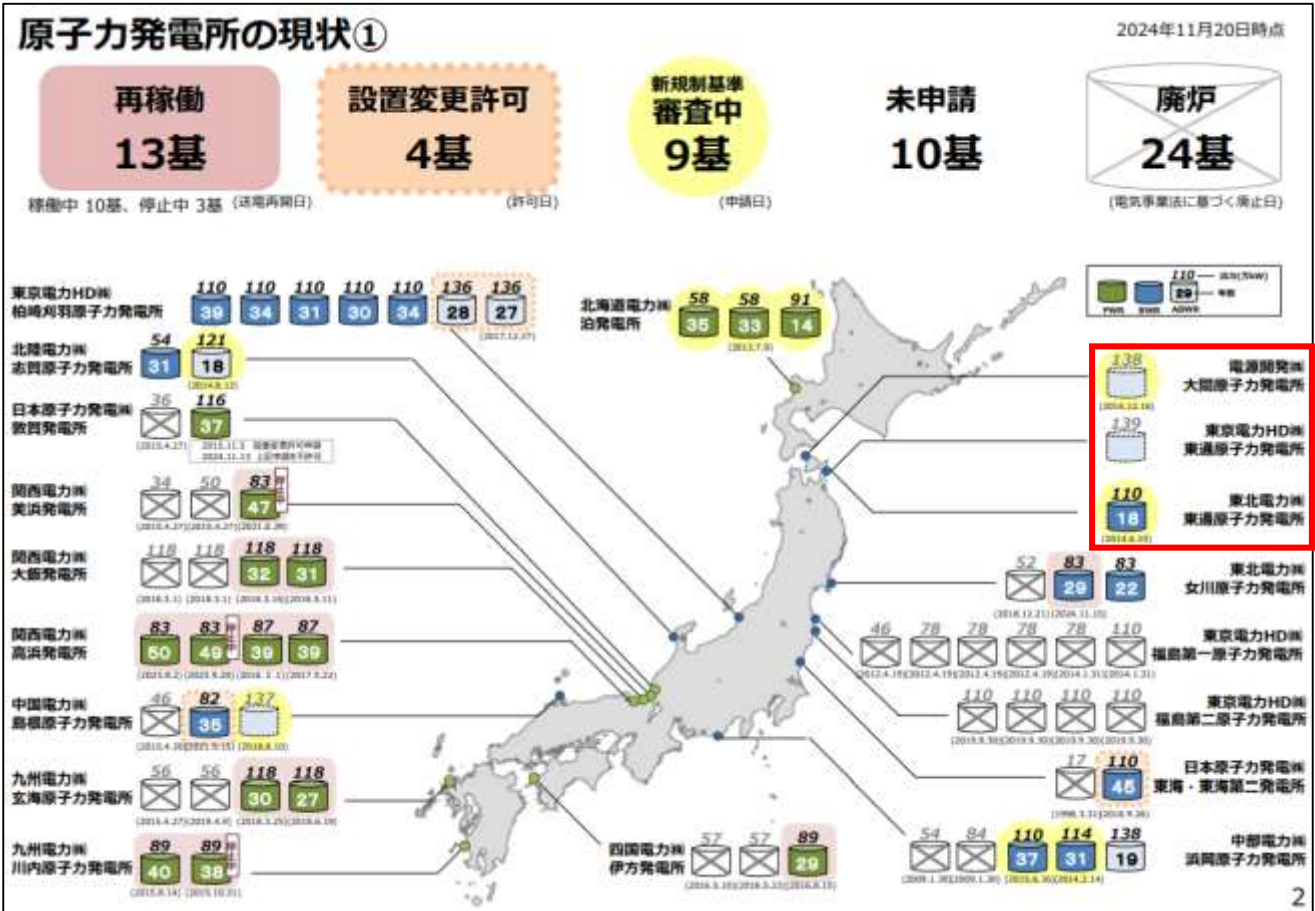
出所）東北電力ネットワーク「再生可能エネルギーの接続・申込状況（2024年9月末）」公表データより作成

※2028年度末および2031年度末設備量は、足元の連系申込状況を東北電力NWより聞き取りした値

<https://nw.tohoku-epco.co.jp/consignment/system/status/>

■ 現在、東北エリアにおける原子力電源設備量は、2024年10月29日に原子炉起動した女川2号機（83万kW）のみであり、整備計画再策定時に稼働を想定していた**500kV系統に連系する原子力電源※1は、新規制基準の審査中・未申請**の状況にある。

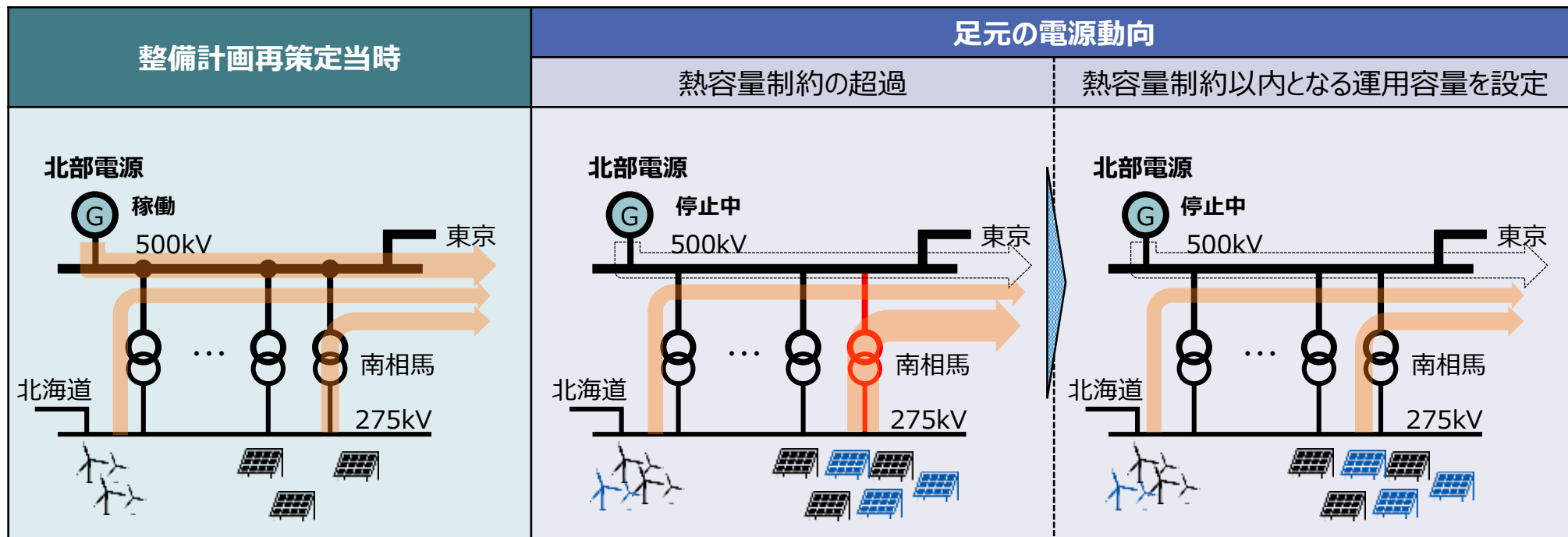
※1 既設東北電力(株)東通（110万kW）および、整備計画再策定時に工事着手済みであった電源開発(株)大間1号機（138万kW）・東京電力(株)東通1号機（139万kW）



- 整備計画再策定当時は、**500kV系統を北部から南部に縦断する潮流と275kV系統以下から余剰分として広域的に取引される再エネ電源からの逆潮流**が東北東京間連系線を介して東京以西へ送電される見通しであった。
- 他方、足元の電源稼働状況を踏まえると、275kV系統以下の再エネ出力が増加することから、275kV以下系統から500kV系統へ突き上がる潮流により、**南相馬変電所等で熱容量制約の超過が生じる見通し**である。
- この場合、送配電等業務指針（第195条）に基づき、**流通設備（南相馬変電所※）に流れる潮流を熱容量その他の設計上の許容値以内とできる東北東京間連系線の潮流の最大値が運用容量となる**。

※ 熱容量制約の超過量が最も大きい流通設備は南相馬変電所であるため

東北エリアにおける夏季昼間帯の潮流イメージ



- 地域間連系線の運用容量の算出の考え方は、送配電等業務指針 第195条の通り、**流通設備に流れる潮流を熱容量等制約以内とするように運用容量を算出することと定めている。**
- 実際に、上記の考え方に基づき、短工期対策以前の東北東京間連系線では、**「平常時の南相馬変電所変圧器潮流が連続容量値以内となること」を熱容量限度値の考え方**とし当該連系線の運用容量を算出していた。

<参考> 送配電等業務指針 (抜粋)

32

【送配電等業務指針】

(運用容量の算出の考え方)

第195条 連系線の運用容量は、電力設備に通常想定し得る故障が発生した場合においても、電力システムの安定的な運用が可能な容量とする。

2 連系線の運用容量は、次の各号に掲げる潮流の値の最小値とする。

- 熱容量等 設備健全時、又は、電力設備のN-1故障が発生した場合において、流通設備に流れる潮流を熱容量その他の設計上の許容値以下とできる連系線の潮流の最大値。ただし、この号における熱容量とは、流通設備に電流が流れた際の当該設備の温度が当該設備を継続的に使用することができる上限の温度となる潮流の値をいう。
- 同期安定性 通常想定し得る範囲において、送電線、変電所又は開閉所の母線その他発電機間の同期状態に影響を与える可能性のある電力設備の故障が発生した場合に、発電機間の同期状態が保たれ、発電機の安定運転を維持できる連系線の潮流の最大値から需要等の瞬時的な変動に伴う潮流の偏差量を控除した値。
- 電圧安定性 通常想定し得る範囲において、送電線、変電所又は開閉所の母線その他電力システムの電圧の安定性に影響を与える可能性のある電力設備の故障が発生した場合に、電力システムの電圧を安定的に維持できる連系線の潮流の最大値から需要等の瞬時的な変動に伴う潮流の偏差量を控除した値。
- 周波数維持 連系線が遮断し電力システムが分離した場合において、電力システムの周波数を安定的に維持できる連系線の潮流の最大値。

2. 熱容量限度値の考え方と判定基準 (1)

27

<考え方>

- 東北東京間連系線N-1故障時における残りの設備が連続容量値以内となること
- 平常時の南相馬変電所変圧器潮流が連続容量値以内となること

- 発電機の並解列・流通設備停止により南相馬変電所変圧器の連続容量が制約となる場合がある
- 制約となる場合は、南相馬変電所変圧器潮流が連続容量値となった時の東北東京間連系線潮流が熱容量限度値となる

$$\text{東北東京間連系線潮流} = \text{常態幹線潮流} + \text{南相馬変電所変圧器潮流} \quad (\Rightarrow \text{熱容量限度値}) \quad (\text{連続容量値})$$

- 南相馬変電所変圧器1バンク故障時は電源制限を織り込む



- なお、2022年12月21日以降には、ノンファーム型接続適用に伴う混雑管理として、調整電源を活用した再給電方式が導入されているため、**基本的に、地内流通設備の系統混雑は、GC以降に一般送配電事業者がエリア内の調整電源等を持ち替えることで混雑処理することとなる。**
- しかしながら、**連系線近傍に位置する南相馬変電所等の場合、エリア内の調整電源等の持ち替えが困難**となることから、**現行の制度では、前頁の送配電等業務指針の考え方にに基づき、連系線運用容量を算出するほかない。**

南相馬変電所混雑時に再給電方式が困難となるイメージ



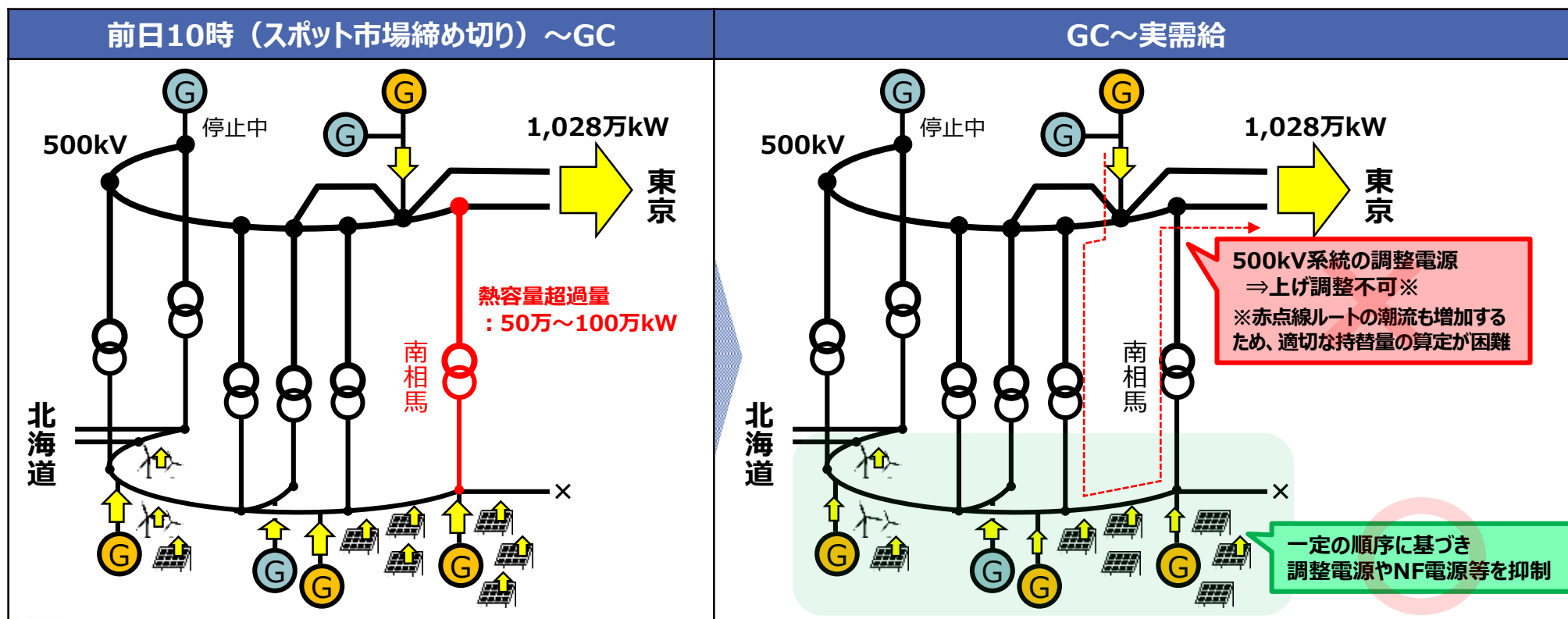
: 調整電源



: 再エネ電源



: その他電源



1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

- 整備計画完了（2027年11月）直後は、電源動向の変化や、整備計画再策定当時に前提としていた「北部募プロの入札対象工事完了」が未完であることから、東北東京間連系線の東京向き運用容量は680～850万kWとなり、**北部募プロの入札対象工事の段階的な運開にあわせて920～960万kWへ拡大する見通し**である。
- ただし、足元の電源稼働状況等が整備計画再策定当時の想定になれば、同連系線運用容量は少なくとも夏季昼間帯における運用容量は1,028万kWとなる見通しである。



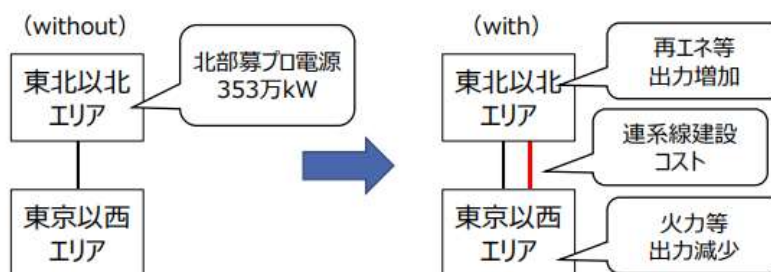
注1) 再エネが高出力となる想定等で試算した結果であるため、今後の電源動向や需給状況等により、日間・月間の中でも運用容量は変化する可能性あり
注2) 括弧内は運用容量決定要因（①-1 熱容量（南相馬変電所）、①-2 熱容量（西仙台変電所） ①-3 熱容量（新福島変電所）、② 同期安定性）

- 整備計画再策定当時は、北部募プロの入札を開始していたことを踏まえ、北部募プロに相当する電源が**系統連系する蓋然性は高いと考え、北部募プロの入札対象工事完了後を前提として費用便益評価等を算定**した。

3-2. 北部募プロと北本連系設備増強の織り込みについて

16

- 以下の理由により、**北部募プロについては織り込んだ状態で費用対便益評価を行うこととする。**
 - ✓ 北部募プロは、既に入札が行われ優先系統連系希望者が決定し、詳細検討まで進んでいる。
 - ✓ 今回、同連系線が増強されない場合の北部募プロ電源の抑制率を試算すると6%弱程度であった。FIT制度においても8%程度(720時間/8,760時間等)の無補償出力抑制が織り込まれていることを考慮すると、連系線の増強規模が電源開発判断に与える影響は小さいと考えられる。
 - ✓ 以上を踏まえると、東北東京連系線が増強されなかったとしても、北部募プロに相当する電源が系統連系した蓋然性は高いと考えられる。



連系線増強による総燃料費削減効果、CO2削減効果と連系線建設コスト（維持費含む）から費用対便益評価を行う

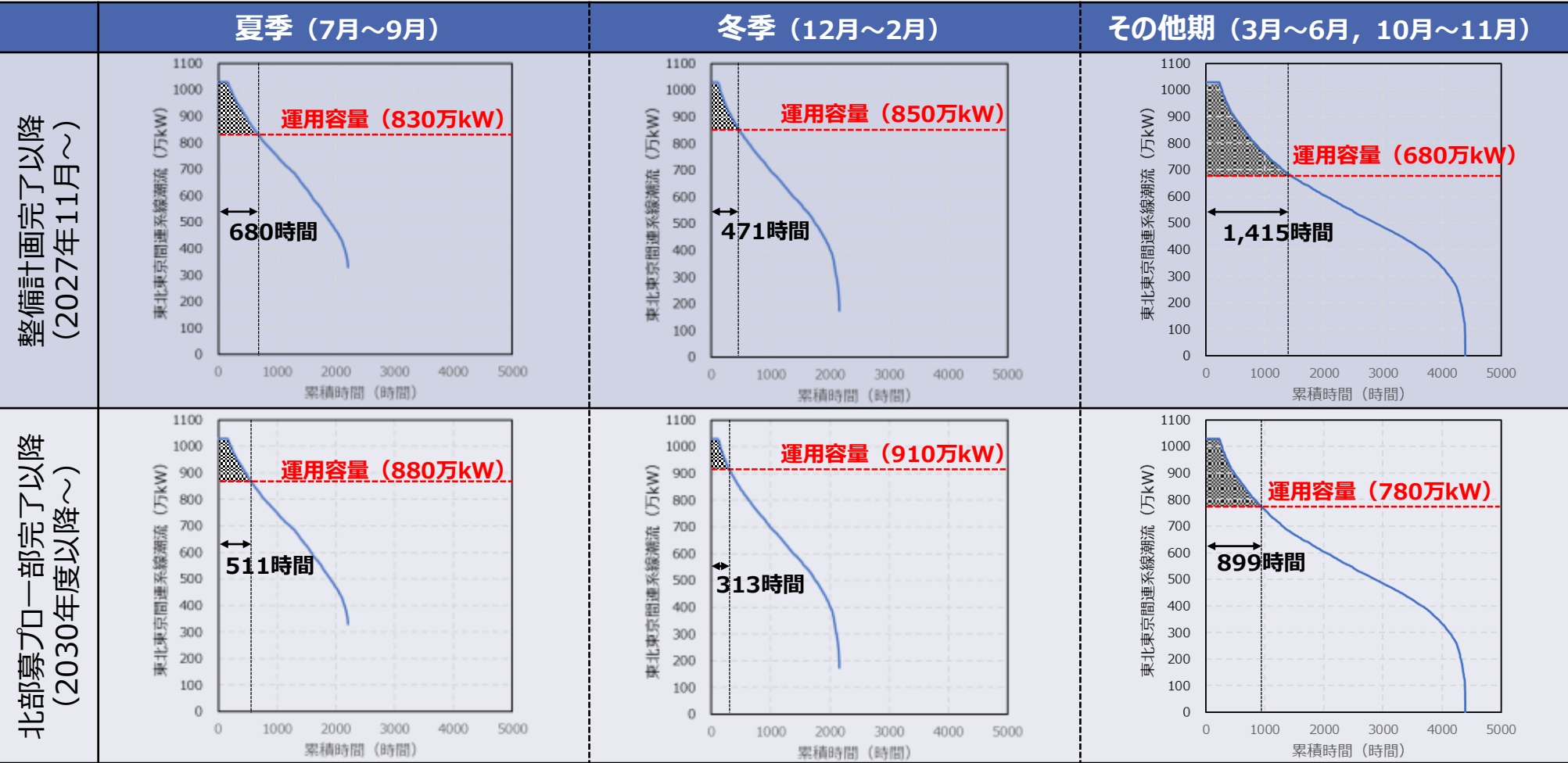
- 一方、北本連系設備の更なる増強は、現在、増強の是非が検討されており、現時点で増強計画が確定していない。このため、現時点で新々北本連系設備を織り込むことは適切ではない。

- 1

-  **電力広域の運営推進機関**
Organization for Cross-regional Coordination of
Transmission Operators (J-POWER)

1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

- 整備計画完了直後は、**年間の約30%で連系線混雑（地内を考慮）が生じる見通しであり、特にその他期の混雑が顕著。**
- この状況は、北部募プロの一部入札対象工事が完了する**2030年度以降は、年間の連系線混雑率は約20%へ改善**する見通しである（北部募プロ完了後は約12%へ改善）。



注) 東北東京間連系線の東京向き運用容量は需給状況等により変化するが、ここでは簡易的に期間中一定の運用容量にて試算

- 第83回本委員会において報告した「**2029年度における系統混雑に関する中長期見通し**」で構築した**広域メリットオーダーシミュレーションモデル**を使用し、整備計画完了後の東北東京間連系線の潮流状況を概算した。

系統混雑に関する中長期見通しの前提条件

14

- 2029年度の系統混雑に関する中長期見通しにおける前提条件は、第78回本委員会（2024年4月10日）で報告した通りであり、**2029年度末の電源・需要および系統構成を前提**とした。

系統混雑に関する中長期見通しの算出方法・前提条件

11

- 系統混雑に関する中長期見通しについて、第50回系統ワーキンググループで示された方針等に基づき、以下の方法・前提条件にて、算出を進めることとしてはどうか。

		前提条件
算出対象	算出項目	・混雑系統、混雑電力量、出力制御電力量等をエリア・系統毎に算出
	対象系統	・全ての基幹系統およびローカル系統を対象 ・対象年度までに使用開始する系統増強等を考慮
	対象年度	・5年度先を対象 (2024年度においては、2029年度の系統混雑を算出)
	評価断面	・年間8,760時間で算出
需 要		・最新の供給計画における当該年度をベースに蓋然性の高い新規需要として、算出対象年度末までに供給開始が想定される需要を考慮
電 源		・最新の供給計画における当該年度をベースに蓋然性の高い新規電源として、算出対象年度末までに運用開始が想定される電源の導入量を考慮
再エネ設備利用率		・エリア毎に過去の出力実績より想定

1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

- 整備計画完了直後は、電源動向の変化や、北部募プロ入札対象工事が未完であることから、東北東京間連系線の**東京向き運用容量は680～850万kW**となり、年間の約30%で同連系線混雑が発生する見通しである。
- この見通しは、**北部募プロの一部入札対象工事が完了する2030年度以降は東京向き運用容量が780～910万kWとなることで改善**するが、それまでの間（特に、その他期）は、当該連系線を介した広域的取引が制限される可能性がある。
- 他方で、将来的に整備計画策定当時の電源稼働状況等となれば、同連系線の運用容量は1,028万kWとなる。
- このように、2027年11月の整備計画完了直後の運用容量低下に対しては、運開に向けて早期に実現可能であり、かつ期間限定的な影響であることを考慮した**合理的な対策を講じることが望ましい**。
- 今回、東北電力ネットワークおよび東京電力パワーグリッドと連携し、整備計画完了後に併用を終了する計画であった**275kVいわき幹線を活用した期間限定的な対策を検討したため、その内容および実施についてご報告する**。

- 275kVいわき幹線は、整備計画（恒久対策）が完了するまでの短工期対策として、500kV相馬双葉幹線と併用されており、**整備計画完了後には、併用を終了（送電線片側の遮断器を開放）する計画**である。

1-5. 短工期対策

9

- 広域系統整備計画概要に示す流通設備の増強（以下「恒久対策」という。）の工期は長期間にわたることから、応募事業者の電力取引の開始希望時期に関するニーズが満たされない。
- このため、拡大できる運用容量は限定されるが短期間で実施できるような本連系線の運用容量の拡大対策（以下「短工期対策」という。）を恒久対策が完了するまでの対策として実施することとし、**500kV相馬双葉幹線と既設275kVいわき幹線を併用する。**

○工事概要

項目	概要
南相馬(変)短絡容量対策	遮断器（3台）等を許容電流が大きな機器へ取り替える。
電源制限装置	送電線熱容量対策及び同期安定性維持のために、制御装置及びこれに伴う通信設備を設置する。

○概略工期
3年程度

○概略工事費
約32億円

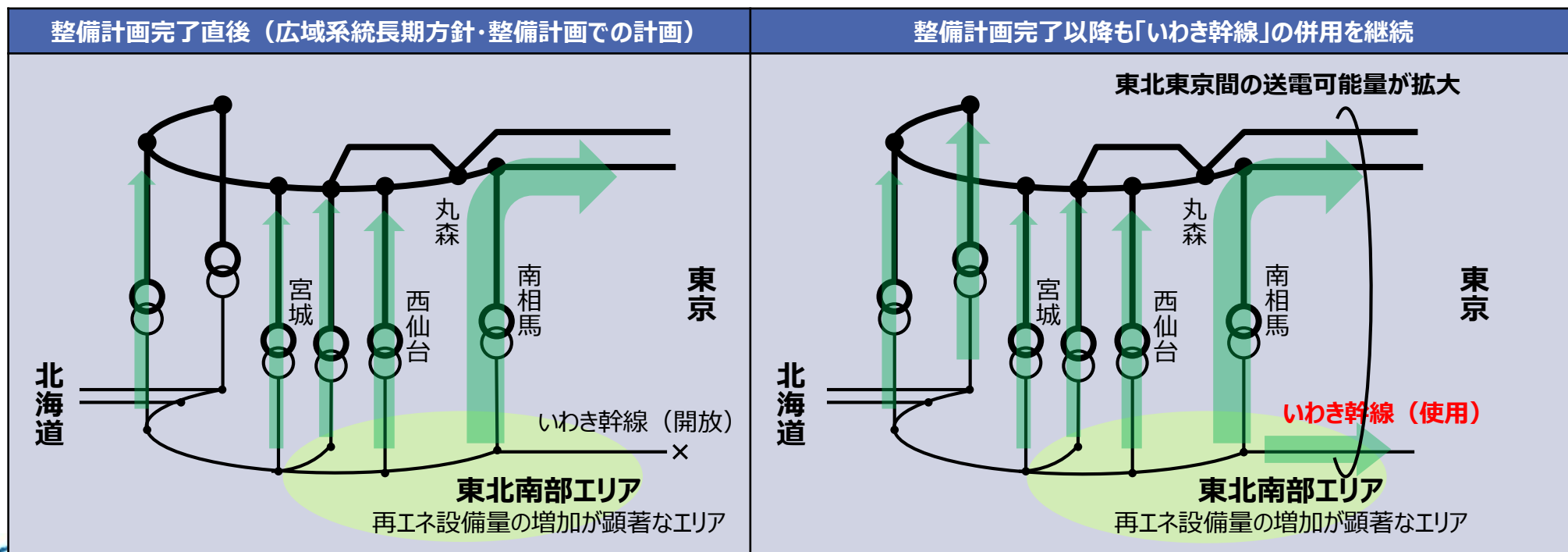
○対策後の運用容量（東北⇒東京向け）
623万kW（+50万kW）（ ）内は現状573万kWからの増加量

- 短工期対策の利用者は、応募事業者を対象とした入札を行い、1社（電力取引の量：50万kW）を選定した。

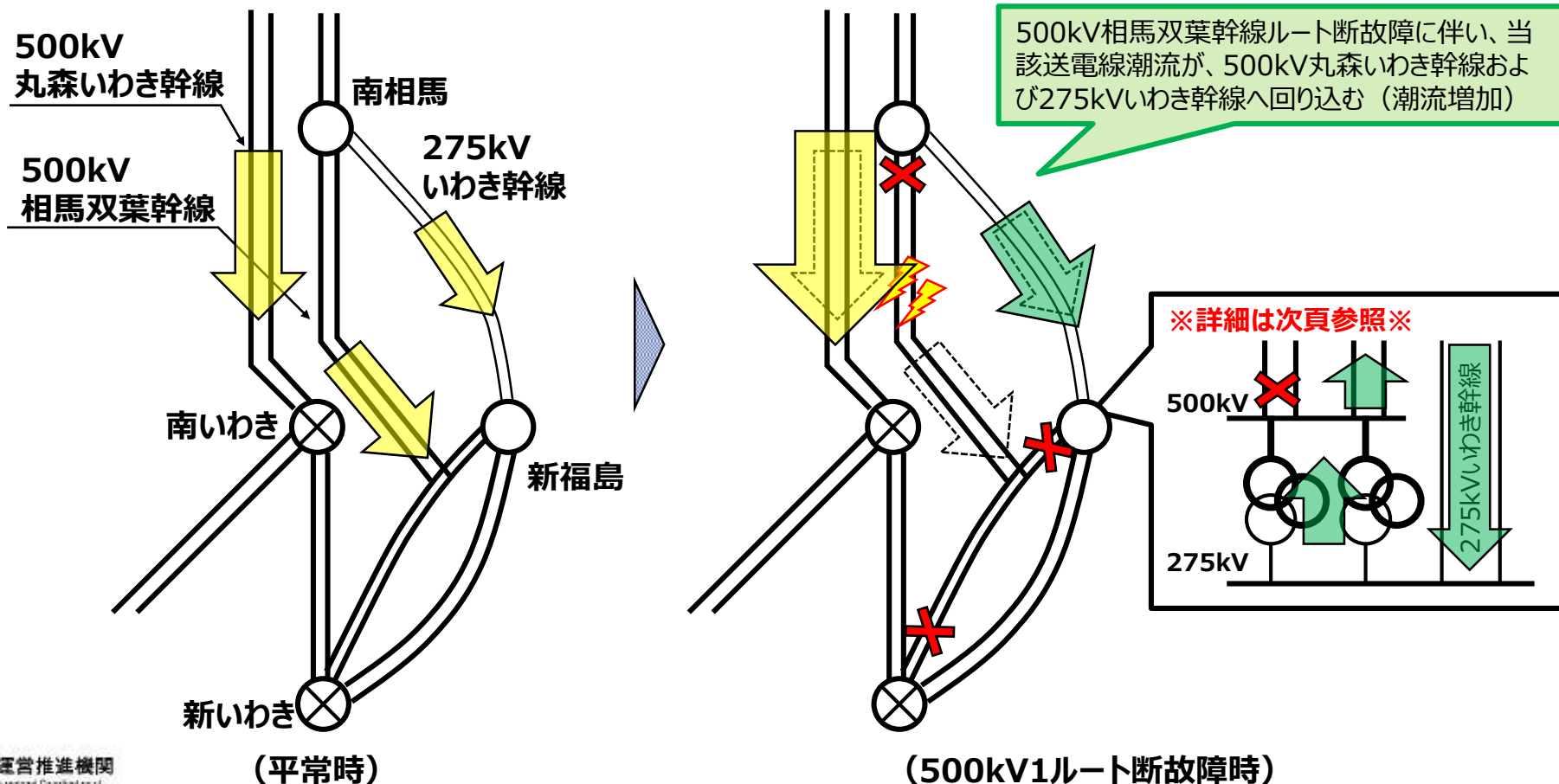


- 本対策は、275kVいわき幹線を500kV送電線2ルートと併用する**早期に実現可能な対策**である。これにより、東北エリア275kV以下系統の潮流を部分的に南相馬変電所等を介さず東京方面へ送電できるため、**東北東京間連系線の東京向き運用容量を拡大する効果が期待**される。
- ただし、広域系統長期方針や整備計画では、**整備計画完了後、いわき幹線の併用は終了する計画**としており、それまでの間、**経年劣化が深刻な新福島変電所の変圧器を延命使用**している。
- このため、本対策は、新福島変電所の変圧器をさらに延命使用する必要性から、**あくまでも運開直後の運用容量への期間限定的な対策である**。

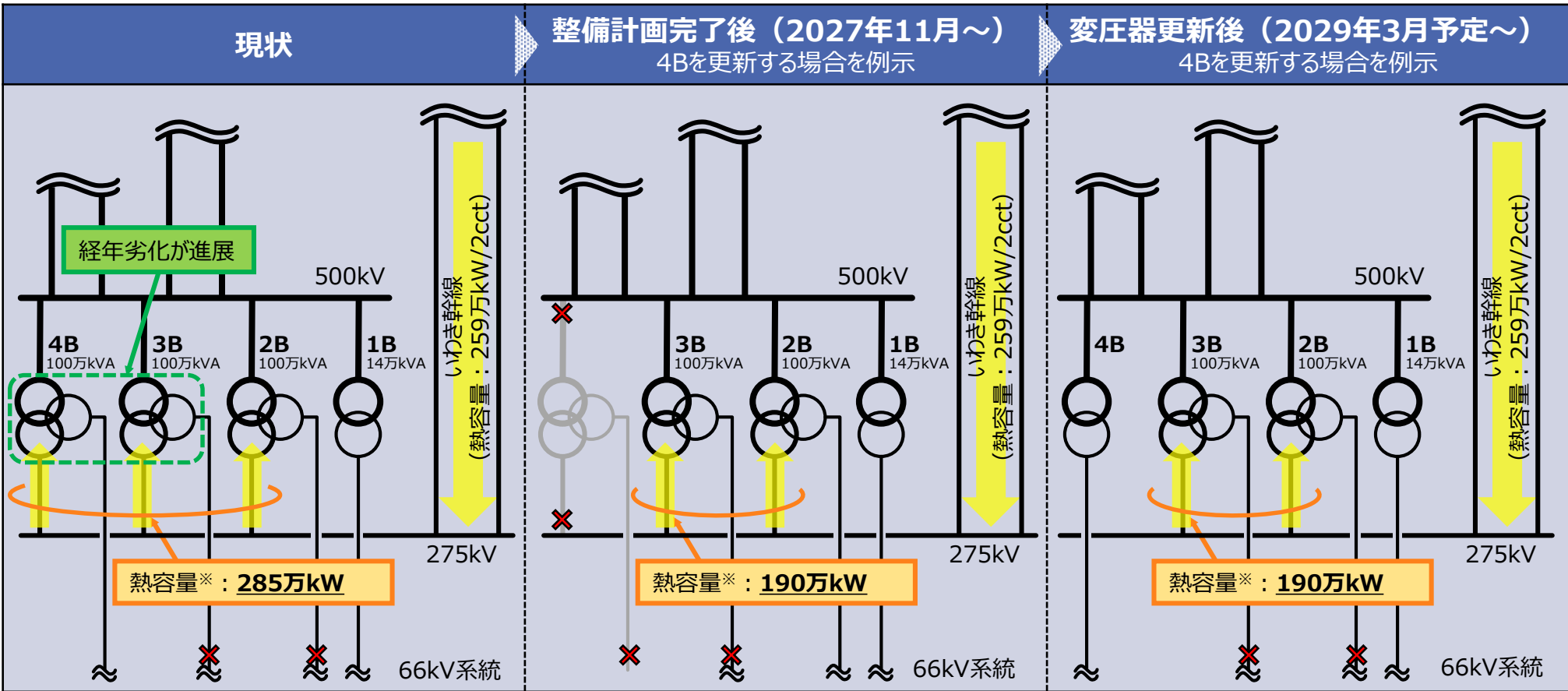
東北エリアにおける夏季昼間帯の潮流イメージ



- いわき幹線併用後においては、再エネ余剰が多いその他期では、西仙台変電所の熱容量等制約以内とできる東北東京間連系線潮流の最大値が運用容量となる（いわき幹線を併用することで、南相馬変電所から西仙台変電所へ制約箇所が変化）。
- その一方で、**夏季・冬季の場合には、500kV連系線の1ルート断故障時の回り込み潮流が新福島変電所（次頁のスリム化更新を考慮）の熱容量等制約以内となる連系線潮流が東北東京間の運用容量となる。**



- 既設275kVいわき幹線の連系先である新福島変電所では、**500/275/66kV変圧器2台（下図3B,4B）の経年劣化（流動帯電）が進展**しており、66kV系統の需要動静も考慮すると、**整備計画が完了する2027年11月以降、いずれか1台は更新**しなければならない状況にある。
- なお、整備完了後にいわき幹線の併用を終了する整理であることを踏まえ、**東京電力パワーグリッドでは、同容量更新ではなく、二次側275kVを廃止し、需要動静を踏まえた容量へ更新する計画**である。



※ 66kV系統の需要・発電状況によっては、熱容量が変動する可能性あり

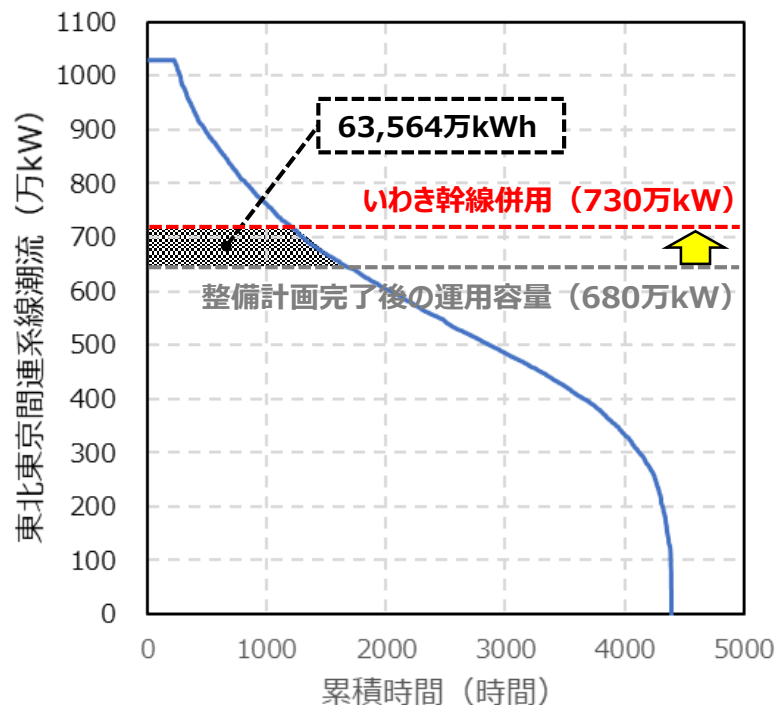
- 整備計画完了後は、**いわき幹線を併用することで、その他期で約50万kWの運用容量拡大効果**があり、この効果は、**北部募プロ入札対象工事の一部が運開する2030年度まで得られる見通し**である。
- ただし、上記の効果は、新福島変電所の500/275kV変圧器2台が前提であり、**経年劣化が進展している変圧器の継続使用が困難と判断された場合には、当該変圧器を停止するため、運用容量の拡大効果が得られなくなる。**



注1) 再エネが高出力となる想定等で試算した結果であるため、今後の電源動向や需給状況等により、日間・月間の中でも運用容量は変化する可能性あり
注2) 括弧内は運用容量決定要因（①-1 熱容量（南相馬変電所）、①-2 熱容量（西仙台変電所）①-3 熱容量（新福島変電所）、② 同期安定性）

- 前頁の通り、いわき幹線併用により東北東京間連系線の東京向き運用容量が拡大する場合、当該連系線を介した再エネ電源等の広域的取引が拡大することから、**全国の総燃料費が削減**されと考えられる。
- 例えば、**整備計画完了後～北部募プロの入札対象工事の一部が運開するまでの間**において、いわき幹線を併用した場合、約63,564万kWh／年の広域的取引が拡大することとなる。
- この広域的取引拡大量が全国のLNG火力電源（総燃料費8.2円/kWh※¹）と差し変わったと仮定した場合、**約52億円/年の総燃料費の削減効果**が得られると考えられる。

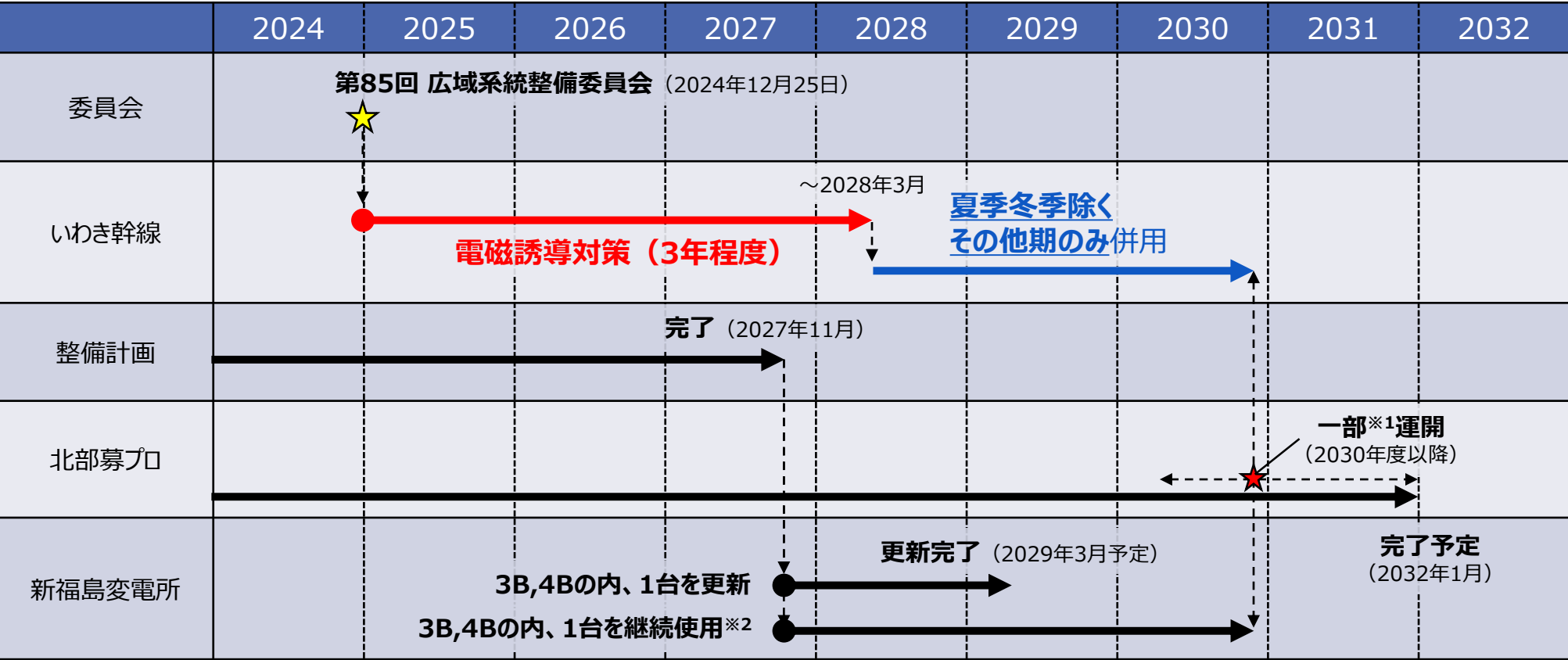
※1「2021年発電コスト検証ワーキンググループ検証結果（2021年3月）」において、2030年の火力発電所の総燃料費（CO₂対策費用＋燃料費）が最も安価なLNG火力発電コスト（2030年）を選定



その他期の潮流デューレーション（その他期（3月～6月，10月～11月）_P17再掲）

注）東北東京間連系線の東京向き運用容量は需給状況等により変化するが，ここでは簡易的に期間中一定の運用容量にて試算

- いわき幹線併用に伴う対策工事は、**既設275kVいわき幹線の通信対策工事（電磁誘導対策）のみ**であり、その**対策費用は約2億円、工期は3年程度**である（設備の整備・更新を伴わないため、整備計画の変更に該当しない）。
- このため、本委員会（2024年12月25日）以降、速やかに既設275kVいわき幹線の電磁誘導対策に着手することで、**2028年3月までに対策を完了できる見込み**である。



※1 朝日幹線・南山形幹線昇圧、越後変電所新設については、2030年度以降の運開を計画（表中の運開時期は一例として記載）。

※2 可能な限り北部募プロの一部入札対象工事が運開するまで使用するが、継続使用不可となった場合には、速やかに、いわき幹線併用を解除のうえ、停止する。

1. 東北エリアにおける電源動向の変化
2. 東北東京間連系線の東京向き運用容量の見通し
3. 東北東京間連系線の潮流状況の見通し
4. 既設設備を活用した対策
5. まとめ

- 整備計画が完了する2027年11月以降は、東北東京間連系線の東京向き運用容量が1,028万kWとなる計画であったが、整備計画再策定時に前提としていた北部募プロの入札対象工事が完了していないこと、電源動向が変化したことにより、整備計画完了直後は、**当該運用容量が680～850万kWになる見通しである。**
 - これは、北部募プロの入札対象工事が段階的に運開していくことで改善され、**将来的な電源稼働状況が整備計画再策定当時の想定になれば1,028万kWとなる見通しだが、足元の広域的取引への影響は大きい。**
 - 以上を踏まえ、整備計画の短工期対策として実施しているいわき幹線の併用は、整備計画完了後も継続し、**その他期の東北東京間連系線の東京向き運用容量を50万kW程度拡大する。**なお、これに必要な**いわき幹線の電磁誘導対策工事は、当該送電線を所有する東北電力ネットワークで実施**※する。
- ※費用負担については東北電力ネットワークと別途検討。
- なお、今回実施するいわき幹線併用対策以外の当該連系線に関する更なる運用容量拡大対策については、**全国大で俯瞰的な検討・評価を実施したうえで、必要に応じて新たな広域系統整備計画として実施**する。