

北海道・本州間連系設備において市場分断となる影響 を与えた広域機関システムの問題とその対応について

2021年5月24日

需給調整市場検討小委員会 事務局

- この度は市場関係者の皆様には、当機関において本不具合の発見から対応開始まで時間がかかりご迷惑をおかけしたことを、ここに深くお詫びいたします。
- 取引が開始された4月1日以降、北海道・本州間連系設備（以下、北本連系線という）における三次②向けの連系線利用可能量がなく、市場取引が分断し、広域調達が出来ない状況となっていました。
- 原因究明調査を進めたところ、広域機関で算定に利用している「広域機関システム」において設計上の不備があり、当該連系線に需給調整市場三次②の運用可能量（以下、MMS運用可能量）を設定ができる時間帯があるにも係わらずゼロと算定し設定していることが判明しました。
- 本資料では、問題となった北本連系線のMMS運用可能量算定ロジックの説明、取引に与えた影響、ならびに今後の対策等について説明をさせていただきます。

1. 北本連系線の概要
 - (1) 設備概要
 - (2) 運転制約
2. 広域機関におけるシステム開発
 - (1) 新北本連系線に係る開発
 - (2) 三次調整力②に係る開発
3. 市場取引に与えた影響
 - (1) 誤ったロジックにより発生した事象
 - (2) MMS運用可能量に与えた影響試算
 - (3) 調達不足に与えた影響試算
4. 問題点
5. 実施済みの対応策と効果
 - (1) 対応策
 - (2) 効果
6. 今後の対応
 - (1) システム改修
 - (2) 再発防止策

1. 北本連系線の概要

(1) 設備概要

- 北本連系線は、設備容量600MWの既設北本連系線（以下、既設北本と呼ぶ）と、設備容量300MWの新北本連系線（以下、新北本と呼ぶ）の2つがあり、総合で900MWの設備容量を保有している。
- 新北本については、2019年3月に運転を開始している。

新北本連系設備の概要

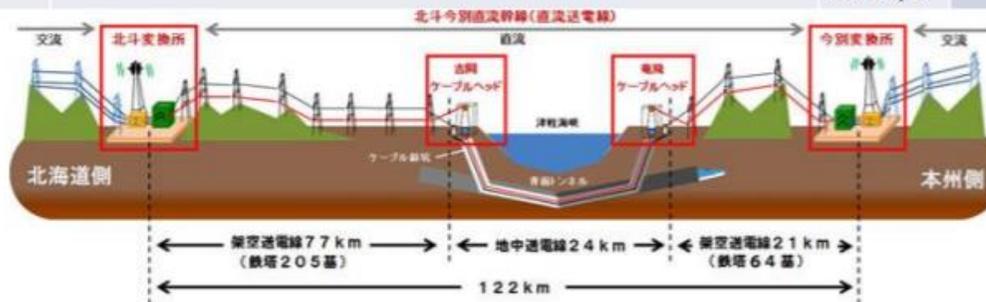
1

北本連系設備のルート



増強工事の設備概要

設備概要	着工	運転開始
送電設備 北斗今別直流幹線（電圧250kV、こう長122km） ・架空送電線（北海道側・本州側ともに約8割が山岳地を通過するルート） 北海道側：77km（鉄塔205基） 本州側：21km（64基） ・地中送電線：24km（津軽海峡部分は、青函トンネル内を通過するルート）	2014/4	2019 /3
変電設備 北斗変換所（北海道北斗市） 今別変換所（青森県東津軽郡今別町）	<北斗> 2015/3 <今別> 2016/3	



新北本連系設備運用開始に伴う今後の主なスケジュール
 2019年3月 電力広域的運営推進機関

1. 北本連系線の概要

(2) 運転制約

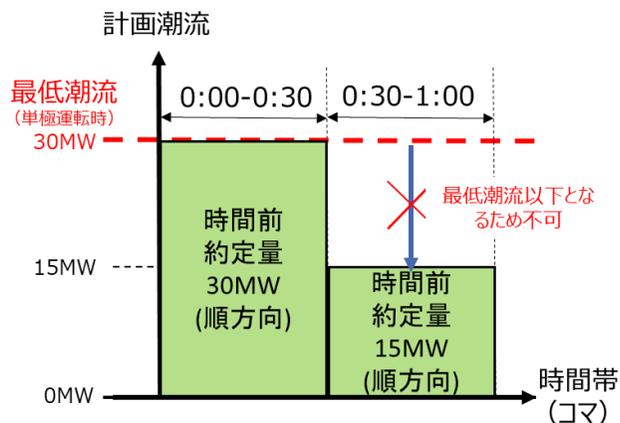
- 既設北本と新北本には、設備上の特性等により、以下表に示す運転制約が存在する。
- 新北本の方が運転制約が少ないことから、需給調整市場で調達した調整力等を運用するシステム（広域需給調整システム）においては、新北本を優先的に活用することが「調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会」で整理され、一般送配電事業者にて運用されている。

<北本連系線の運転制約>

*既設北本においては、計画潮流が400MW以上では30MW/5分となる

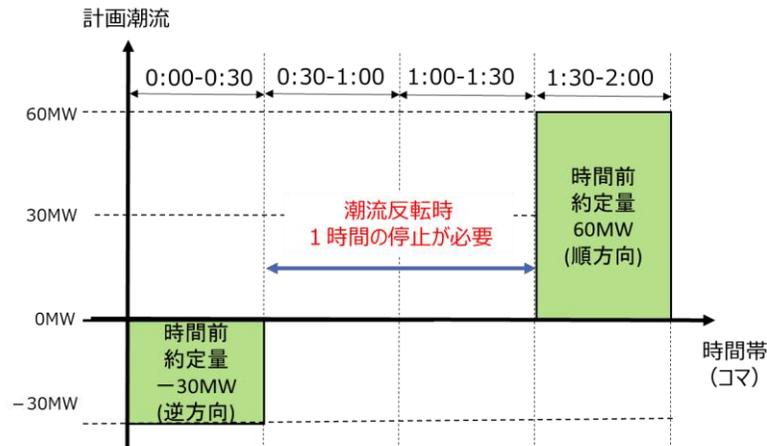
制約事項	概要	既設北本	新北本
最低潮流制約	設備容量の10%を以下となる潮流を流してはいけない	該当	該当しない
反転潮流制約	潮流の向きが変わる際に、1時間の停止が必要	該当	該当しない
段差制約	一度に制御できる電力を、50MW/5分*に制限	該当	該当

<最低潮流制約のイメージ図>



30MW以下の潮流を流すことができない

<反転潮流制約のイメージ図>



向きが変わる際、1時間の停止が必要

05 | 北海道本州間連系設備の運転制約事項および広域需給調整システム(運用)の対応策

北海道本州間連系設備の対象設備ごとの運転制約事項は以下のとおり。

新北本連系設備を用いることで、北本連系設備(既設)の制約の一部は概ね回避できる見込みであること、段差制約から30分コマの最大変化幅は30万kWに制約されることから、広域需給調整は、原則、新北本連系設備を対象として実施。

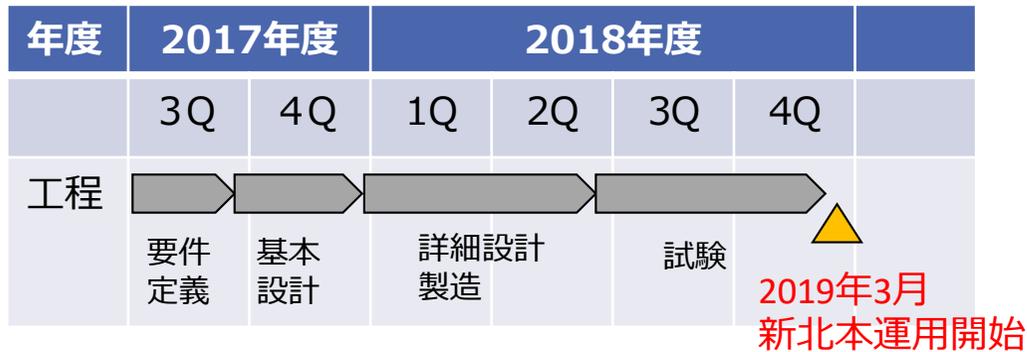
広域需給調整システム(運用)では、下記の運転制約事項等を考慮した空容量の範囲内で制御量 α を演算するロジックを構成する。

	運転制約事項	概要	制約値
北本連系設備(既設) (双極60万kW)	最低潮流制約	安定運転確保のため、設備容量の10%を運転電力の下限に設定。	単極運転時：3万kW 双極運転時：6万kW
	潮流反転制約	直流ケーブルの電荷を放電するため、一定時間停止。	潮流が反転する設備を1時間停止。
	段差制約	北海道エリアの周波数変動および系統の電圧変動抑制のため一度に制御する電力を制限。	[計画潮流が0~40万kW未満] 5万kW/5分
[計画潮流が40万kW以上] 3万kW/5分			
新北本連系設備 (30万kW)			5万kW/5分

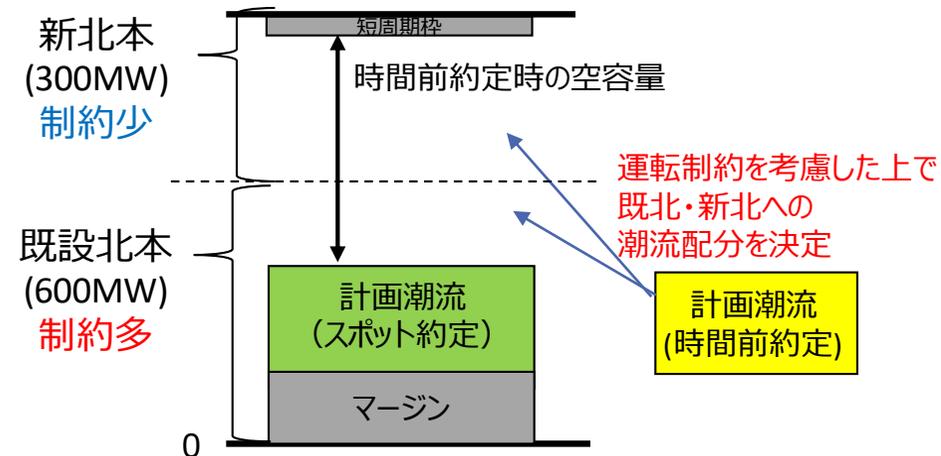
2. 広域機関におけるシステム開発 (1) 新北本連系線に係る開発

- 当機関では、業務規程124条の規定に基づき連系線を管理していることから、2019年3月の新北本連開に向け、2017年10月から新北本にかかる「広域機関システム」の改良開発を進めた。
- 広域機関システムでは、各連系線の運用容量、マージンや空容量の管理を行うとともに、卸取引市場（スポット・時間前）の約定量に対し送電可能かの判定を行ったうえで、計画潮流として管理している。新北本の運用後にあたり、新たに、運転制約を考慮した新北本・既設北本への計画潮流の配分を行うロジック構築が必要となった。
- 具体的には、運転制約により既設北本への配分が難しい場合、新北本へ優先的に配分するロジックを搭載した。
- 北本連系線に係る三次調整力②のシステム開発においては、上記配分ロジックを考慮した上で進めた。

<新北本連系設備対応 開発工程>



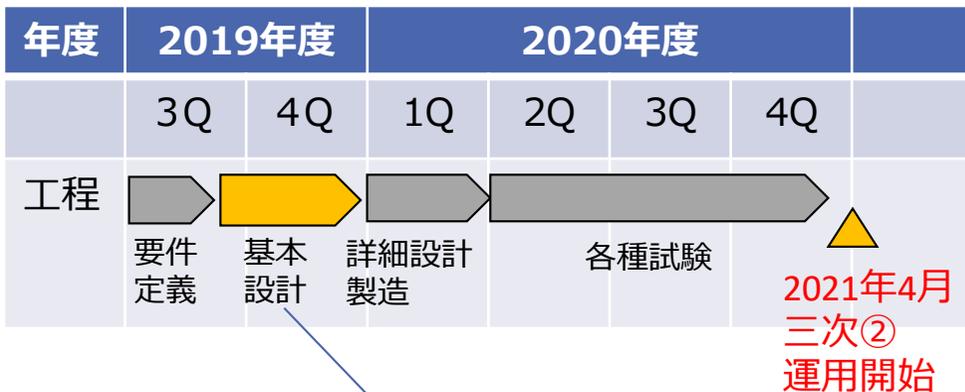
<時間前約定時の潮流配分イメージ>



2. 広域機関におけるシステム開発 (2) 三次調整力②に係る開発

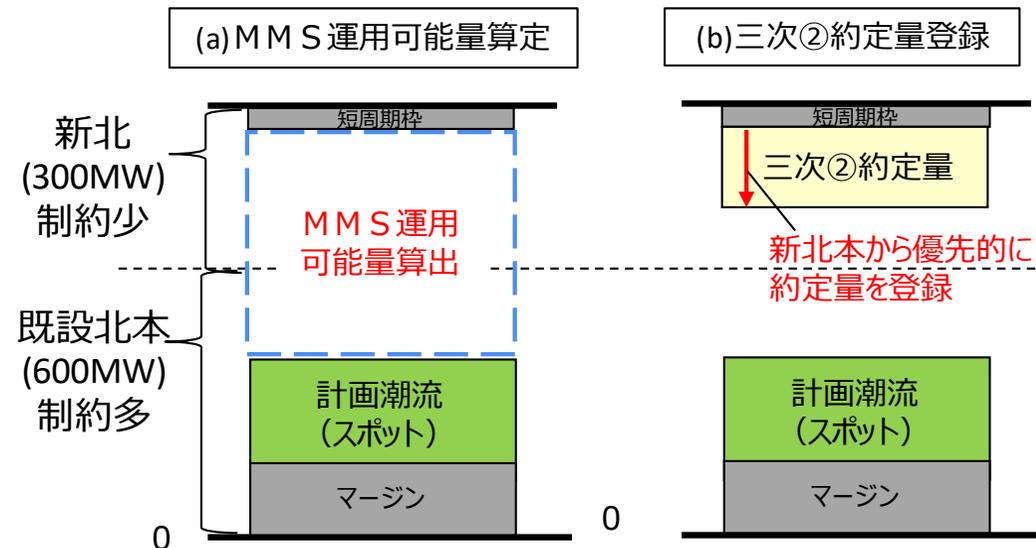
- 2021年4月の三次調整力②の取引開始に向け、2019年10月から「広域機関システム」の開発を進めた。この際、一般送配電事業者が運用する需給調整市場システム（MMS）との間で、下記(a)、(b)に関するシステム構築が必要となり、2019年12月頃、当機関の開発関係者が基本設計工程において設計を実施した（(c)は、前述の新北本連系線に係る開発時に実装済み）。
 - (a) 前日14時：広域機関システムがMMS運用可能量を算定、MMSへ送信
 - (b) 前日14時～15時：MMSから約定量を受信し、広域機関システムに登録
 - (c) 前日17時～実需給1時間前：時間前市場約定を踏まえ、計画潮流を既設北本と新北本に配分
- 上記において、運転制約の少ない新北本を優先利用する思想で設計を進めたが、(a)について、MMS運用可能量を新北本に限定するロジックを採用した。

<三次調整力②対応 開発工程>



基本設計工程の中で、
北本のMMS運用可能量や
約定量登録ロジックを検討

<(a),(b)のイメージ>

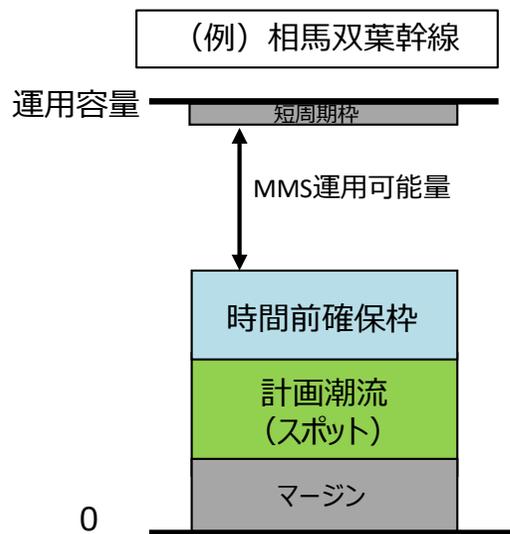


2. 広域機関におけるシステム開発

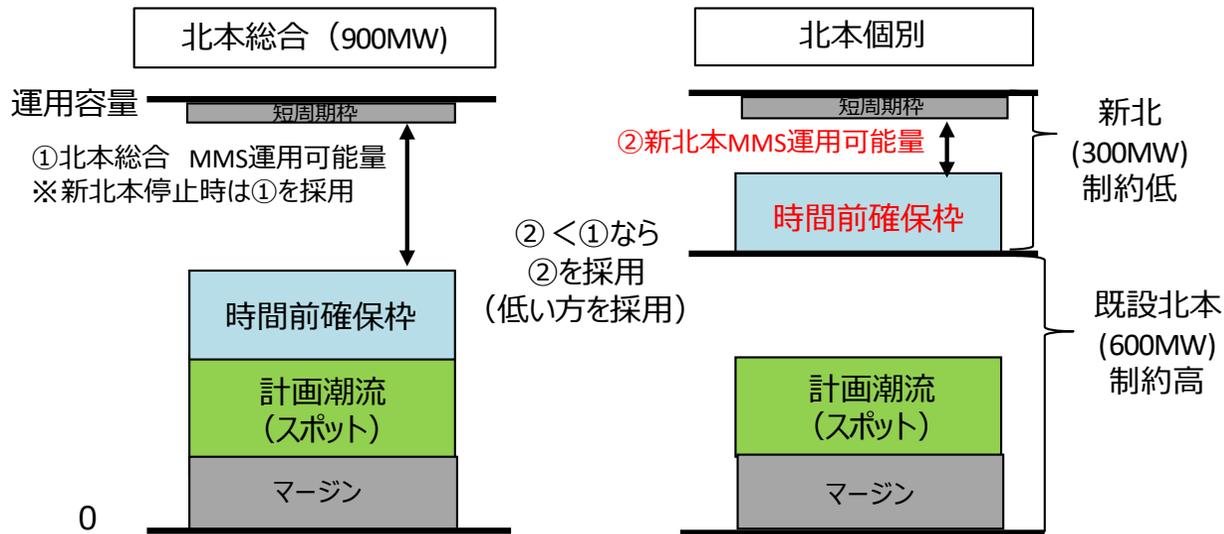
(2) 三次調整力②に係る開発・・・誤ったMMS運用可能量算定ロジック

- (a) MMS運用可能量算定ロジックとして、下図のように時間前確保枠を新北本に全量設定した上で、①②を比較して低い方を採用する方法を考案した。このロジックは、新北本稼働時には、MMS運用可能量が新北本容量から時間前確保枠を減算した値に限定され、総合北本に空容量がある場合にも有効にMMSで活用できない場合がある。
- 2019年9月の制度設計専門会合において試算された時間前確保枠の最適値は約120～140MWと、新北本の運用容量(300MW)以下であったこともあり、このロジックの持つ問題点を、当機関の開発関係者は認識しなかった。
- その後の詳細設計工程やシステム試験時においても修正しないまま、実装に至った。

他連系線のMMS運用可能量算出ロジック



北本連系線のMMS運用可能量算出の現行ロジック



①北本総合 MMS運用可能量 = 運用容量 - マージン - 計画潮流 - 確保短周期枠 - 時間前確保枠

②新北本 MMS運用可能量 = 運用容量 - マージン - 確保短周期枠 - 時間前確保枠

三次②向け連系線容量確保の考え方・今後の方向性

- 前述のとおり、三次②の約定における連系線活用については、そのメリットと時間前市場への影響とのバランスを考慮し、その量に一定の上限（時間前市場に残す量）を設けることが適当。
- 具体的な方法としては、三次②への影響と時間前市場への影響を検討し、両者の経済メリット等を評価して、社会コストが最小となるように、時間前市場向けに残す連系線空容量（ α ）を決定し、スポット市場後の連系線空容量から α を差し引いた残余分を三次②向けに充てることが合理的と考えられる。
 - 次ページ以降の参考において、この基本的な考え方を基に、2018年度の実績データ等を用いた参考試算を行った。
- 2021年度の上限值の決定にあたっては、この基本的な考え方に基づき、直近1年間の実績データ等を活用して試算等を行い、改めて2020年度末までに本会合で議論して決定することとしたい。
- 2022年度以降については、前年度の考え方を基本としつつ、三次②の調達の状況や時間前市場の状況変化等も考慮し、必要に応じて設定方法の見直しを検討する。

【連系線容量確保の基本的考え方】

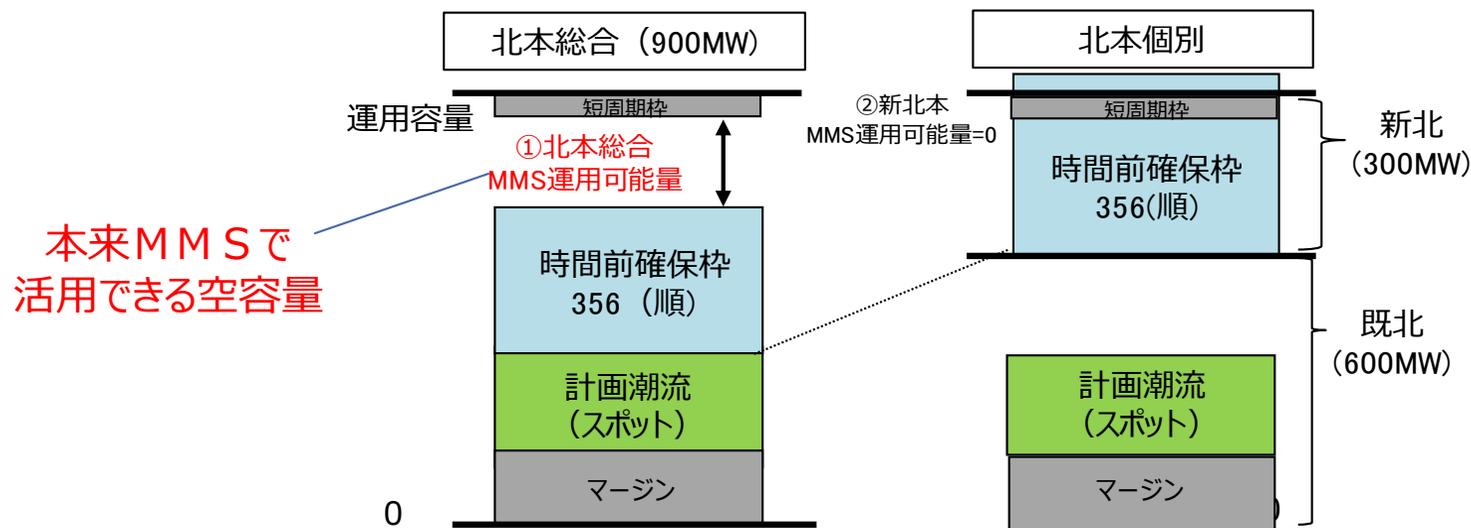
三次②連系線容量確保量 = スポット市場後の連系線空容量 - α

α : 時間前市場の実績から算定する各連系線の2方向（順方向・逆方向）の時間前市場向け確保量

3. 市場取引に与えた影響 (1) 誤ったロジックによる事象

- 2021年3月2日の制度設計専門会合で、北本連系線の時間前確保枠が順方向356MW、逆方向368MWと決定された。
- 結果、前述のロジックにより、4/1～4/26の全時間帯において、広域機関システムにてMMS運用可能量をゼロと算出した。

＜MMS運用可能量がゼロとなっている例＞
低い方（新北本）が採用され、MMS運用可能量がゼロになっている

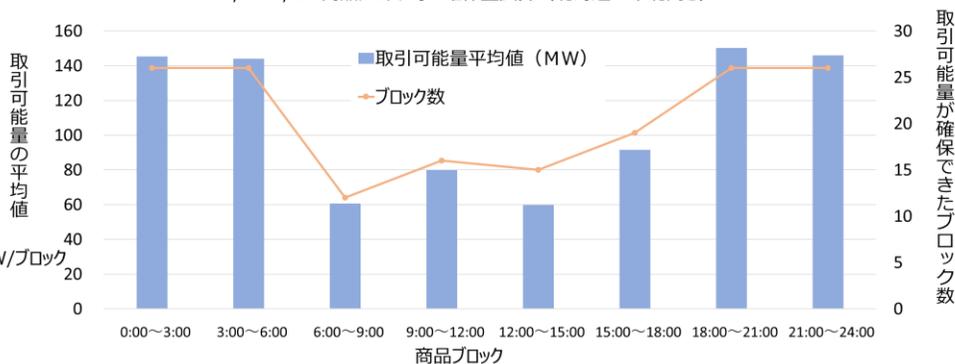


3. 市場取引に与えた影響 (2) MMS運用可能量への影響の試算

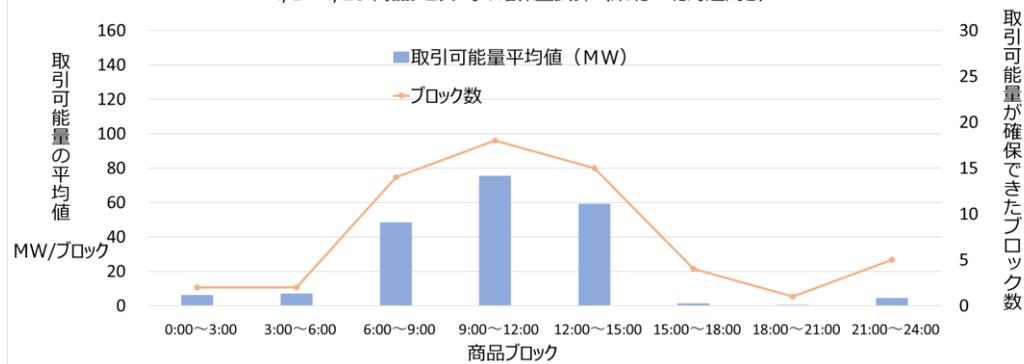
- 4月1日～26日の期間における全商品ブロック数208に対して、空容量が存在したにも係わらず、ロジック不備によりMMS運用可能量をゼロと設定していたブロック数とMMS運用可能量の平均値は以下のとおり。
 - 順方向（北海道→東北向き） 166ブロック 平均109.5MW/ブロック
 - 逆方向（東北→北海道向き） 61ブロック 平均25.2MW/ブロック

- 商品ブロック毎に見た場合は以下のとおり（下図参照）
 - 順方向（北海道→東北向き） 昼間は60～80MW、夜間は上限の150MW付近までMMS運用可能量を確保と推定。
 - 逆方向（東北→北海道向き） 昼間は40～80MW程のMMS運用可能量を確保と推定。

4/1～4/26 商品ブロック毎の確保量試算（北海道→東北向き）



4/1～4/26 商品ブロック毎の確保量試算（東北→北海道向き）



3. 市場取引に与えた影響 (3) 調達不足量への影響の試算

■ MMS運用可能量の適切な確保ができた場合の、東北・北海道エリアの調達不足解消への影響を試算。

■ 東北エリア

調達不足が生じていたブロックについて、北海道→東北向きに計1,499MW*の調達ができる可能性。

これは、当該期間(4/1~4/26)の東北エリアの初回約定時における調達不足全量26,616MWの約6%に該当。

※東北エリアで調達不足が生じており、かつ、北海道エリアで余剰(当該エリア募集量<入札量)となっていたブロックに対し試算

■ 北海道エリア

調達不足が生じていたブロックについて、東北→北海道向きに計365MW*の調達ができる可能性。

これは、当該期間(4/1~4/26)の北海道エリアの初回約定時における調達不足全量587MWの約63%に該当。

※北海道エリアで調達不足が生じており、かつ、東北または東京エリアで余剰(当該エリア募集量<入札量)となっていたブロックに対し試算

<4/1~4/26 MMS運用可能量確保による、調達不足解消量試算(ブロック毎)> 単位: MW

商品 ブロック	①東北エリア調達不足量合計(実績)	②北海道→東北向き 広域調達量試算	割合 ②÷①	③北海道エリア調達不足量合計(実績)	④東北→北海道向き 広域調達量試算	割合 ④÷③
0:00~3:00	0	0	-	0.0	0.0	-
3:00~6:00	0	0	-	70.0	0.0	-
6:00~9:00	4,001	300	7%	203.0	69.9	34%
9:00~12:00	6,290	268	4%	156.5	150.0	96%
12:00~15:00	9,823	411	4%	157.0	150.0	96%
15:00~18:00	6,502	520	8%	0.0	0.0	-
18:00~21:00	0	0	-	0.0	0.0	--
21:00~24:00	0	0	-	1.0	0.0	-

- 2019年9月の開発開始から4/26の対応開始に至るまで、当機関の開発プロセスやチェック体制に以下の問題があり、今回の事態を招いた。

(1) システム開発における確認、合意プロセスの問題

- システム設計の制度・設計思想との整合性等確認が不十分。
- システム設計の決定根拠を取りまとめ、機関内外の関係者と共有・合意するプロセスが行われていなかった。
- 様々な設定値がMMS運用可能量に影響を与える可能性を踏まえたケーススタディが不十分。

(2) 運用開始前後のチェック体制の問題

- 3/2に時間前確保枠が決定されたが、関係者の北本MMS運用可能量算出ロジックに関する認識不足により、問題を発見できなかった。
- 3月中のシステム試験の設定が現実と相違しており（時間前確保枠をゼロと設定）、問題を発見できなかった。
- 4/1からのMMS運用開始後も、市況をモニタし、開発システムを評価する体制が不十分で、問題発見と原因究明完了が遅れた。

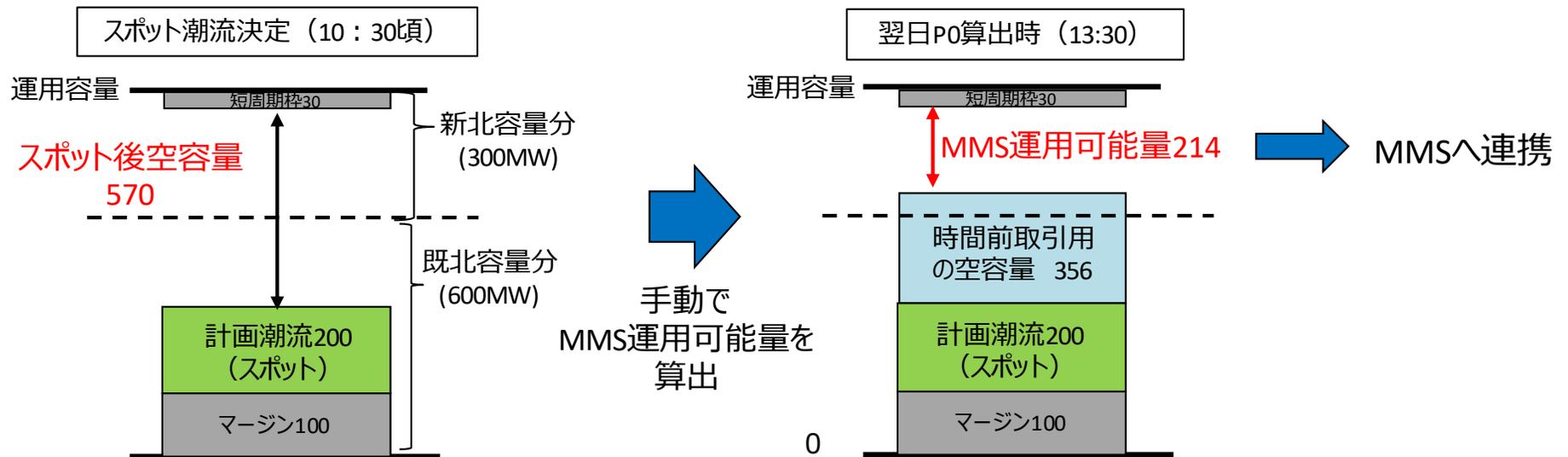
(3) MMS運用開始後の不具合事象に関する情報共有と対策実施の遅れ

- 機関内での情報共有が遅延し、手動対策開始と原因特定に日数を要した。
- 本件が市場に与える影響に関する関係者の認識が不十分であった。

(1) 対応策

- 2021年4月27日以降の受け渡し分に対しては、広域機関システムでのMMS運用可能量算定を取りやめ、手動での算出する対応を開始しており、MMS運用可能量を確保している（次ページ参照）。
- 具体的には、前日10:30にスポット潮流が決定した後の北本総合の空容量から、時間前取引用の空容量（制度設計専門会合で設定の時間前確保枠と同量）を確保したうえで、残分をMMS運用可能量として設定するオペレーションを実施。

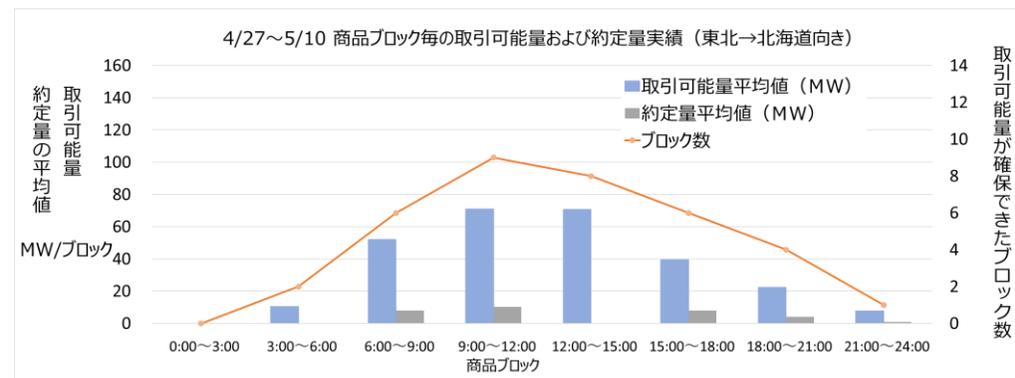
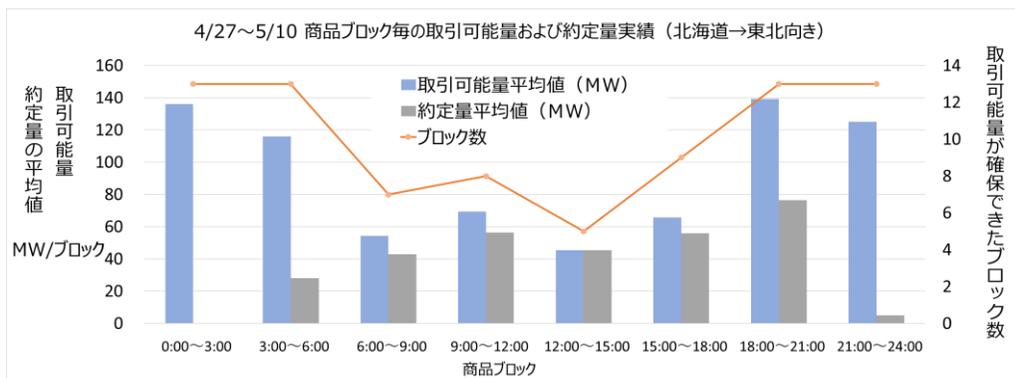
< 暫定対応のイメージ（スポット潮流が200の例） >



5. 実施済みの対応策と効果

(2) 効果

- 手対応を実施した4月27日以降、以下のようにMMS運用可能量を確保。
概ね、4/1~26受け渡し分の影響試算と同様の傾向。
- MMS運用可能量を確保できたブロック数、およびMMS運用可能量・約定量の平均値の実績（4/27~5/10全商品ブロック数112ブロックで集計）。
 - 順方向（北海道→東北向き） 81ブロック 平均93.9MW/ブロック（約定量平均は38.8MW/ブロック）
 - 逆方向（東北→北海道向き） 36ブロック 平均34.3MW/ブロック（約定量平均は3.9MW/ブロック）
- 商品ブロック毎に見た場合は以下のとおり。
 - 順方向（北海道→東北向き） 昼間は40~60MW、夜間は120~140MW付近までMMS運用可能量を確保。
 - 逆方向（東北→北海道向き） 昼間は40~80MW程のMMS運用可能量を確保。



6. 今後の対応

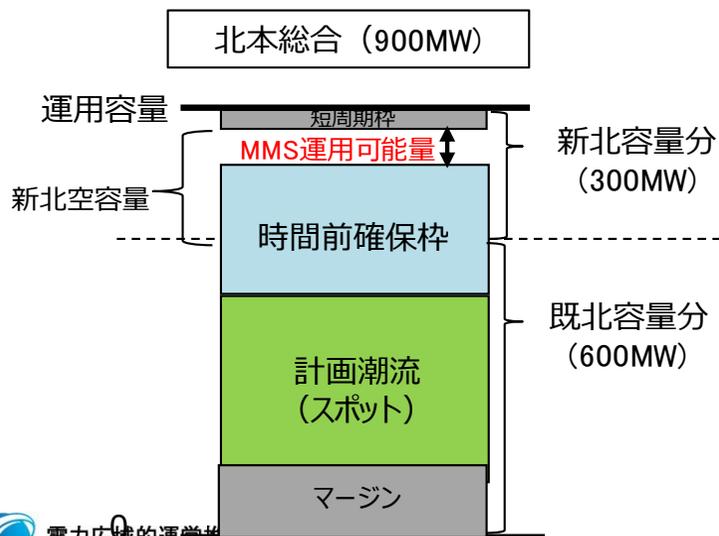
(1) システム改修

- 今後、MMS運用可能量の算出を北本総合で行うよう、MMS運用可能量算定ロジックを改修する方向で検討中。
- スポット潮流の変化により下図のようなケースが想定されるが、どのケースにおいても北本総合の空容量を対象としたMMS運用可能量算出が可能である。
- なお、現状の北本MMS運用可能量には150MW（※）の上限がある。今後の商品追加により当該値の見直し調整が必要となった場合は、その追加時期までに検討し、需給調整市場小委員会でご報告をさせていただきます。

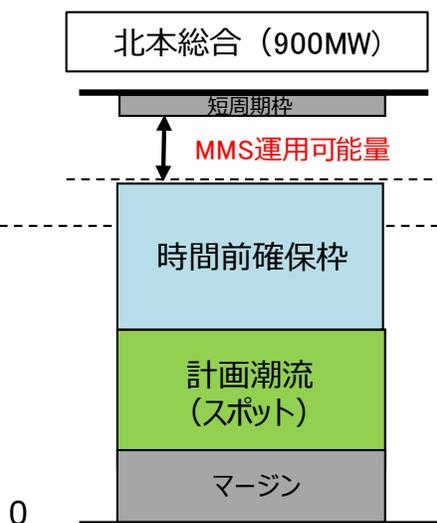
※北本連系線の段差制約(50MW/5分)を考慮し、新北本容量の半量からスタートするものとして、送配電網協議会、電力・ガス取引監視等委員会、当機関で協議の上決定し、需給調整市場システム側で設定しているもの。今後の運用を踏まえ、見直しを行う。

<北本総合でMMS運用可能量を算出した場合のケーススタディ>

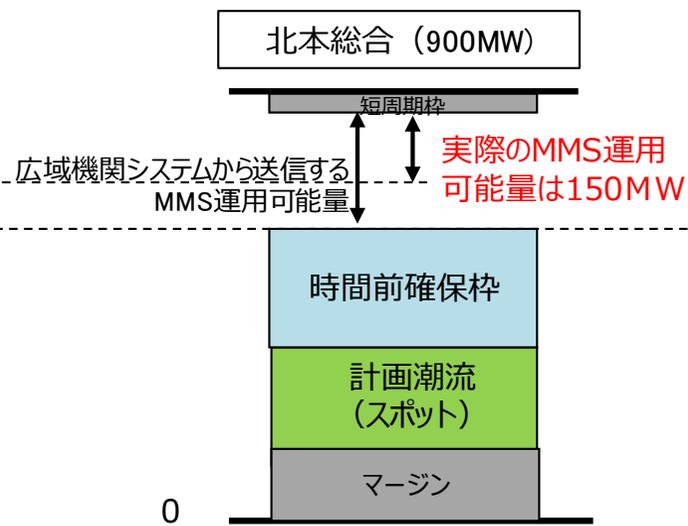
ケース1：計画潮流 + 時間前確保枠が新北本の容量のほとんどを占める



ケース2：計画潮流 + 時間前確保枠が新北本の容量の約半量を占める



ケース3：計画潮流 + 時間前確保枠が新北本の容量を占めない



■ 今後、再発防止のため下記の対策を実施してまいります。

① 新制度対応時のシステム開発における関係者間、関係個所間での合意プロセスの明瞭化

- ✓ 設計・開発内容の妥当性を開発関係者間で十分確認し、合意内容と仕様根拠を要約文書で都度共有する。
- ✓ 上記開発内容に関しては、事前に委員会や作業会などの場で報告し確認する。

② 開発システムの動作、市場影響に係る組織的なチェック体制の構築

- ✓ システム動作に影響する制度、市場の変化があった場合のチェック体制を見直す。
- ✓ システム動作試験は、可能な限り現実に即した条件で実施することを徹底する。
- ✓ システム導入後も、動作確認と市場モニタ・評価を継続する体制をとり、問題の早期発見を図る。

③ 問題発見時の情報共有の徹底

- ✓ 問題発生時には迅速に機関幹部まで報告を上げるよう、情報共有を徹底する。
- ✓ 新制度の導入が相次ぐ中、関係部署間での情報共有を強化し、現場が認識したリスクに対して組織的に早期対応をとることが可能なよう、組織のルールを見直す。

■ 上記対策を通じて、問題の再発防止を図り、かつ問題発生時には早期に発見し対策を実施できるよう、広域機関の体制の強化を図ってまいります。

- 今回の対応においては開発プロセスにおいて検討漏れがあったことから、今後は再発防止に向け、開発内容に対する確認体制や手順の見直し、市場運営への継続的な影響評価などの対応を図り、早期発見と対応強化を進めてまいります。