

需給調整市場システムにおける 複合約定ロジックの検討状況について (プロト検証最終報告に係る補足説明)

2023年6月1日
送配電網協議会

- 第37回本小委員会(2023.3.28)で複合約定ロジックのプロトタイプ検証の最終報告として、以下の①の内容についてご報告させていただくとともに、広域機関殿に約定結果が15時を超えた場合の対応について整理(②)いただいたところ。
 - ① 如何なるケースにおいても15時の公開を遵守するように計算打ち切り時間を設定した場合、最適解を算出できない、もしくは取引中止となる虞があることから、発生可能性を極力減らすように計算打ち切り時間は可能な範囲で長めに設定すること
 - ② 万一、約定結果の公開が15時を超える場合には、送配電網協議会のホームページ等に公表するとともに、約定処理完了後速やかに約定結果を公開すること
- 本日は、第37回本小委員会でご報告した内容のうち、準最適解の処理に関わる事項について補足説明をさせていただきます。
- また、第36回本小委員会において、制度改革に伴うシステム開発を取り巻く情勢についてご発言があったことから、関連する現状の一般送配電事業者のシステム改修・開発状況等について共有する。

1. 準最適解の処理に関わる補足

- 1-1. 最適解と準最適解のイメージ
- 1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理
- 1-3. 準最適解の閾値のイメージ
- 1-4. 準最適解の閾値の大小による影響と効果

2. 2024年度等の制度変更に伴うシステム改修対応の状況

- 2-1. システム改修・開発を取り巻く状況
- 2-2. 改修・開発件名増加による対応

【参考】

- 2024年度需給調整市場取引開始に向けた説明会の開催
- 2023年8月1日取引規程改定に向けた意見募集概要



1. 準最適解の処理に関わる補足

- 1-1. 最適解と準最適解のイメージ
- 1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理
- 1-3. 準最適解の閾値のイメージ
- 1-4. 準最適解の閾値の大小による影響と効果

2. 2024年度等の制度変更に伴うシステム改修対応の状況

- 2-1. システム改修・開発を取り巻く状況
- 2-2. 改修・開発件名増加による対応

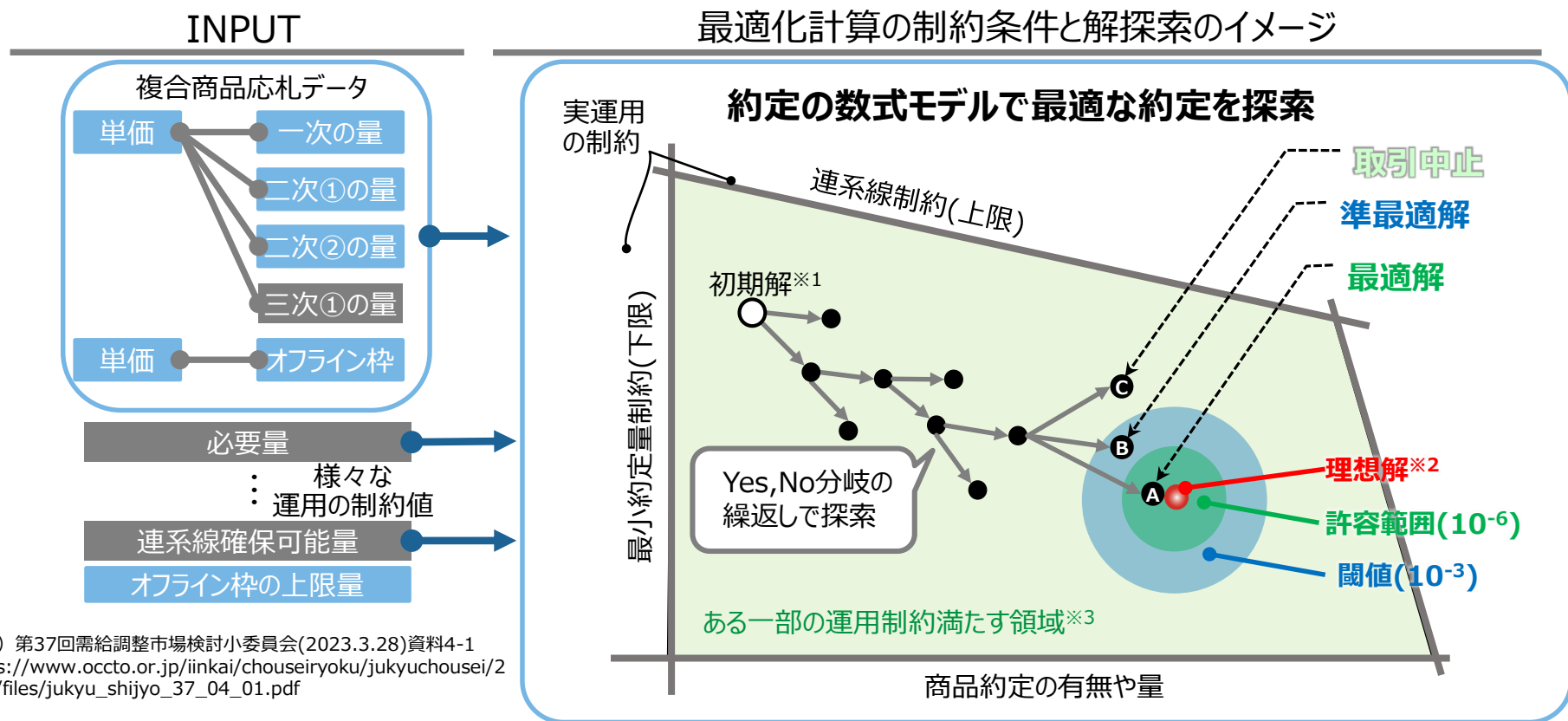
【参考】

- 2024年度需給調整市場取引開始に向けた説明会の開催
- 2023年8月1日取引規程改定に向けた意見募集概要

1-1. 最適解と準最適解のイメージ

第37回本小委員会（2023.3.28）資料4-1より引用

- 最適解には許容範囲があり、計算打ち切り時間までに許容範囲に入った値を見つけられた場合、最適解として扱い計算を終了する(下図A)。
- 見つけられずに打ち切り時間となった場合、その時点で見つかっている解が、一定の閾値に入っていれば、準最適解(下図B)と扱い、一定の閾値に入らなかった場合には取引中止となる(下図C)。



出所) 第37回需給調整市場検討小委員会(2023.3.28)資料4-1
https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyu_shijyo_37_04_01.pdf

※1 初期解とは、最適化計算の前段で整数条件等の制約を緩和して求めた解。

※2 理想解とは、最適化計算の断面ごとに算出され、計算初期の断面では自然数ではないことや運用制約を満たさないこともあり約定結果としては使えない解である場合もあるが、探索過程の中で運用制約を満たした理想的な解となっていく解。

※3 分枝カット法により他の運用制約を含め全て同時に満たす解を探索。



1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理(1/2)

- 全てのブロックが打ち切り時間(下図の場合、600秒※)までかかる蓋然性は低いため、通常は15時までに約定結果が公開されると思料。

- ✓ 需給調整市場システムの場合、計算打ち切り時間までに最適解の許容範囲に入れば、その時点でその解を最適解として、次のブロックの計算の移行(下の図A)
- ✓ 計算打ち切り時間時点までに最適解の許容範囲に入らなかった場合、その時点の解を保存し、次のブロックの計算に移行(下の図B)
- ✓ 日別に行った最適化計算が終了後、最適解ではなかった解が、準最適解の閾値に入っているかを判定

最適解の許容範囲

準最適解の閾値

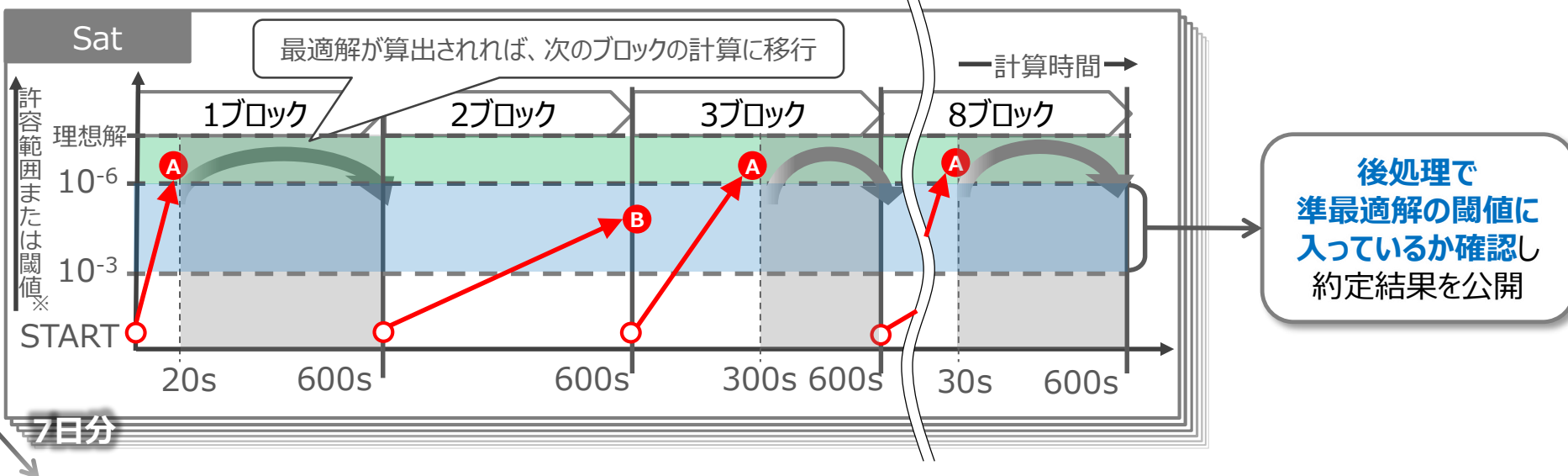
○ 初期解

● 計算終了時の解

→ 解の変化イメージ

最適化計算

後処理



1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理(2/2)

- 他方、プロトタイプ検証で最も過酷なケースを超える状況が1ブロックでも発生し取引中止となった場合、パッケージソフトウェアの仕様上、7日間分が取引中止となる。
- なお、パッケージソフトウェアの仕様変更は2024年4月の取引開始に間に合わないため、準最適解の閾値や打ち切り時間の設定を工夫することで対応していく。

最適解の許容範囲

準最適解の閾値

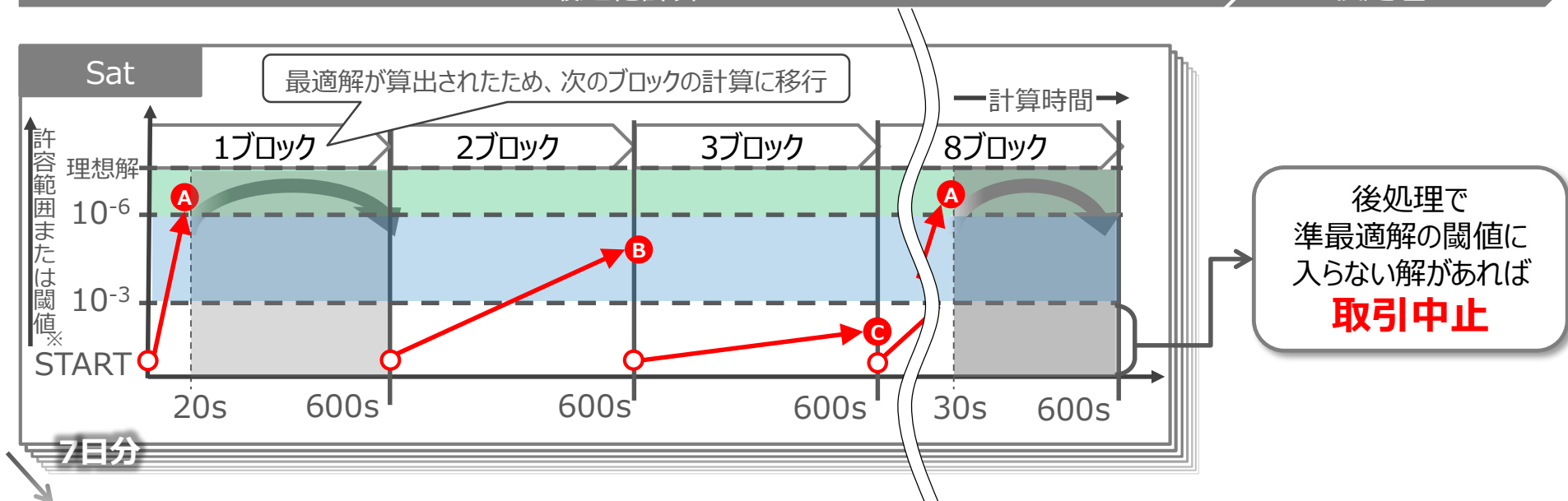
○ 初期解

● 計算終了時の解

→ 解の変化イメージ

最適化計算

後処理



※ 具体的な最適解の許容範囲ならびに準最適解の閾値については、製作・試験工程で改めて検証していく。

【参考】並列化対策後の札数と計算時間の関係

- 第37回本小委員会で、プロトタイプ検証で最も過酷なケースでも計算打ち切り時間を600秒とすることで、約1,000札までは、最適解の許容範囲に入ることをご報告。

3-4. #7準最適解の採用

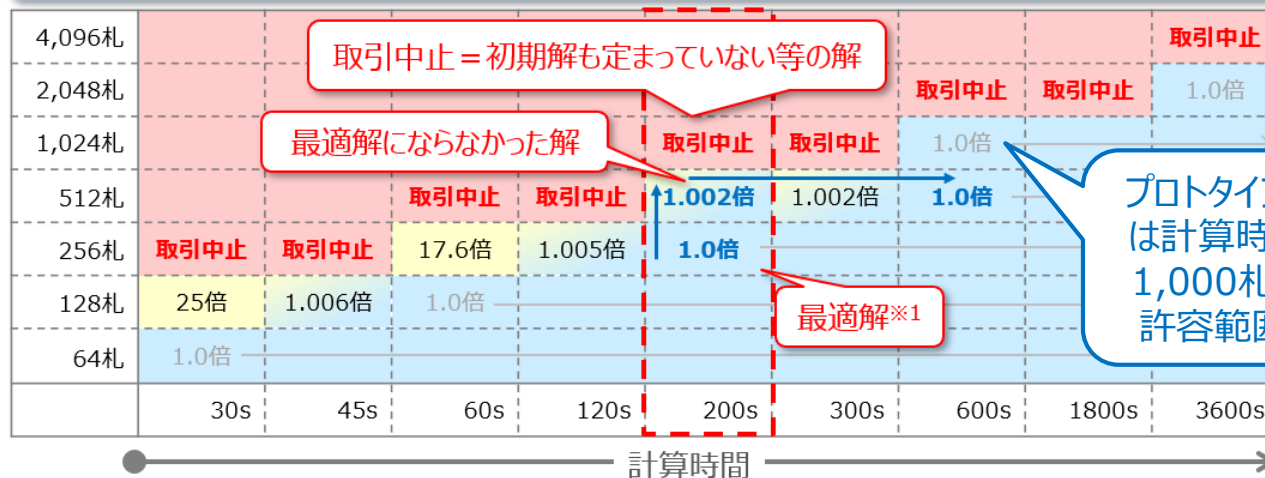
30

- 計算時間を延ばすことで、入札数が増加しても最適解が算出可能であることがわかった。
- 最適解を得られずに計算打ち切り時間となった時点で得られている解のうち、ある一定の許容値に入っているものを準最適解※2として採用することで、1ブロックあたりの計算時間を200秒とした場合、約500札まで算出が可能となる。
- 具体的な算出可能範囲は製作・試験工程にて、改めて検証していく。

計算時間ごとの求解状況および最適解に対するコストの倍率

■ : 求解
■ : 求解不可(取引中止)
■ } 最適解にならなかった解

ケース2 重なりが広い (全量約定札60~70%, 並列化対策後)



※1 最適解には許容範囲があり、計算打ち切り時間までに許容範囲に入ったものが最適解

※2 計算打ち切り時点で求めた解が一定の許容範囲に入った場合、準最適解

tribution Grid Council



送配電網協議会

出所) 第37回需給調整市場検討小委員会 (2023.3.28) 資料4-1より青の吹き出しを追加

https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyu_shijyo_37_04_01.pdf

© Transmission & Distribution Grid Council

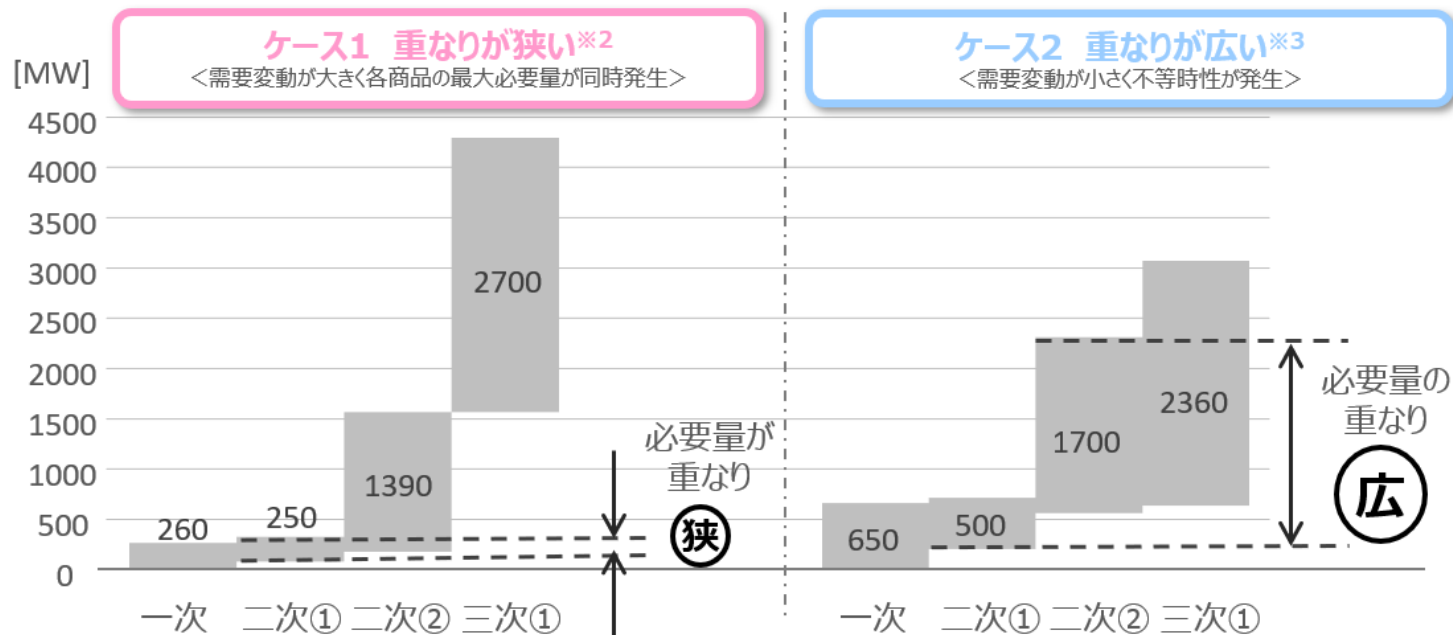
【参考】必要量の重なりと処理時間

【参考】必要量の重なりと処理時間

23

- 高速商品と低速商品の重なりが狭い(下図ケース1)場合、最適化計算の探索範囲も狭まり、計算時間が比較的かからなかったと推測される。
- 一方、高速商品と低速商品の必要量の重なりが広い(下図ケース2)場合、最適化計算の探索範囲が広がり、計算時間が比較的かかるものと推測される。

ケース別必要量の重なりイメージ



※2 必要量の重なりが狭いケース：12月9:00-12:00ブロックの必要量の試算値一例

※3 必要量の重なりが広いケース：7月3:00-6:00ブロックの必要量の試算値一例

目的外利用禁止 送配電網技術・運用委員会

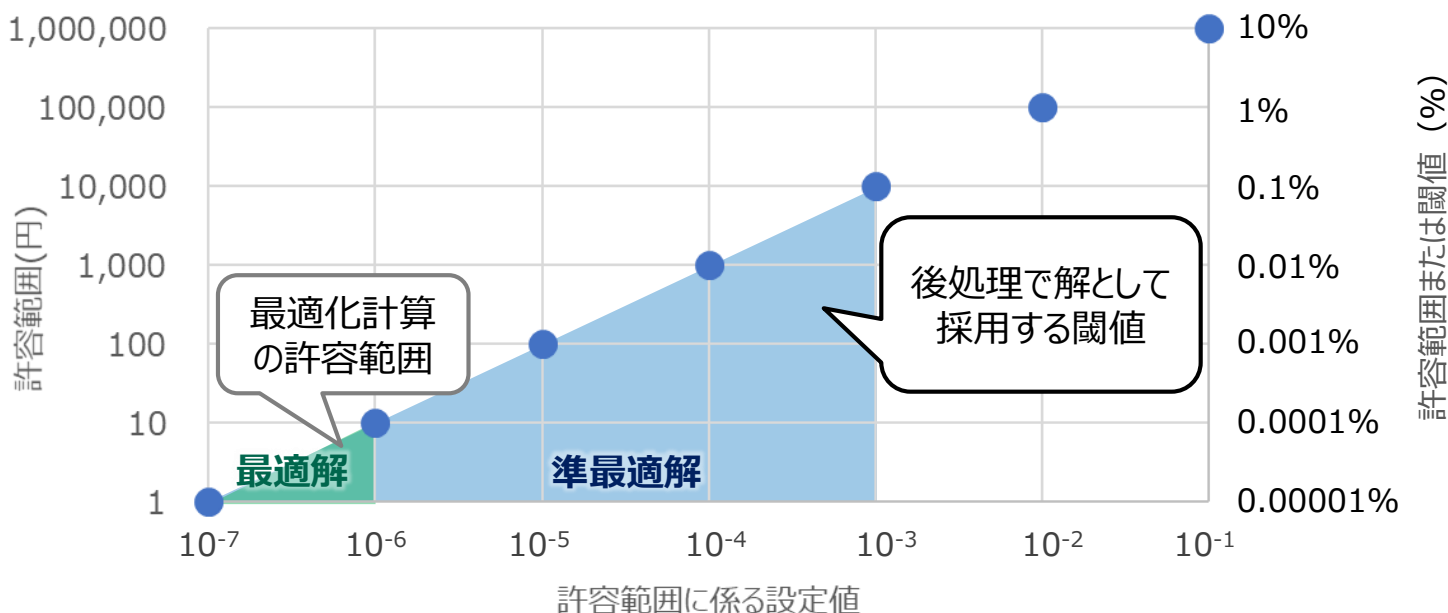
©Transmission & Distribution Grid Council



1-3. 準最適解の閾値のイメージ

- 30分あたりの概算の調達コスト(以下、理想解)が1,000万円の場合、最適解の許容範囲を 10^{-6} に設定すると理想解に対して10円差までが最適解となる。
- 他方、準最適解の閾値を 10^{-3} に設定すると、最適解が求まらずに計算打ち切り時間となった時点の解が、理想解に対して1万円差までを準最適解として判定する。

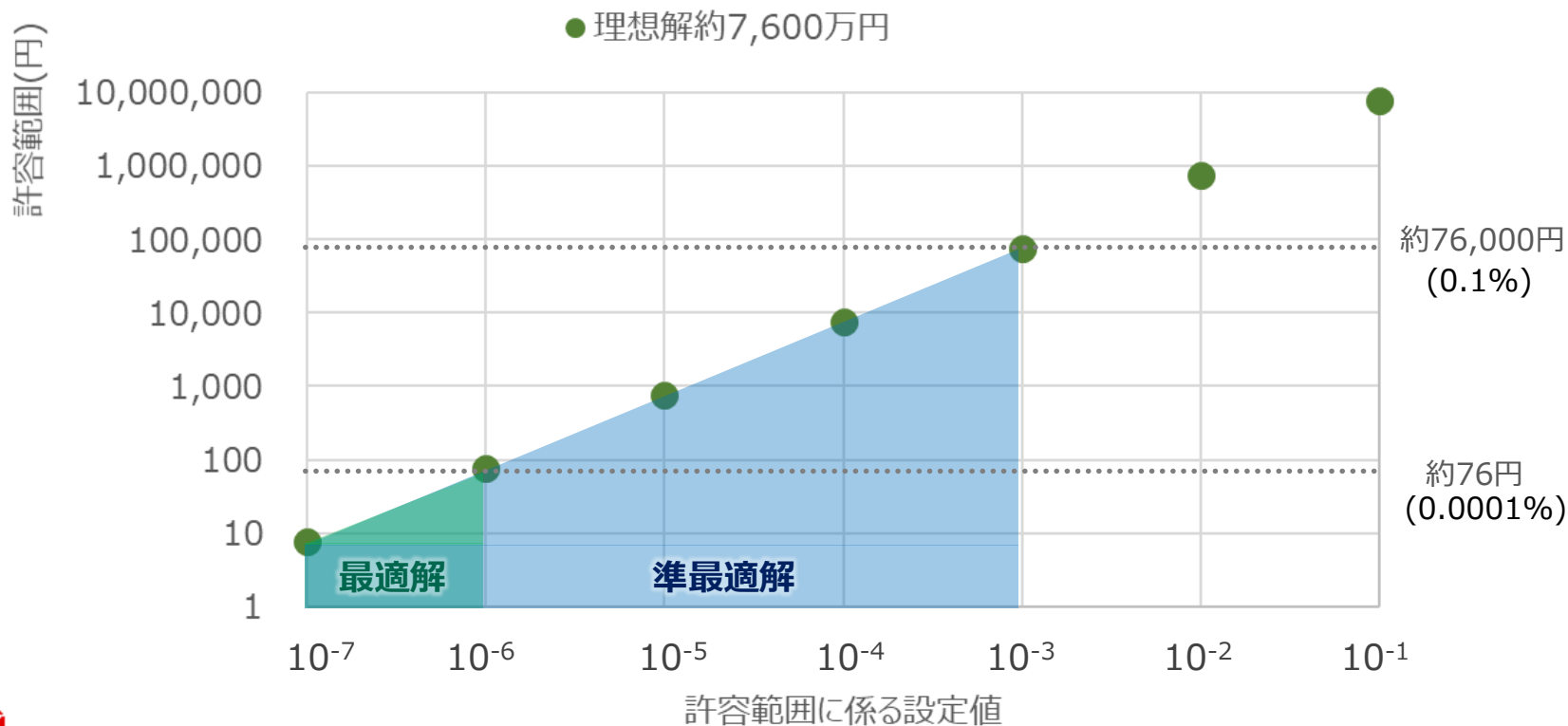
30分あたりの理想解が1,000万円の場合の許容範囲または閾値イメージ



【参考】過去実績・試算値を用いた閾値のイメージ

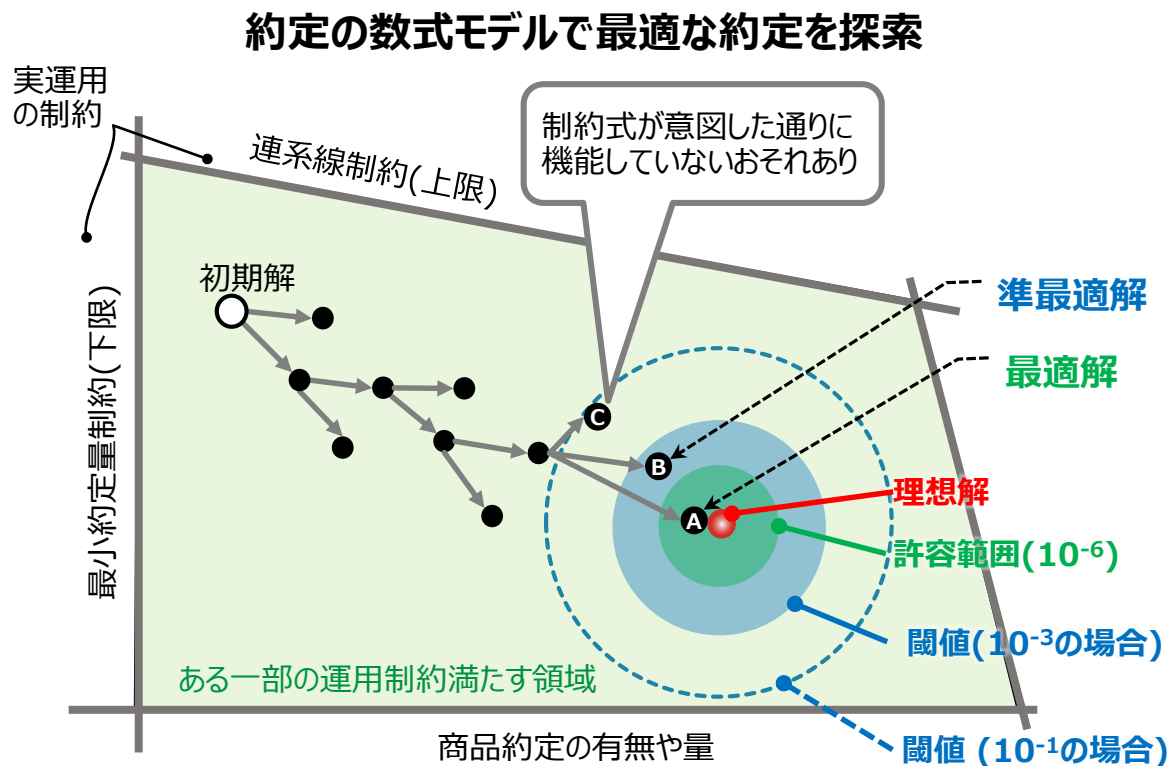
- 第25回本小委員会の複合必要量の試算値(約11,000MW)ならびに2022年度上期の三次調整力①の平均単価(6.87円/kW・30分)を用いた場合の理想解は約7,600万円/30分となる。この条件下における最適解ならびに準最適解の閾値は、前述と同様の設定値とした場合、最適解が約76円/30分、準最適解が約7万6千円/30分となる。

30分あたりの理想解が約7,600万円の場合の許容範囲または閾値イメージ



1-4. 準最適解の閾値の大小による影響と効果

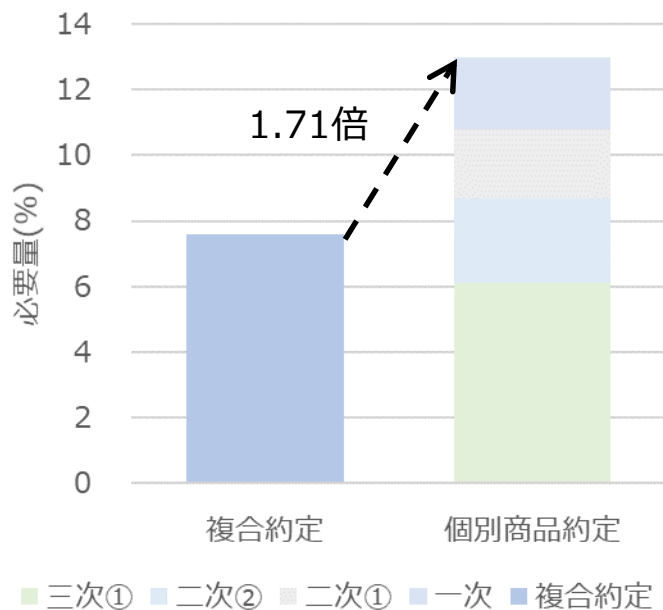
- 取引中止となった場合、簡易的な約定ツールによるエリア内約定・個別商品約定となるため、調達コストが2倍程度(13スライド参照)に増加する蓋然性が高い。これらを踏まえると、準最適解の閾値を一定程度大きくした方が、社会コストの増加を抑えられるものと思料(10,11スライドの例の場合、1.001倍)。
- 但し、最適解および準最適解は理想解に近い値(下図A,B)となることを前提に制約条件の定式化や計算用パラメータの設定を行っているため、理想解から遠く離れた値(下図C)を準最適解として扱う場合、制約式が意図した通りに機能していないおそれがある。
- また、前回のプレゼンでもお示したとおり、並列化による処理性能向上は理論上の値であることから、製作・試験工程の中で検証の上、具体的な閾値ならびに打ち切り時間について提案させていただく。



【参考】エリア内約定・個別商品約定した場合の調達コスト

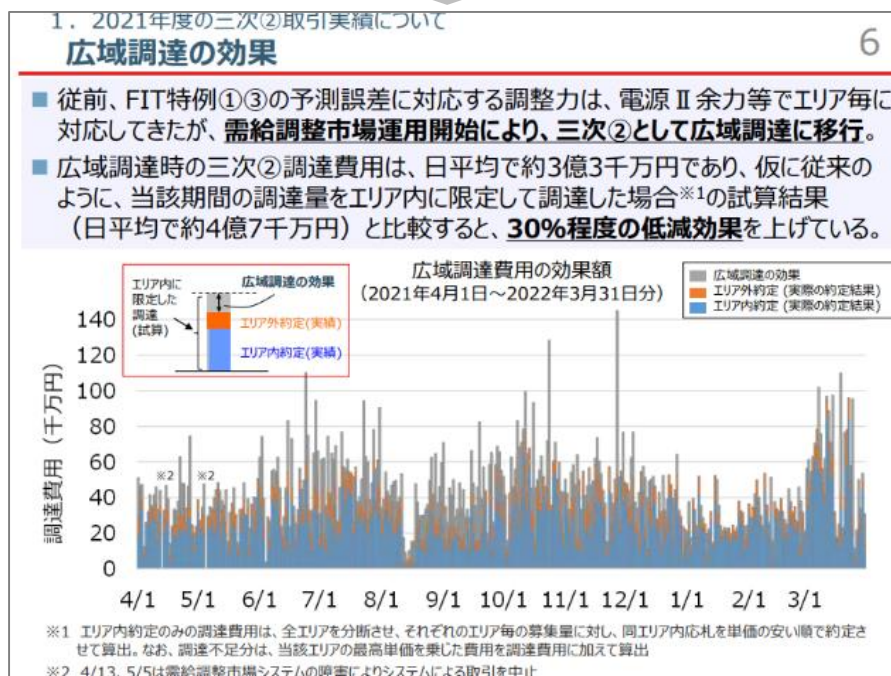
- エリア内約定・個別商品約定となった場合、調達コストが約2倍(必要量が1.71倍,調達単価が1.43倍)に増加する蓋然性が高い。

複合約定と個別商品必要量



出所) 第25回需給調整市場検討小委員会
(2021.9.27) 資料3をもとに作成
https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyousei/2021/files/jukyu_shijyo_25_03.pdf

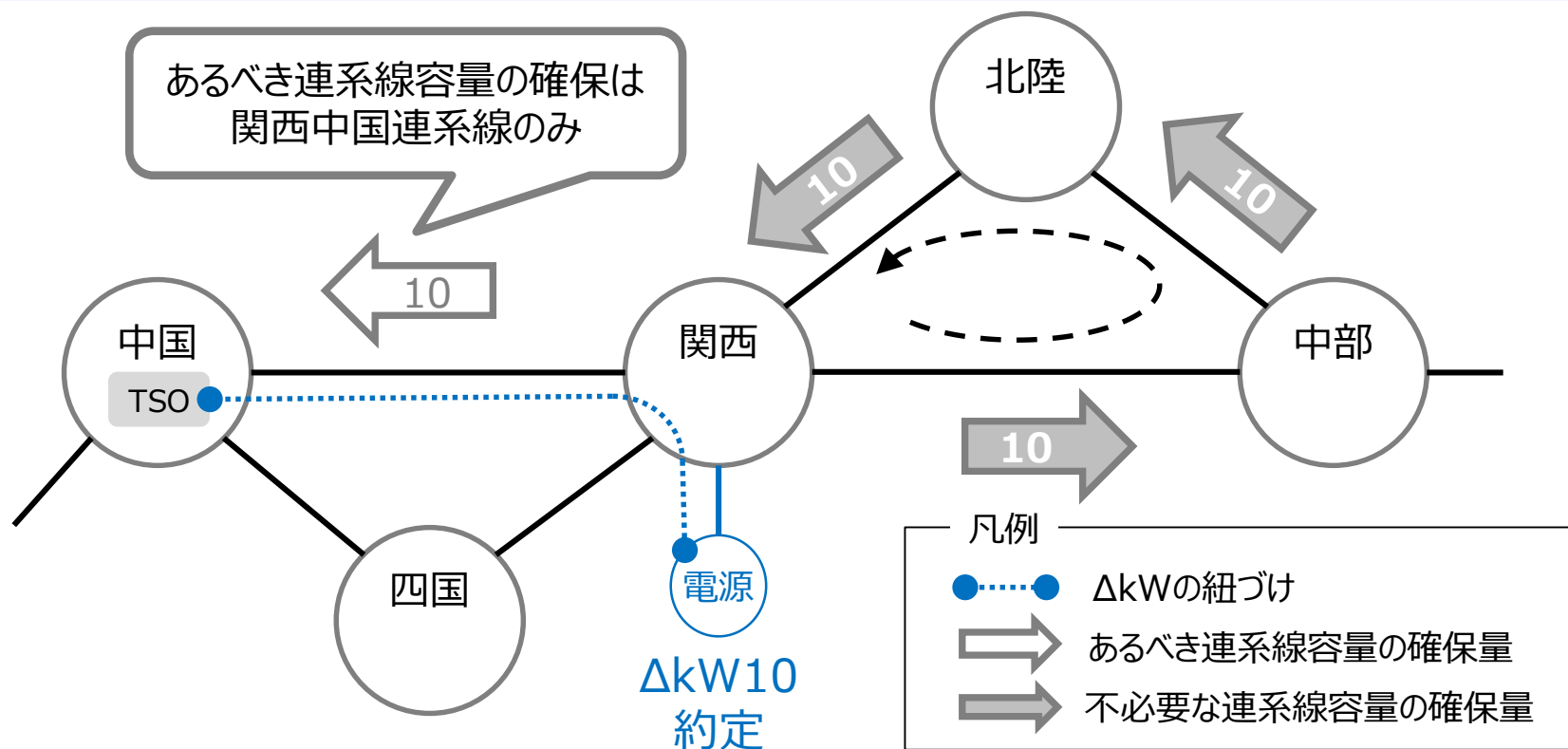
広域調達の低減効果は30%であり、従来と同様にエリア内に限定して調達した場合、調達単価は広域調達の**1.43倍**となる試算



出所) 第64回制度検討作業部会(2022.4.25) 資料5-1
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/denryoku_gas/seido_kento/pdf/064_05_01.pdf

【参考】制約式が意図した通りに機能していないイメージ

- 関西エリアが属地となる電源等から入札された $\Delta kW 10$ が中国エリアに紐づいた場合、本来は関西中国間連系線のみの連系線容量を確保するが、準最適解の閾値を過大に設定した場合、必要以上に連系線容量を確保するおそれがある。



- 最適化計算の中では複数のパターンを探索する際、連系線容量の確保上限を超過していなければ、上図のように不必要に連系線容量を確保しても制約違反にはならないものの、最適解に近づくると不必要に連系線容量を確保するケースは選ばれなくなる。
- 但し、閾値を過大に設定することで、不必要な連系線容量を確保するルートを準最適解として採用するおそれがある。

複合約定による必要量の低減効果について

9

- 2020年度の実績をもとに、一次から三次①の商品毎の必要量と不等時性を考慮した複合約定を導入した際の必要量を試算し、複合約定の導入効果を評価した。
- 商品毎の必要量については、年間平均の合計値が11～16%程度となる一方で、複合約定時の必要量は6～9%程度となり、複合約定の導入により**4割程度を低減**できることを確認した（リソースの調整幅を複数の商品で共有することによる必要量低減）。
- このことから、複合約定の導入は調整力の調達量を低減することができ、またそれにより調達コストの低減に資するものと考えられる。

【一次～三次①の必要量（年間平均）】

各エリアH3需要※比率[%]

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	9エリア平均
三次① (A)	7.9	7.0	5.2	5.1	5.5	5.4	6.0	5.9	7.0	6.1
二次② (B)	3.4	2.9	2.5	2.3	2.3	1.5	2.9	3.3	2.7	2.6
二次① (C)	2.4	2.2	1.7	2.0	2.0	1.8	2.4	1.9	2.2	2.1
一次 (D)	2.2	2.3	1.8	2.0	2.4	2.0	2.9	1.9	2.2	2.2
合計 (E) (=A+B+C+D)	15.9	14.4	11.2	11.4	12.0	10.7	14.1	13.0	14.1	13.0
複合約定 (F)	9.3	8.6	6.3	6.4	6.2	6.3	8.3	8.1	8.6	7.6
低減量 (G) (=E-F)	6.5	5.8	4.8	5.0	5.9	4.4	5.8	5.0	5.5	5.4

算定諸元：2020年度実績（冬季需給ひっ迫発生日のデータを除く）

※2020年度供給計画第1年度



出所）第25回需給調整市場検討小委員会（2021.9.27）資料3

https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2021/files/jukyushijyo_25_03.pdf

1. 準最適解の処理に関わる補足

- 1-1. 最適解と準最適解のイメージ
- 1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理
- 1-3. 準最適解の閾値のイメージ
- 1-4. 準最適解の閾値の大小による影響と効果

2. 2024年度等の制度変更に伴うシステム改修対応の状況

- 2-1. システム改修・開発を取り巻く状況
- 2-2. 改修・開発件名増加による対応

【参考】

- 2024年度需給調整市場取引開始に向けた説明会の開催
- 2023年8月1日取引規程改定に向けた意見募集概要



2-1. システム改修・開発を取り巻く状況

- 第36回本小委員会において、制度改革に伴うシステム開発を取り巻く情勢についてご発言があったことから、関連する現状の一般送配電事業者のシステム改修・開発状況について共有する。

(第36回 需給調整市場検討小委員会 議事録抜粋)

- 複合商品、複合約定ロジックについて、システムを開発する企業の立場では、よく起こり得るジレンマ、トリレンマがある。それは顧客の期待値、顧客の期待を汲み取るプロジェクトリーダーの理解度、そのプロジェクトリーダーが理解した内容を実際にシステムに落とし込むプログラマーのキャパシティ、マンパワーの問題であり、ここに必ずトリレンマが発生してくるわけである。これは時間軸の問題で、この場合の顧客は我々委員の皆さん、あるいは、電力会社が全てのリソースを漏れなく汲み取ろうという熱い気持ちである。顧客の期待値と、それを MECE に達成しようとするれば、どうしても時間軸に限界があると考えている。システム開発の世界で、バグ、リグレッションという言葉があって、**追加でシステム要望を汲み入れて改修を繰り返していくと、過去に改善したバグが先祖返りしてまた発生するリグレッションという事案が当たり前のように起こる。**つまり、**システムというのはパーフェクトではない**ということである。システムは、ある意味では不完全である前提で、我々は、顧客にご理解をいただかなければいけないし、そこでの時間軸をどのようにマッチングさせていくのか考えなければならない。
- 本日も、この議論で色々と、いわゆる顧客の要望があった。これを、本当に一つひとつ修正してリグレッションが起きないようにし、デューデートである 2024 年までにやるということは、システム開発の立場からすると、大変なことを我々は期待しているのではないかと感想を抱いた。違う話にはなるが、資源エネルギー庁のほうでは、例えば同時市場の論議等も進めている。やはり、そういうことも**総合的に俯瞰した上で時間軸は考えていかないと、何れ、システム開発のほうに崩壊する**のではないかと考える。今、システム開発の立場としてリクルーティングで一番大変なのは、このプロジェクトを実行するプログラマーの獲得であり、いわゆる**システムのプログラミングを遂行できるコーダーを世界中で奪い合っている状況**である。残念ながら我が国は、全然それに買い負けている状況である。つまり、こういうコーダーがいないと、システムは絵に描いた餅になってしまう。そういった事実と状況を、**ここでディスカッションしている方々は、意識した上で、制度設計をやっていないと、何れは本当に大変なことになってしまう**のではないかと考える。

【参考】システム改修・開発の増加

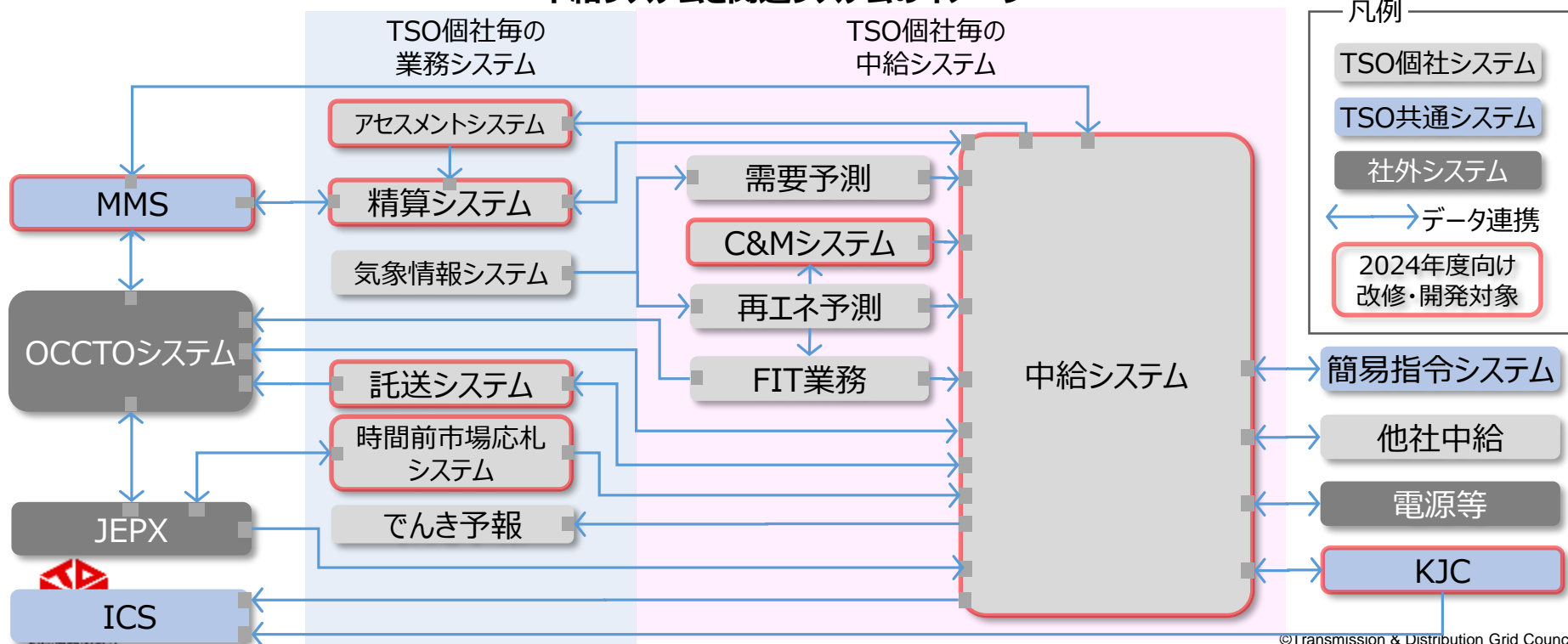
- 電力システム改革による制度変更の運用開始により顕在化した課題に対して、国等にて迅速に検討を進めていただいております。その検討にあたっては一般送配電事業者のシステム改修・開発に対しても期間や規模について考慮いただいているものの、システム改修件数※1は年々増加している状況。

年度	2019以前	2020	2021	2022	2023	2024	2025以降
イベント	全国的なkWhひっ迫★		★需給ひっ迫警報発令				
供給力不足対応	▲でんき予報	kWモニタリング▲ kWhモニタリング▲ kW公募(単独)▲ kWh公募▲		▲でんき予報への広域予備率追加 ▲でんき予報の実績表示方法の見直し ▲信頼度見直し		▲容量市場取引開始 ▲翌々日計画でんき予報公表 翌々日計画48点化▲ 長期脱炭素電源オークション▲	
調整力調達	▲調整力公募 ▲簡易指令システム運用開始	▲21年見直し 三次②取引開始▲	▲22年見直し 三次①取引開始▲	▲共同調達 ▲アンサンプル予報 三次②調達不足対応(ブロック時間・応動時間見直し)▲	▲ネガポジリソース対応 ▲オフライン枠	▲余力活用 契約対応	需給調整市場における 連系線利用枠拡大 ▲ 機器個別計測 ▲ 同時市場 ▲ 三次②(領域bc) ▲ スカウティング枠 基準値の追加 ▲
広域的な需給運用		▲広域需給 30分ロット開始 (中地域)	▲広域需給 15分ロット開始		▲広域需給 5分ロット開始 ネガポジリソース対応 ▲ 需給情報ビジュアル化 ▲ リアルタイム化	▲広域ブロックでの計画停電 ▲共同調達 ▲kWひっ迫対応 ▲kWhひっ迫対応 ▲飛騨信濃段差制約	中給システム▲ の抜本的な改修 LFC広域運用 ▲ (現状活用案)
新インバランス料金制度		凡例： ▲▲制度変更等により追加となった件名 ▲システム改修を伴うもの ▲システム改修を伴わないもの ▲システム改修を伴うが開始時期未定のもの		▲新インバランス料金制度 ▲ひっ迫時の広域予備率運用開始 ▲ICS運用開始		▲広域予備率運用本格開始 ▲発電実績公表拡大	
効率的な流通設備利用(C&M)	▲N-1電制(先行適用)		基幹系ノンファーム開始▲	ローカル系ノンファーム受付開始▲	▲再給電(調整電源) ▲再給電(一定の順序)	▲暫定運用開始※2	▲本格運用開始※2 (一定の順序)
再エネ制御	▲出力抑制開始		▲指定電気事業者廃止		▲経済的出力制御		※1 本記載以外にもハード取替や 広域系統整備に関する改修もあり ※2 開始時期はエリアにより異なる

2-2. 改修・開発件名増加による対応

- 一般送配電事業者では、従前からの需給運用に加えて電力システム改革に対応するため、多種多様なシステムを構築している。これらのシステムは有機的に結びついているため、システム改修・開発にあたっては、システム間でのデータ連携等も踏まえ改修を行う必要がある。
- このようにシステムの複雑さが増す中で、システム改修案件も増加し、かつシステムのプログラミングを遂行できるコーダーの不足も相まって、一部のシステム対応が困難となる状況も一部エリアで顕在化している。
- これに対して一般送配電事業者では、各システムベンダと協力して工程管理を行った上で、週次で行う業務や日勤者の応援で対応可能な業務等のシステム化を見送り、ハンド対応に変更することで、システム改修規模を縮小して、制度変更の運用開始が遅延しないように取り組んでいる状況。

中給システムと関連システムのイメージ



1. 準最適解の処理に関わる補足

- 1-1. 最適解と準最適解のイメージ
- 1-2. 準最適解を採用する際のMMS処理
- 1-3. 準最適解の閾値のイメージ
- 1-4. 準最適解の閾値の大小による影響と効果

2. 2024年度等の制度変更に伴うシステム改修対応の状況

- 2-1. システム改修・開発を取り巻く状況
- 2-2. 改修・開発件名増加による対応

【参考】

- 2024年度需給調整市場取引開始に向けた説明会の開催
- 2023年8月1日取引規程改定に向けた意見募集概要



【参考】2024年度需給調整市場取引開始に向けた説明会の開催

- 2024年度需給調整市場取引開始に向けた需給調整市場システム説明会を開催予定です。

<日時> 2023年7月27日（木）10時～12時

<開催方法> オンライン（Webex）

<内容>

- ・2024年度需給調整市場取引開始に向けた運用試験・システム切替のスケジュールについて
- ・需給調整市場システム WebAPI仕様他の見直しについて

<対象者>

- ・需給調整市場の取引会員さま
- ・需給調整市場への参加を検討されている事業者さま
- ・余力活用に関する契約の締結を検討されている事業者さま
- ・調整力公募へ参加済みもしくは参加を検討されている事業者さま(2024年度からは沖縄のみが対象)

<募集方法>

送配電網協議会ならびに一般送配電事業者のホームページに案内を掲載

【申込期間】2023年6月12日～2023年7月24日（月）24時

【申込みサイト】URL：https://www.tdgc.jp/j_information/2023/06/12_0955.php



【参考】2023年8月1日取引規程改定に向けた意見募集概要

- 第36回本小委員会におけるアセスメント・ペナルティに関する整理事項の取引規程への反映を中心に、2023年8月1日に取引規程改定を予定しており、ホームページ上で意見募集を実施中です。

<主な改定内容>

- ・アセスメントⅡの金銭的ペナルティの緩和
- ・アセスメントⅡ不適合がTSO起因だった場合の対応
- ・複合商品のアセスメントⅡ不適合時のペナルティ対応の変更
- ・落札商品以外の応動を含むアセスメントⅡの対応の変更 他

<意見募集対象>

- ・取引規程（案）
- ・取引ガイド（案）

<意見募集の方法>

- ・送配電網協議会ならびに一般送配電事業者のホームページに案内を掲載

URL : https://www.tdgc.jp/j_information/2023/05/25_0955.php

<意見募集期間>

- ・2023年5月25日（木）～ 6月8日（木）17：00まで

<改定予定日>

- ・2023年8月1日（火）

