

# 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 (第2回中間報告)

2022年12月14日  
送配電網協議会

- 第32回の本委員会(2022.9.26)にて現在開発中の複合約定ロジックについて、2<sup>nd</sup>プロトまでの検証結果を報告し、今後の対応方針について確認したところ。
  - ⇒ **①入札時刻優先ルールの扱いについて**  
(今後の対応方針)  
同一価値の札があった場合の入札時刻優先ルールについては、複合約定ロジックに適用しないことを確認
  - ⇒ **②一次調整力オフライン枠の柔軟な約定の実現の見通しについて**  
(今後の対応方針)  
一次調整力オフライン枠における柔軟な約定の適用は、3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証結果を踏まえ、引き続き実現性を確認していく
- 現時点で、プロトタイプによる検証は、全4回中、3<sup>rd</sup>プロトまで完了したが、3<sup>rd</sup>プロトの検証で以下の知見が得られたことから、今回はその内容を報告する。
  - ⇒ **③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて**
  - ⇒ **④最適化計算の処理時間に長時間を要するケース**
- また、今後、複合約定ロジック開発に対して考えうるリスクとその対応策についても検討したため報告する。



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ

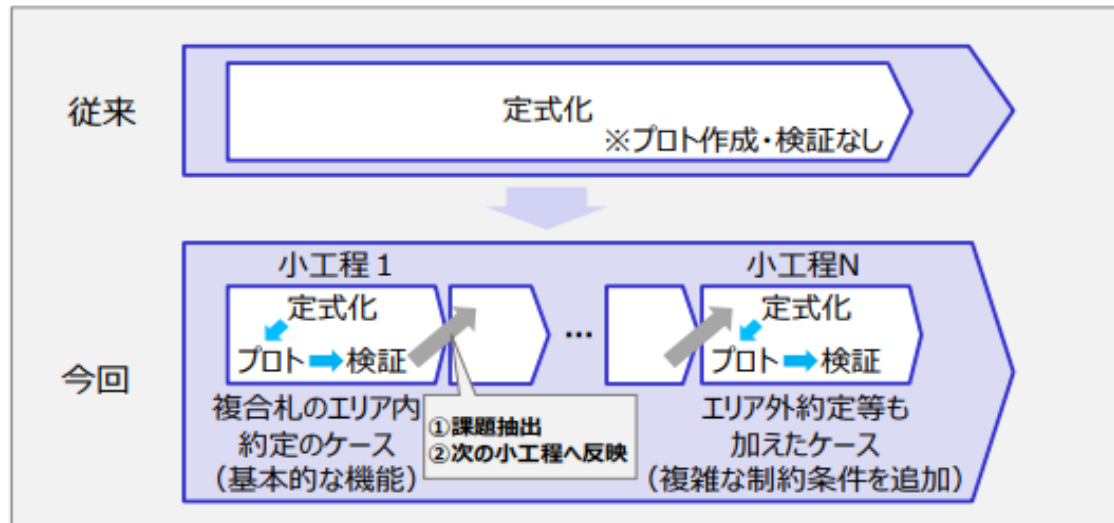


- 複合約定ロジックは、世界に類を見ない約定ロジックであることから、プロトタイプを作成・検証を繰り返すアジャイル的※手法を採用。

※計画→設計→実装→テストといった開発工程を、機能単位の小さいサイクルで繰り返す手法で、一般的に仕様変更に強く、製品の価値を最大化することに重点を置いた開発手法

- 開発期間が限られる中、可能な限り早期に課題を抽出可能にし、定式化と検証を効果的に行う観点から、開発方法は従来とは異なる「プロトタイプを用いての評価・改善を繰り返しながらシステム設計を行う手法」※を採用。
- 2021年度の個別検討に携わった専従チームを引き続き確保・増強し、**最大限の開発体制を構築**。
- 今後、検討・開発の進捗状況は都度、広域機関、国に報告させていただく予定。また、課題が生じた場合には、速やかに報告させていただき、対応方針等について相談しつつ開発を進めてまいります。

※システム設計での開発手法のイメージ



送配電網協議会

©Transmission & Distribution Grid Council



送配電網協議会

出所) 第29回需給調整市場検討小委員会 (2022.6.24) 資料5

[https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyushijyo\\_29\\_05.pdf](https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyushijyo_29_05.pdf) ©Transmission & Distribution Grid Council

## 2 検討結果

- 約定処理では、複数の制約条件を同時に満たし、かつ最経済となる組合せを商用ソルバを用いて探索する。
  - 複合同约定は、商品や制約条件（変数）の組み合わせが多くなり、**計算量が指数関数的に増加**。
  - 所定時間内の約定処理を実現するため、システム設計期間中は「**定式化の改善**」が必要。
  - **多様なケースの検証**を通じて定式化の再検討・再構築が必要となる見込み。
  - **複合札のエリア外約定**については、**商品の域外調達可否や $\Delta kW$ マーシンの確保方法の条件も加わり、更に定式化が複雑**となる。

<現行のMMSの約定処理>

定式化のイメージ

目的関数：全エリアの調整力合計費用の最小化  
**※単一商品の調達最適化**

制約条件：連系線空容量制約  
フェンス制約  
交流連系線優先制約など

変数：約定量  
連系線 $\Delta kW$ マージン など

➔ 制約条件、変数が増加

目的関数：全エリアの調整力合計費用の最小化  
**※4商品を、複合商品を考慮して同時最適化**

制約条件：連系線空容量制約  
フェンス制約  
交流連系線優先制約など  
**一次オフライン枠制約 など**

変数：約定量（4商品を、複合商品を考慮して変数追加）  
連系線 $\Delta kW$ マージン など

解の探索イメージ

制約条件

解を探索

取りつる解

最適解

<2024年度向け対応後>

目的関数：全エリアの調整力合計費用の最小化  
**※4商品を、複合商品を考慮して同時最適化**

制約条件：連系線空容量制約  
フェンス制約  
交流連系線優先制約など  
**一次オフライン枠制約 など**

変数：約定量（4商品を、複合商品を考慮して変数追加）  
連系線 $\Delta kW$ マージン など

各制約ごとに「最小値～最大値」「刻み幅」の考慮が必要

探索する解の組合せが増加し、探索に要する時間が増加。後続の広域機関業務に影響しないよう処理を途中で打ち切り約定結果とする場合あり。なお、一般的な組合せ問題では、解が得られず計算終了しない場合もあうる。



# 【参考】複合約定ロジックの概要(1/2)

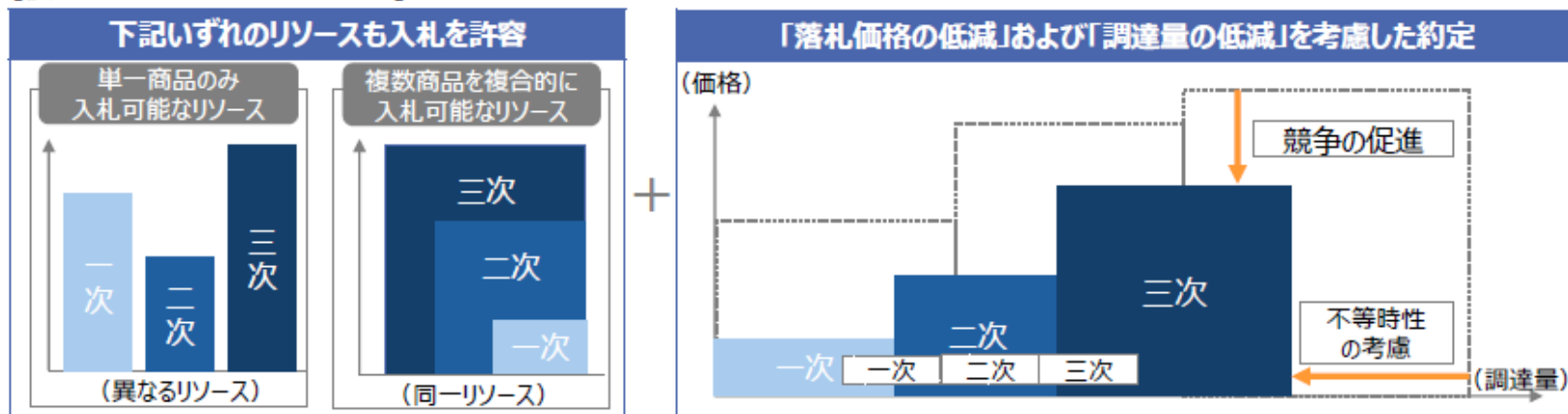
## 調達コストの低減を目的とした複合約定ロジックの導入について

10

- 前述の通り、単一のリソースで複数商品に入札可能なリソースについては、複合的な入札を許容することで、不等時性を考慮した調達が可能となり、調達量合計の低減、ひいては調達コストの低減に寄与することが考えられる。
- 他方、単一商品にのみ入札可能なリソースは、当該商品のみ落札となり商品の合成による調達量合計の低減とはならないが、商品毎の競争がより一層促進されることから、商品の細分化に関する考え方とも合致する。
- このことから、商品毎の必要量および不等時性を考慮した必要量を充足させることを前提に、**単一商品での入札および複数商品の複合入札の双方を許容し、落札価格が最も安価となるように、それら入札を最適に組み合わせる**考え方を「**複合約定ロジック**」として整理し、これを前提とした調達を実施することとしてはどうか。

### 【複合約定ロジックの導入イメージ】

※簡略化のため、二次①と二次②を「二次」、三次①を「三次」と表記



上記を最適化した考え方（複合約定ロジック）を導入した調達手法によりコスト最小化を実現



# 【参考】複合約定ロジックの概要(2/2)

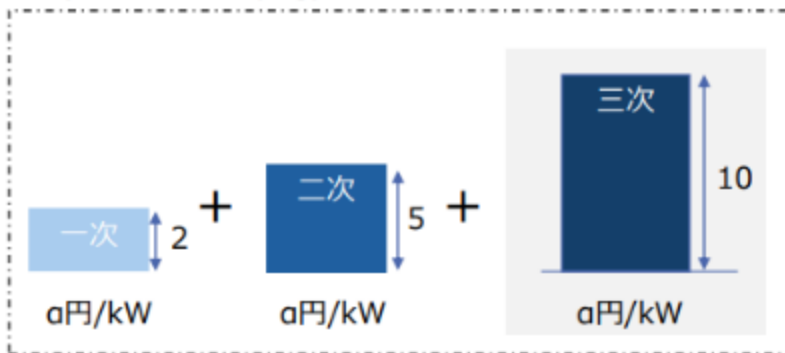
## 複合約定ロジックを導入することに伴う留意事項

13

- 前述の通り、複合約定ロジックにおいては、複数商品に入札可能なリソースと単一商品のみ入札可能なリソースの入札単価が同額の場合、調達量の低減によりさらなる調達コストの低減が図れることから、前者が約定される可能性が高くなるものと考えられる。
- そのため、一次～三次①の全ての機能を有する電源がより約定されやすくなることとなり、例えば、一次のみへの参入を希望するリソースについては、その場合、相対的に約定されにくい可能性があることから、今後の一次～三次①の必要量等の検討に合わせた複合約定ロジックの詳細評価の結果等も確認しつつ、必要に応じて国とも連携をして、検討を進めることとしたい。

※簡略化のため、二次①と二次②を「二次」、三次①を「三次」と表記

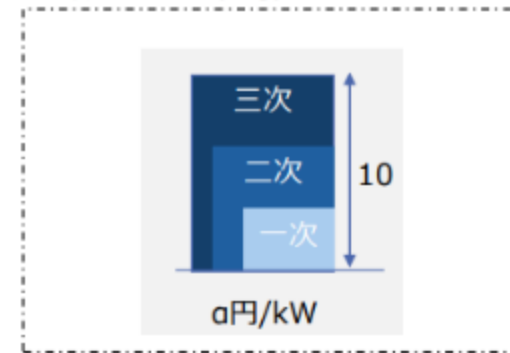
<単一商品のみ入札可能なリソース>



調達コスト： $a \times 17$

※入札単価が同額の場合の例

<複数商品に入札可能なリソース>



調達コスト： $a \times 10$

優先的に  
約定される

# 【参考】不等時性を考慮した複合約定時の必要量

## 不等時性を考慮した複合約定時の考え方

37

- 各商品の必要量の考え方では、それぞれ別のリソースで対応できる必要量を算定した。各商品の必要量において、不等時性を考慮した必要量の合成値は、各商品の必要量の合計値より小さい値となる。そのため複数の機能を持つ調整力を複合して約定する場合の必要量は、不等時性を考慮した合成値で算定することとしてはどうか。

- ✓ 複合約定時の必要量： $\{ \text{残余需要元データ}^{\ast 1} - (\text{BG計画} - \text{GC時点の再エネ予測値}) \}$ の $3\sigma$ 相当値 $^{\ast 3}$  + 単機最大ユニット容量の系統容量按分値 $^{\ast 2}$

※1 残余需要1分計測データ

当該月の前後1か月を含めた3か月実績データを使用して月毎、商品ブロック毎に算定

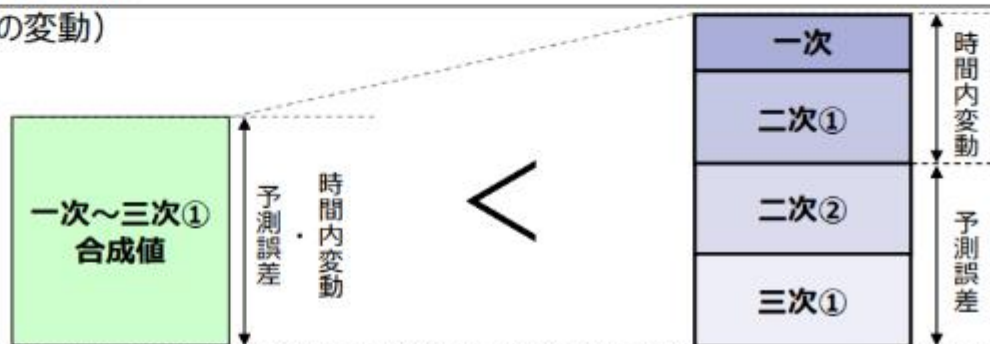
※2 当該週の50Hz及び60Hzにおける同一周波数連系系統の単機最大ユニット容量を系統容量をもとに按分

※3 「 $3\sigma$ 相当値」：いわゆる、統計的処理を行った最大値。過去実績相当の誤差に対応できるように、過去実績をもとに統計処理した値。具体的には、99.87パーセンタイル値（全体10000個のデータの場合、小さい方から数えて9987番目の値）を使用。

- 複合約定時についても、一次から三次②と同様に、平常時の必要量は、各月別・商品ブロック別に必要量を算定してはどうか。事故時の電源脱落に対応する必要量は、当該週に稼働できる単機最大ユニット容量の系統容量按分値を、週を通して調達してはどうか。

(平常時の変動)

複数の機能を持つ調整力は同じ振幅を共用することができる。



① 不等時性を考慮した必要量

② 商品毎必要量の合計値



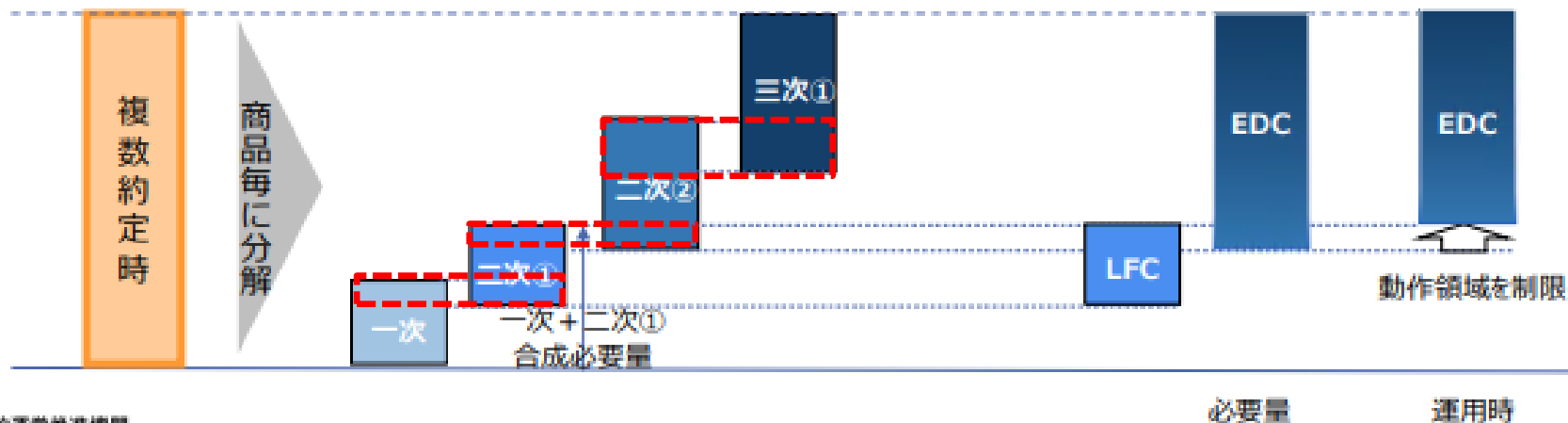
# 【参考】不等時性を考慮した複合必要量と商品別必要量の関係

- 商品間の重複量は、商品別の必要量と合成必要量の差分から算出。イメージは下の赤点線枠のとおり。

商品間の重複量は、商品別の必要量と合成必要量の差分から算出

(例) 一次と二次①の重複量

$(\text{一次必要量} + \text{二次①必要量}) - \text{一次・二次①合成必要量}$



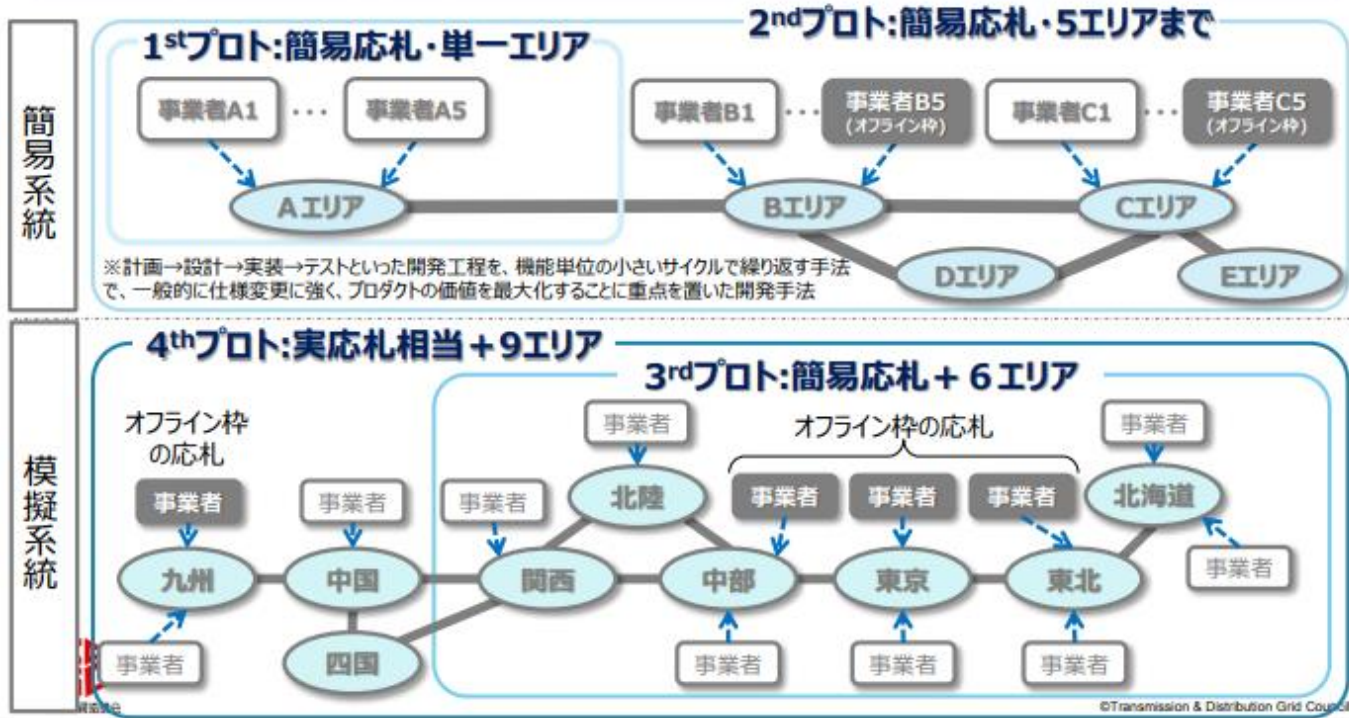
# 【参考】プロトタイプ検証の進め方

- 3rdプロトでは実システムを模擬し、より実態に近い環境下での課題の有無について、検証を実施した。

## 1. アジャイル的手法※を用いたプロトタイプ検証の進め方

11

- 1stや2ndプロトでは簡易的な応札ならびにシステムを用いたシンプルなケースから開始し、ロジックの根本に関わる大きな課題の有無について検証を実施しつつプロトの評価・改善を実施。
- 3rd,4thプロトでは実システムを模擬し、より実態に近い環境下での課題の有無について、検証ケース数を増やして検証予定。



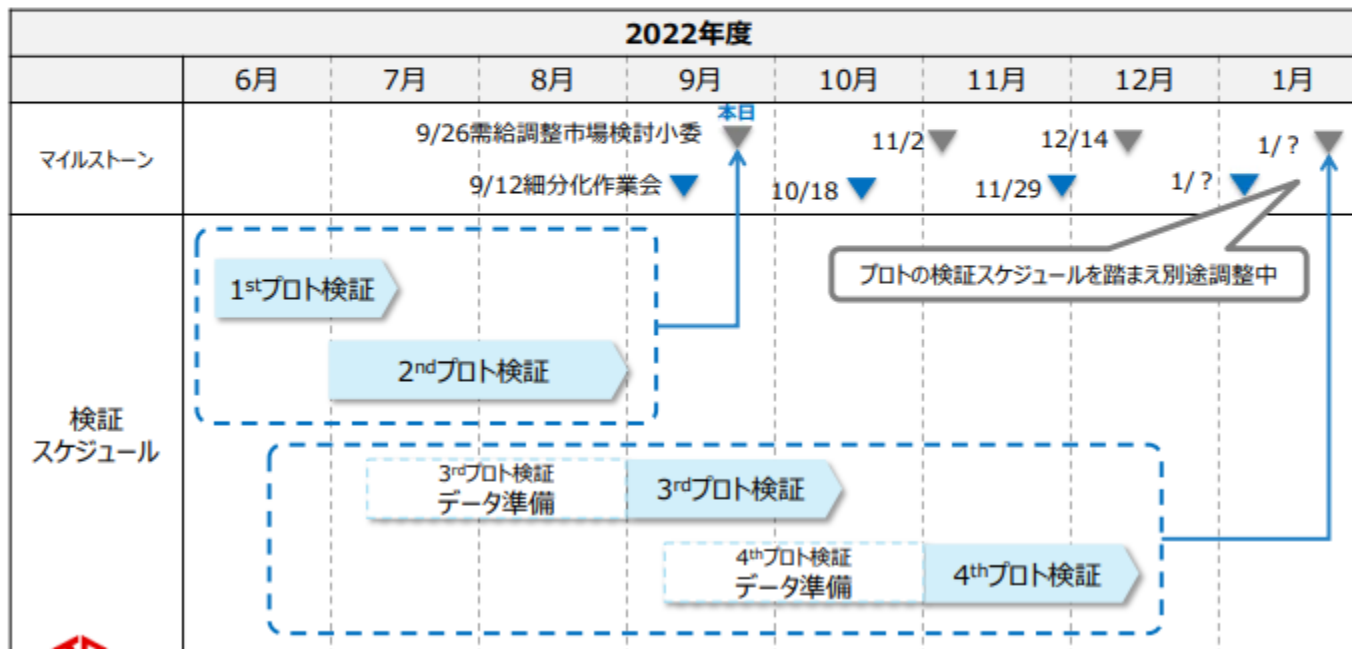
# 【参考】プロトタイプ検証のスケジュール

- 第32回本委員会では、4<sup>th</sup>プロト後に検証結果を報告することとしていたが、3<sup>rd</sup>プロトにて新たな知見が得られたことから、本委員会でも報告させていただく。

## 2. プロトタイプの検証スケジュール

13

- プロトタイプの検証は、現時点で4回予定しており、2022年中に完了を予定している。現在は、2<sup>nd</sup>プロトの検証を完了し、3<sup>rd</sup>プロト(簡易応札+実システムの縮小版)で実施中。
- 3<sup>rd</sup>・4<sup>th</sup>プロトの検証結果の報告時期は、別途調整。



送配網協議会

©Transmission &amp; Distribution Grid Council



送配網協議会

出所) 第32回需給調整市場検討小委員会 (2022.9.26) 資料5

[https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyu\\_shijyo\\_32\\_05.pdf](https://www.occto.or.jp/iinkai/chouseiryoku/jukyuchousei/2022/files/jukyu_shijyo_32_05.pdf)

©Transmission &amp; Distribution Grid Council

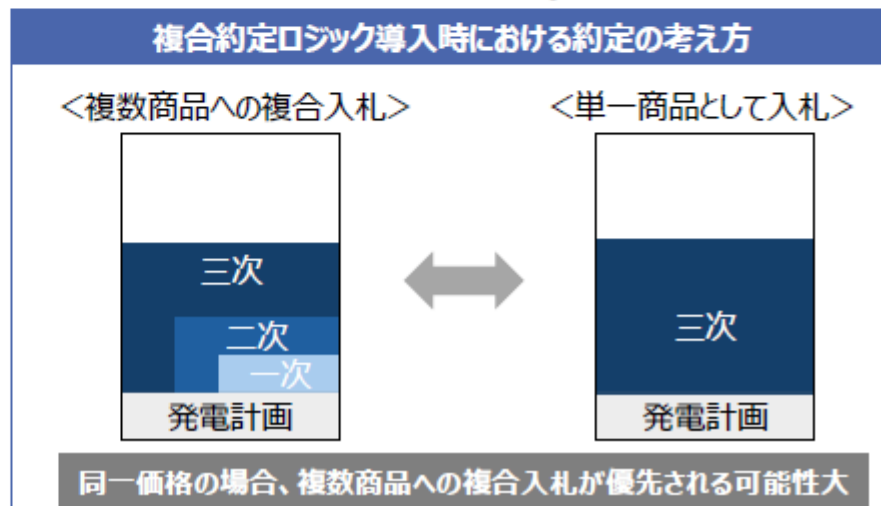
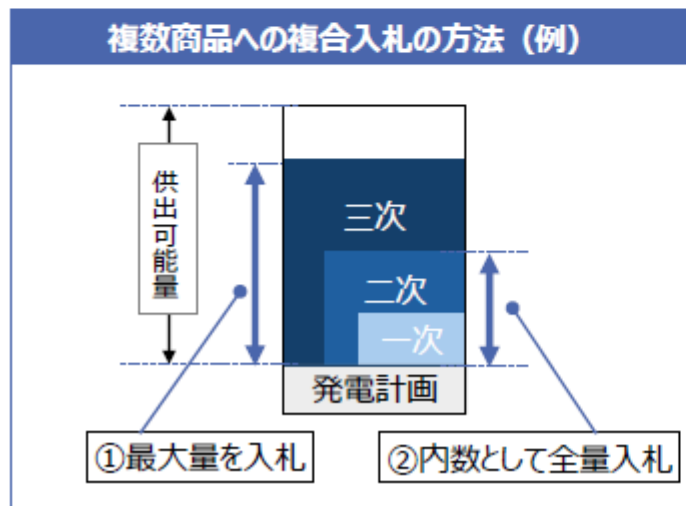
# 【参考】複数商品へ複合入札する場合の考え方

## 複数商品へ複合入札する場合の考え方について

11

- 単一のリソースで複数商品に入札することが可能なリソースについては、発電計画として発電することが確定している領域を除いた $\Delta kW$ として供出可能な範囲において、各商品を入札することになる。
- その際、複数商品への複合入札を実施する方法としては、当該リソースにおける応札可能量が最も大きな商品を入札したうえで、他の商品はそれぞれを内数として全量入札する（例：三次①の内数として、二次・一次を入札する等）ことを基本としてはどうか。
- なお、複合約定ロジックの導入を前提とした入札ケースを想定すると、単一リソースで複数商品に入札可能なリソースは「複数商品への複合入札」または「単一商品への入札」の2つの入札方法から選択することが可能となるが、複数商品への複合入札単価と、単一商品への入札単価が同額の場合は、調達量の低減によりさらなる調達コスト低減が図れることから、前者が優先して約定される可能性が高くなる。

※簡略化のため、二次①と二次②を「二次」、三次①を「三次」と表記



# 【参考】約定ロジックのイメージ

- 複合約定ロジックのイメージは以下のとおり。

## 【参考】複合約定ロジックのイメージ(1/2)

16

- 次ページ以降の複合約定ロジックのイメージに係る凡例は以下のとおり。

| 必要量※1 | 個別商品の必要量 |     |     | 不等時性を考慮した必要量 |    | 必要量が充足するように最適化計算で売札を約定 |
|-------|----------|-----|-----|--------------|----|------------------------|
|       | 一次       | 二次① | 二次② | 三次①          | 複合 |                        |
| AIリア  | 10       | 20  | 30  | 40           | 50 |                        |

| 売札※2     | 一次 | 二次① | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定                                  | 単価 |
|----------|----|-----|-----|-----|----|---------------------------------------|----|
| (1)リソースA | 10 | 10  | 20  |     | 20 | 10                                    | 1  |
| (2)リソースB | 10 | 10  | 30  |     | 30 | 30                                    | 3  |
| (3)アグリC  |    |     |     | 40  | 40 | 40                                    | 3  |
| (4)アグリD  |    | 10  | 20  |     | 10 | 10                                    | 4  |
| (5)アグリE  |    |     | 10  |     | 10 | 10                                    | 4  |
| 約定量合計    | 10 | 20  | 30  | 40  | 80 | 合計コスト：220<br>(1)20+(3)120+(4)40+(5)40 |    |

商品別の調達コスト最小化  
複合約定により  
合計調達コスト最小化

複合札  
90円  
単一商品札

80円

凡例(以降のスライドも同様)  
 緑字：AIリアの必要量と紐づいた札、青字：BIリアの必要量と紐づいた札  
 橙字：CIリアの必要量と紐づいた札  
 複合：複合充足量の略で、不等時性を考慮した必要量  
 最小約定：最小約定希望量の略で、事業者が入札時に設定する約定量の最小値  
 複合札：複数商品に複合的に入札されたリソースの札  
 単一商品札：単一商品のみ入札されたリソースの札

※1 複合必要量の考え方は本書8スライドのとおり  
 ※2 複合入札の考え方は本書15スライドのとおり



# 【参考】①入札時刻優先ルールの扱いについて

- 第32回本委員会で、同一価値の札があった場合の入札時刻優先ルールについては、複合約定ロジックに適用しないことを確認した。

## 3-2. ①入札時刻優先ルールの扱いについて(2/2)

23

- 現時点においては、複合約定ロジックにロジック上や計算性能面での大きな課題は発生していないものの、世界で類を見ない約定ロジックであり、制約式が多数存在し、複雑なロジックとなっているため、制約式の削減の検討も必要なところ。
- ここで、仮に、入札時刻優先ルールを適用しない場合でも、**同一価値の入札は汎用ソルバがランダム約定させるため、透明性や公平性の観点から問題はない**と考えられる。
- これらから、複合約定ロジックでは、ロジックの複雑性の軽減や現行の入札時刻優先ルールの踏襲により生じ得る約定結果の透明性や公平性の問題に鑑み、**同一価値の札があった場合の入札時刻優先を適用しない**こととしてはどうか。



# 【参考】②一次調整力オフライン枠における柔軟な約定の実現

- 第32回本委員会で、一次調整力オフライン枠における柔軟な約定の適用は、3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証結果を踏まえ、引き続き実現性を確認していくこととした。

## 3-3. ②一次調整力オフライン枠における柔軟な約定の実現(2/2) 27

- オフライン枠の約定方法も含め、模擬システムを用いた2<sup>nd</sup>プロトで検証結果を確認したところ、最終札においては、エリアの**オフライン枠上限を超過して約定できる検証結果が現時点では得られた。**
- 一方、今後、実システムを模擬した3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロトでより現実的な検証を行うことで、“オフライン枠上限を超過して約定させるための**制約条件(変数)**”を追加したことによる**処理性能上の問題※が顕在化する虞も考えられる。**このため、引き続き、3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>の検証にて実現性を確認していく。

※ 規定時間内に終了しない、解が収束しない等の問題

| 約定札       | 非約定札 | オフライン枠を厳密に遵守した約定                    |        |     |     |    |        |    | 柔軟性を持たせたオフライン枠の約定                  |        |     |     |    |        |    |
|-----------|------|-------------------------------------|--------|-----|-----|----|--------|----|------------------------------------|--------|-----|-----|----|--------|----|
| 必要量       |      | 一次                                  | 二次①    | 二次② | 三次① | 複合 | オフライン枠 |    | 一次                                 | 二次①    | 二次② | 三次① | 複合 | オフライン枠 |    |
|           |      | 30                                  | 40     | 50  | 60  | 60 | 10     |    | 同左                                 |        |     |     |    | 10     |    |
| 売札        |      | 一次                                  | 二次①    | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定   | 単価 | 一次                                 | 二次①    | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定   | 単価 |
| (1)複合札    |      | 20                                  | 20     | 30  | 40  | 40 | 1      | 1  | 20                                 | 20     | 30  | 40  | 40 | 1      | 1  |
| (2)オフライン札 |      | 8                                   | ← 非約定札 |     |     | 8  | 8      | 1  | 8                                  | ← 部分約定 |     |     | 8  | 8      | 1  |
| (3)オフライン札 |      | 5                                   |        |     |     | 5  | 3      | 1  | 5                                  | 3      |     |     | 5  | 3      | 1  |
| (4)オンライン  |      | 5                                   |        |     |     | 5  | 5      | 4  | 5                                  | ← 非約定札 |     |     | 5  | 5      | 4  |
| (5)複合札    |      |                                     | 20     | 20  | 20  | 20 | 1      | 4  |                                    | 20     | 20  | 20  | 20 | 1      | 4  |
| オフライン枠約定量 |      | 5 / 10                              |        |     |     |    |        |    | 11 / 10                            |        |     |     |    |        |    |
| 調達コスト     |      | 145円 = (1)40 + (3)5 + (4)20 + (5)80 |        |     |     |    |        |    | 131円 = (1)40 + (2)8 + (3)3 + (5)80 |        |     |     |    |        |    |



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ





## 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

- 3<sup>rd</sup>プロトでは実システムを模擬し、より実態に近い環境下において実運用では起こる蓋然性が低いケースも含め102ケースの検証を実施した。
- その結果、以下の知見が得られたことから、その内容を報告する。
  - ⇒ ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて
  - ⇒ ④最適化計算の処理時間に長時間を要するケース

| プロト検証                  | 状況   | 検証ケース数 | 検証からの気づき | 該当事象 <sup>※1</sup> |
|------------------------|------|--------|----------|--------------------|
| 1 <sup>st</sup> プロトタイプ | 検証済み | 43件    | 2件       | ケースA,B             |
| 2 <sup>nd</sup> プロトタイプ | 検証済み | 81件    | 3件       | ケースA,C+①           |
| 3 <sup>rd</sup> プロトタイプ | 検証済み | 102件   | 2件(残2件)  | ③・④                |
| 4 <sup>th</sup> プロトタイプ | 実施中  | 66件    | —        | —                  |

※1 ケースAについては、1<sup>st</sup>および2<sup>nd</sup>プロトで同様事象を確認。

# 【参考】1st,2ndプロトの検証結果

## 3-1. 1st,2ndプロトの検証結果 (2/2)

20

- 複合約定ロジックの定式化の改善や詳細なルール化が必要な項目が、前述の①入札時刻優先を含め4ケース\*あった。(残り3件のイメージは下図のとおり)
- このような項目については、アメリカの開発拠点と毎週定期的にWebミーティングでコミュニケーションをとり、ベンダーと一般送配電事業者で協力して課題解決にあたっている。

### ケースA\*

本来、小数点以下が発生しないアウトプットで、小数点以下が発生

| 売札  | 一次 | 二次① | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定 | 単価 |
|-----|----|-----|-----|-----|----|------|----|
| (1) |    |     |     |     |    |      |    |
| (2) |    |     |     |     |    |      |    |
| (3) |    |     |     |     |    |      |    |
| (4) |    |     |     |     |    |      |    |
| (5) |    |     |     |     |    |      |    |

OUTPUT

|      |            |
|------|------------|
| 総コスト | 200.000008 |
|------|------------|

最適化演算では、制約を微小値で表現しているが、稀にその微小値が残ることがわかったため、プログラム修正で対応済み

\* “検証からの気づき”は累計5件となるが、ケースAは1stおよび2ndプロトで同様事象を確認しているため、事象としては4ケース

### ケースB

複合約定札の内数のうち必要量がない商品にも最小約定希望量が適用されていた

| 必要量  | 一次 | 二次① | 二次② | 三次① | 複合 |
|------|----|-----|-----|-----|----|
| Aエリア | 0  | 30  | 0   | 0   | 30 |

| 売札  | 一次 | 二次① | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定 | 単価 |
|-----|----|-----|-----|-----|----|------|----|
| (1) | 40 | 1   | 30  |     | 30 | 1    | 1  |
| (2) | 10 | 40  |     |     | 40 | 1    | 2  |
| (3) |    | 50  |     |     | 50 | 1    | 3  |

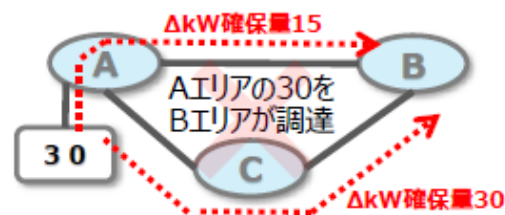
本来は、約定した商品に対して最小約定希望量を適用

| 売札  | 一次 | 二次① | 二次② | 三次① | 複合 | 最小約定 | 単価 |
|-----|----|-----|-----|-----|----|------|----|
| (1) | 40 | 0   | 30  |     | 30 | 1    | 1  |
| (2) | 10 | 40  |     |     | 40 | 1    | 2  |
| (3) |    | 50  |     |     | 50 | 1    | 3  |

プログラム修正で対応済み

### ケースC

2経路で $\Delta kW$ 確保量が適切に設定できないことが判明(本来は $\Delta kW$ 確保量が30のところを45確保)



プログラム修正で対応予定

©Transmission & Distribution Grid Council



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ

# 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて(1/2)

- 複合約定ロジックは、“商品別必要量”と“不等時性を考慮した必要量（複合必要量）”の双方を充足するよう最適化計算を実行することが期待されるが、3rdプロトでの検証の結果、これまでの複合必要量の設定では各商品を適切に約定できないケースがあることが判明。

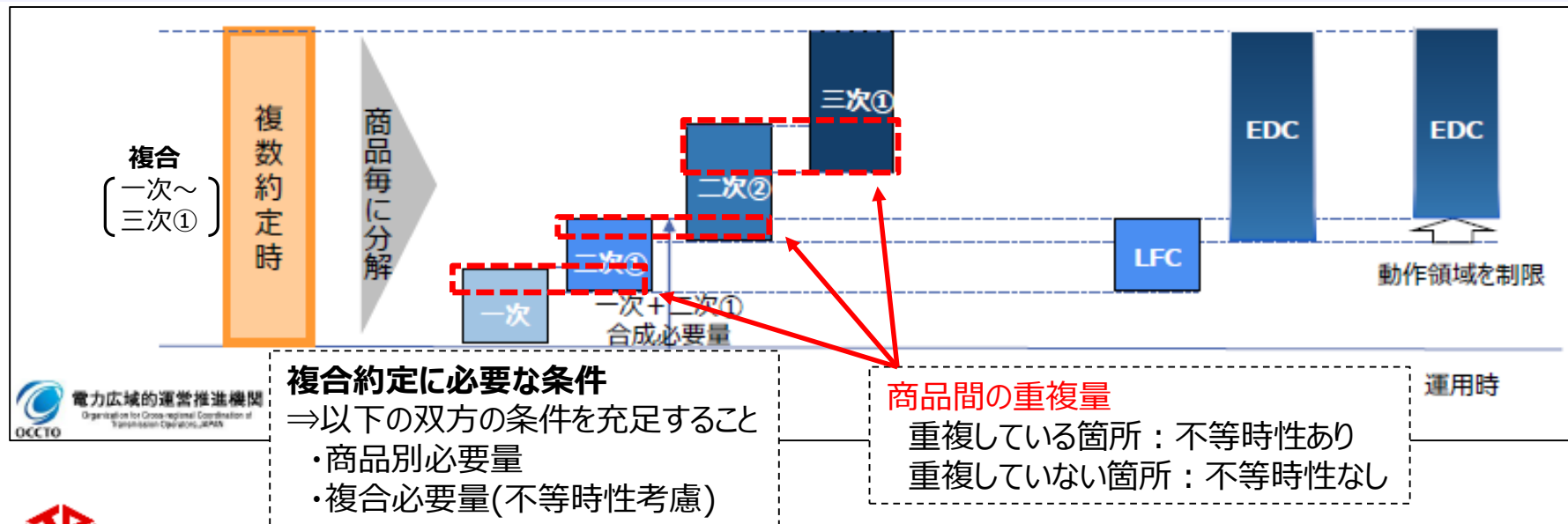
複合必要量の設定：一次～三次①

検証で判明したこと：複合必要量が一次～三次①のみでは商品間の重なり具合を一意に定義できないため、複合約定ロジックが“**商品間の重複量**”を正しく認識できず、重複していない箇所（＝不等時性なし）を不等時性ありと誤認して複合商品をもって充当してしまい、**実際には商品別必要量が充足していないにもかかわらず、複合約定に必要な条件を充足した**ものとして約定処理してしまうケースを確認。

検証で判明したケース

必要量の充足条件

| 商品別 | 複合 |
|-----|----|
| ×   | ○  |

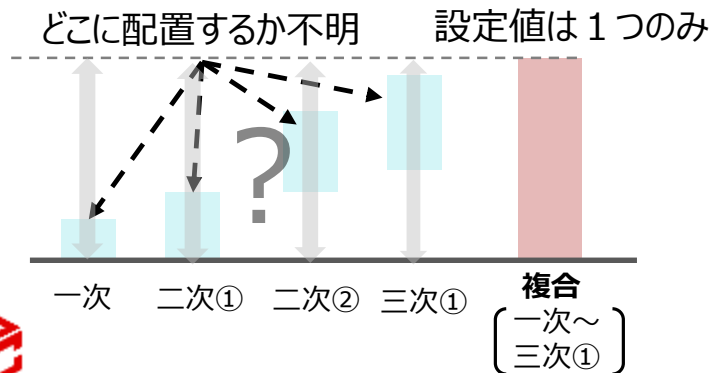


- 本課題への対応として、商品間の重なり具合を一意に定義するため、**複合必要量の設定値に“一次～二次①”“ならびに”一次～二次②”を追加することで、商品間の重複量が正しく認識可能**となることを確認。本定式化は4<sup>th</sup>プロトから実装し、検証を進めているところ。
- **プロト検証を採用したことによって開発の早い段階で問題点を把握できたもの**であり、従来のウォーターフォールモデルによる開発では、見直しのための期間を十分に確保できなかった虞あり。
- 本見直しへの対応に当たっては、ベンダと一般送配電事業者で協力して開発要員や体制を既に強化済。これにより、現時点でプロト検証自体のスケジュールに遅れは発生していない状況。
- 但し、本見直しに伴い、試験ケースが増加するとともに、試験ケースの評価が複雑になるため、試験期間不足に対する開発遅延へのリスクヘッジが必要（具体的な対策は32スライド）。

## 需給調整市場システムの約定処理イメージ

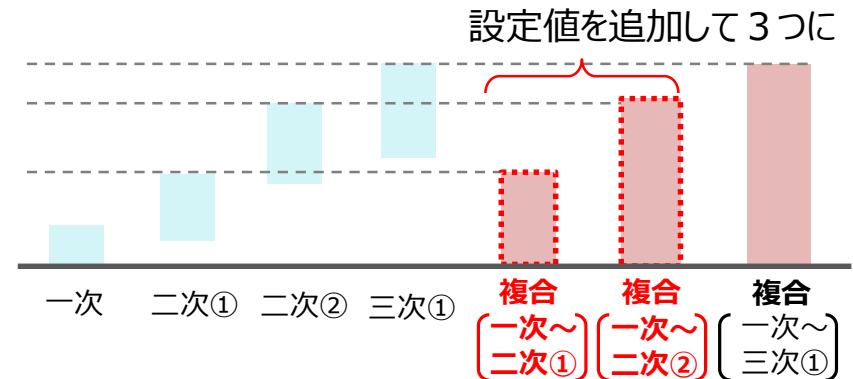
### 3<sup>rd</sup>プロト以前(Before)

複合必要量(一次～三次①)のみでは商品間の重なり具合を一意に定義できず、適切な約定処理ができない



### 4<sup>th</sup>プロト検証から(After)

一次～二次①と一次～二次②の複合必要量を追加することで、商品間の重なりを一意に定義することが可能



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>プロト検証を踏まえた仕様変更に伴う対応

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

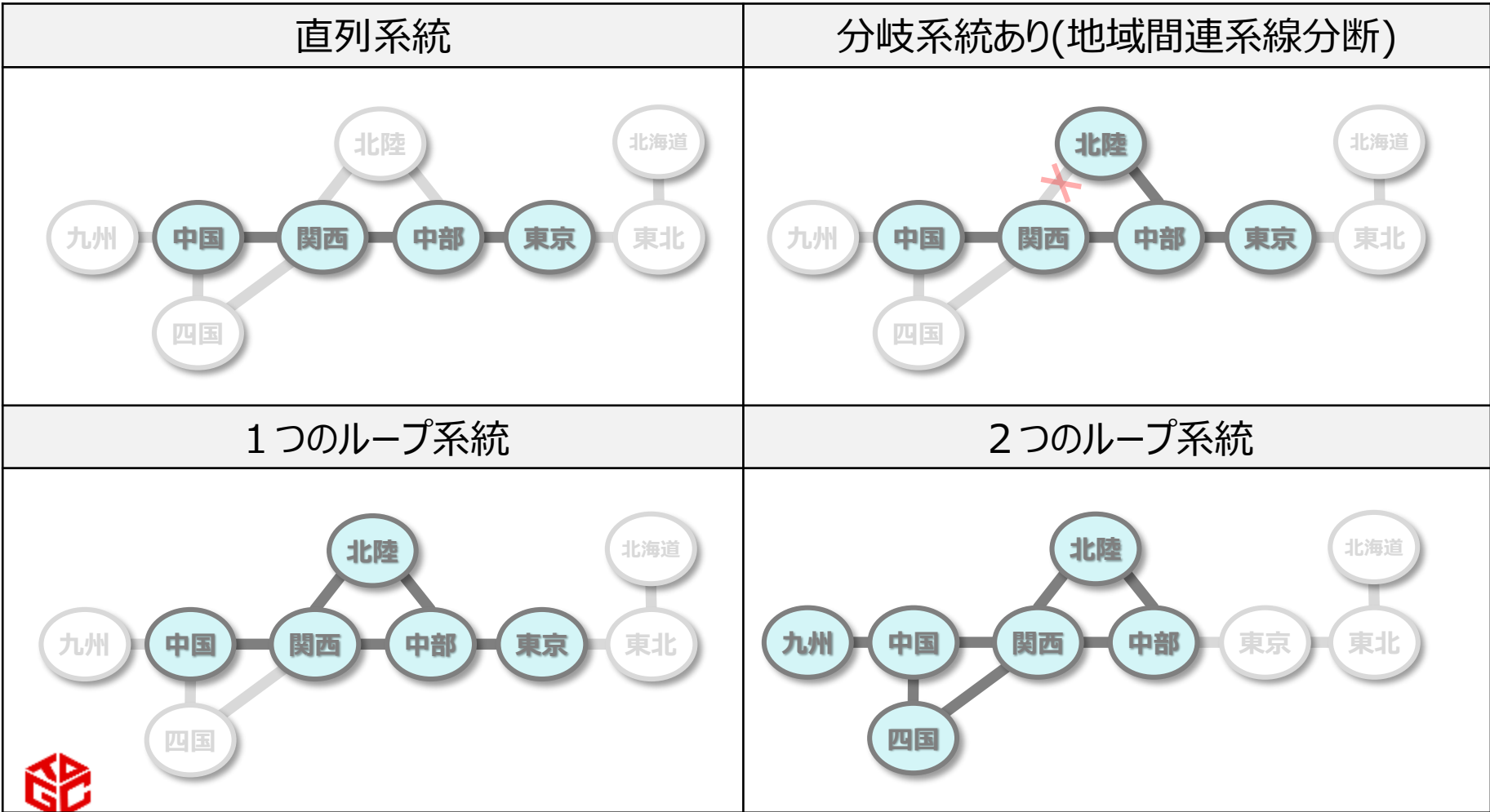
### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ



# 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース(1/4)

■ 3rdプロトの検証では実システムを模擬し、地域間連系線が分断しているケースやループ系統を構成しているケースも含め検証し、系統構成・入札状況が計算性能面に与える影響を確認した。



# 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース(2/4)

- 実系統に近い複雑な系統による検証を行った結果、現時点における最適化計算の打ち切り時間である600秒/ブロックまで演算が継続し、最適解の求解不可となったケースが存在した。
- 具体的には、“個別商品の最大必要量 << 複合必要量のケース”, “入札量 = 最小約定希望量のケース”, “ループ系統が2つもしくは分岐系統のケース”であった。
- なお、“個別商品の必要量 << 複合必要量のケース”は、前述の③複合必要量の設定値を追加することで、探索範囲が限定されるため、計算時間が短縮される見込み(4thプロトで検証中)。

|              |                                  |  |   |
|--------------|----------------------------------|--|---|
| <b>計算時間</b>  |                                  | 短い ←   | 長い →  |
| <b>入札の状況</b> | <b>“個別商品の最大必要量”と“複合必要量”の大小関係</b> | <p>個別商品の最大必要量 &lt; = 複合必要量</p> <p>個別商品最大</p> <p>③複合必要量の設定値追加により短縮の見込み</p>            | <p style="color: red;">最適化計算の求解不可のケース</p> <p>個別商品の最大必要量 &lt;&lt; 複合必要量</p> <p>個別商品最大</p> <p>③複合必要量の設定値追加により短縮の見込み</p> |
|              | <b>“入札量”と“最小約定希望量”の関係</b>        | <p>全ての売り札の最小約定希望量 = 1MW (最低入札量)</p> <p>入札量</p> <p>約定量の調整が不可</p> <p>この幅は約定量の調整が可能</p> | <p>全ての売り札の売り入札量 = 最小約定希望量</p> <p>入札量</p> <p>約定量の調整が不可</p>   |
| <b>系統構成</b>  | <b>直列系統</b>                      | <b>1つのループ系統</b>  | <b>分岐系統</b>   |
|              |                                  |  |   |





# 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース(3/4)

- 現在、所定時間での処理完了に向けた対策として、4<sup>th</sup>プロトの検証と並行して、制約式やシステム処理方法の対策案等を立案し、最善策を検討中。
- なお、#3の“③商品間の重複量を考慮したロジックの見直し”も最適化計算の探索範囲の限定に大幅に寄与する見込み。

## 最適化計算の所定時間内での処理完了に向けた対策案

| # | 分類           | 施策                        | 説明  | 効果予想 | 検証タイミング                       |
|---|--------------|---------------------------|---|------|-------------------------------|
| 1 | 制約式          | 入札時刻優先の取りやめ               | 同一価値の札があった場合の入札時刻優先ルールは複合約定ロジックに適用しない   | —    | 適用済み                          |
| 2 |              | オフライン枠の実現方式を変更            | 「柔軟な約定」で実装しているオフライン制約について、「厳密な約定」に実装方法を切替える。  | 中    | 4 <sup>th</sup> プロト※1         |
| 3 |              | ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて | ③の対応により、探索範囲が限定されるため、計算時間にも寄与する見込み  | 大    | 4 <sup>th</sup> プロト           |
| 4 | システム<br>処理方法 | 最適化計算の一部をロジック外で実施         | 複合約定札のうち一部商品を未約定として処理する機能をロジックから外だしする   | 小    | 製作工程                          |
| 5 |              | 計算処理の並行処理化                | ブロックごとに並行処理、または1ブロックを並行処理化で処理等  | 小~大  | 製作工程<br>(時間的な制約あり※2)          |
| 6 | その他          | 計算開始時刻の前倒し、または約定結果の公表の後倒し | <ul style="list-style-type: none"> <li>・計算開始時刻(14時)の前倒し(事業者の入札登録時間(月曜14時~火曜14時)に影響あり)</li> <li>・15時までに公表予定の約定結果を暫定的に後ろ倒し(事業者側の週間計画策定に影響あり)</li> </ul> | —    | 4 <sup>th</sup> プロト検証結果を踏まえ審議 |
| 7 |              | 準最適解を採用                   | 打ち切り時間内で解を算出された場合に、その解を準最適解とする機能  | —    | 4 <sup>th</sup> プロト検証結果を踏まえ審議 |



※ 1 4<sup>th</sup>プロトでは柔軟な約定と厳密な約定の双方で検証

※ 2 製作工程の期間も限られていることに加え改修規模が大きくなる場合もあるため、2024年度からの取引に影響を与えない範囲で検討していく

# 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース(4/4)

【最適化計算の仕上がり目標について】 ⇒30秒/ブロック以下

- 広域機関システムとの連携“や”15時の約定結果公表”を踏まえると、現実的な札数で約30秒/ブロック※以下の計算時間となるような対策の実施が必要。
- 計算開始時刻や約定結果の公表時刻を変更する場合、BGの入札業務や週間計画の提出業務にも影響するため、4<sup>th</sup>プロトの検証結果を踏まえて、国や広域機関とも連携して慎重に検討を進めていくこととしたい。

※ 広域機関システムとの連携等を踏まえ、約定処理を30分と仮定した場合の試算値 (30分×60)/(8ブロック×7日)=約30秒

【需給調整市場（三次①）における取引スケジュール】



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ



- **複合約定ロジックは、世界で類をみない約定ロジック**であり、制約式が多数存在し、ベンダ・一般送配電事業者ともに、開発期間が限られる中、既に多くの開発リソースを割いて対応しているところ。
- 検討・開発の進捗状況は、都度報告することとし、課題が生じた場合には速やかに報告し、対応方針を相談させて頂くことで対応を進めてきたが、第32回の本委員会(2022.9.26)での中間報告の際に、“**複合約定ロジックの開発にあたって想定されるリスクについて予め共有すること**”について、委員からご意見を頂戴したことを受けて、**予め想定されるリスクとその対応案について報告する。**

➤ 第32回需給調整市場検討小委員会 議事録より抜粋

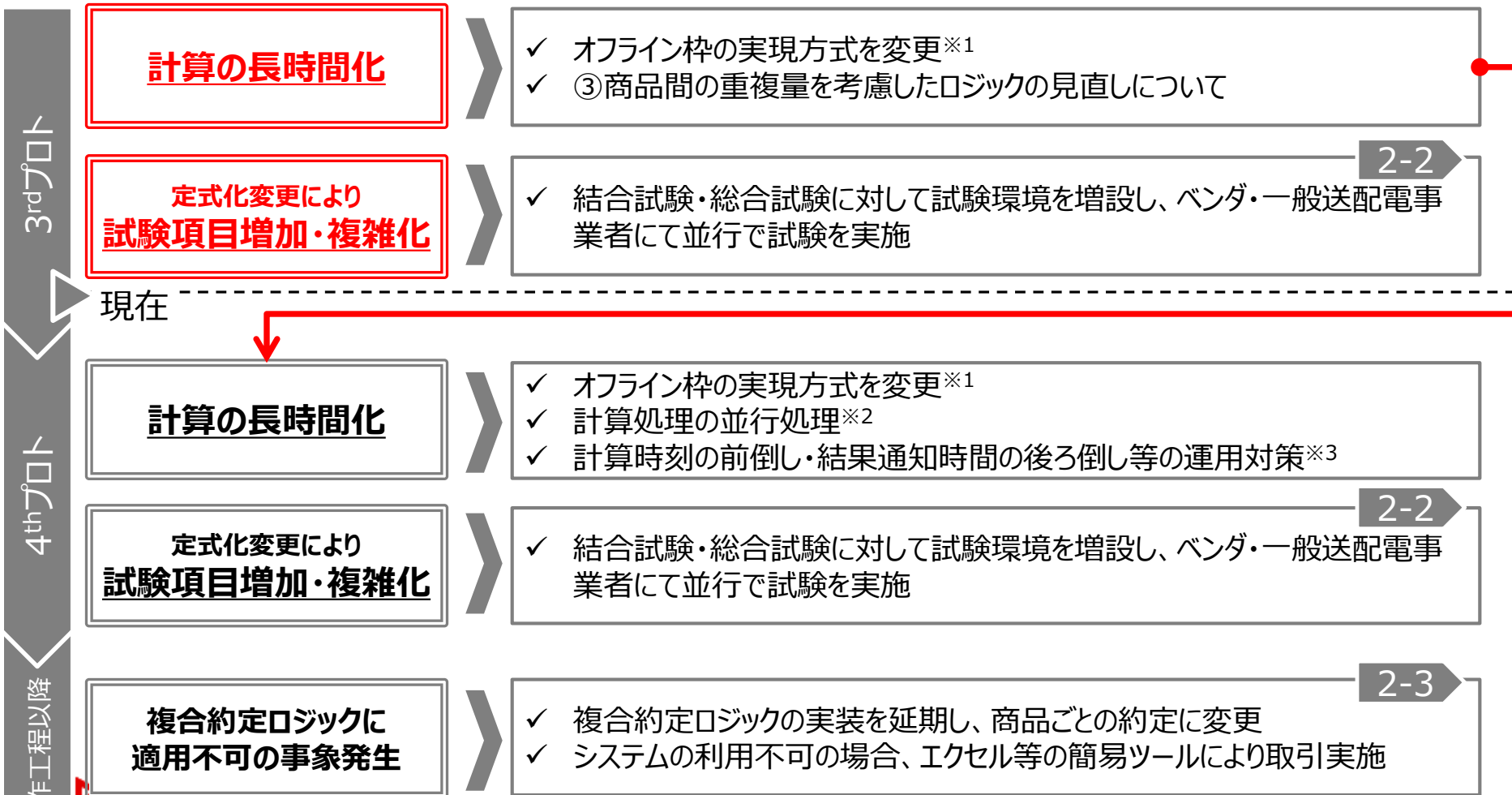
(途中省略)シミュレーションレベルがどこまでかは分からないが、**考えられそうなもののリスクも予め出していただき、そのリスクがある上で検討されていることを先に示していただきたい。**後戻りできなくなった時点で提示されても困るので、そこはメンバー間で是非考えていただきたい。

# 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策(2/2)

■ プロト検証段階、制作工程以降の段階で、発現し得るリスクと対応策の全体像は以下のとおりで、2024年度取引開始の遵守を第一に、各段階で適切な対応を講じていく。

## リスク

## 対策案



現在



3rdプロト  
4thプロト  
製作工程以降

※1 第32回需給調整市場検討小委にて説明済み  
※3 4thプロトの結果次第で別途本委員会で相談

※2 3rdプロトの計算時間の対策として実施する方向で検討中

## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

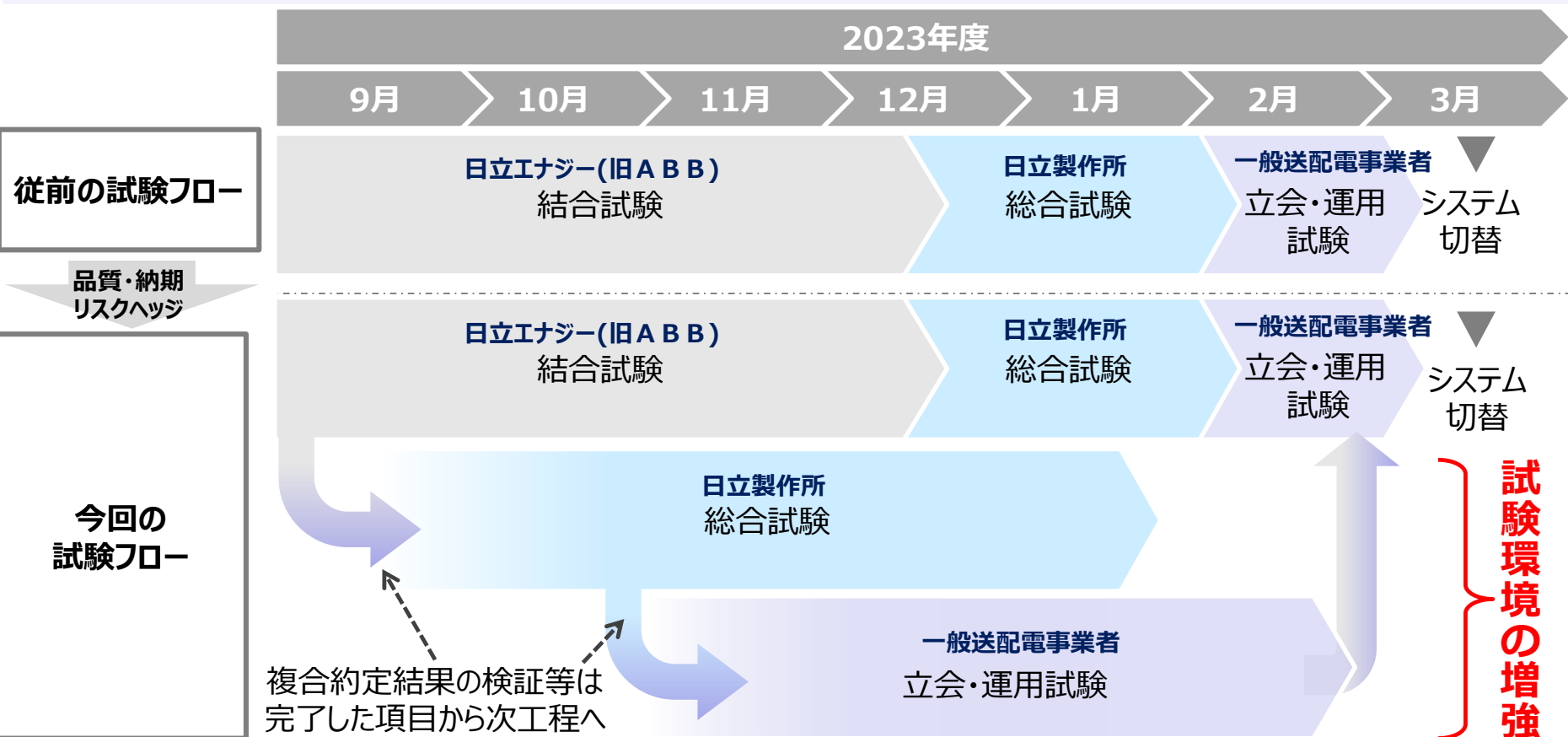
### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ



## 2-2. 3rd,4thプロト検証に対するリスクヘッジ

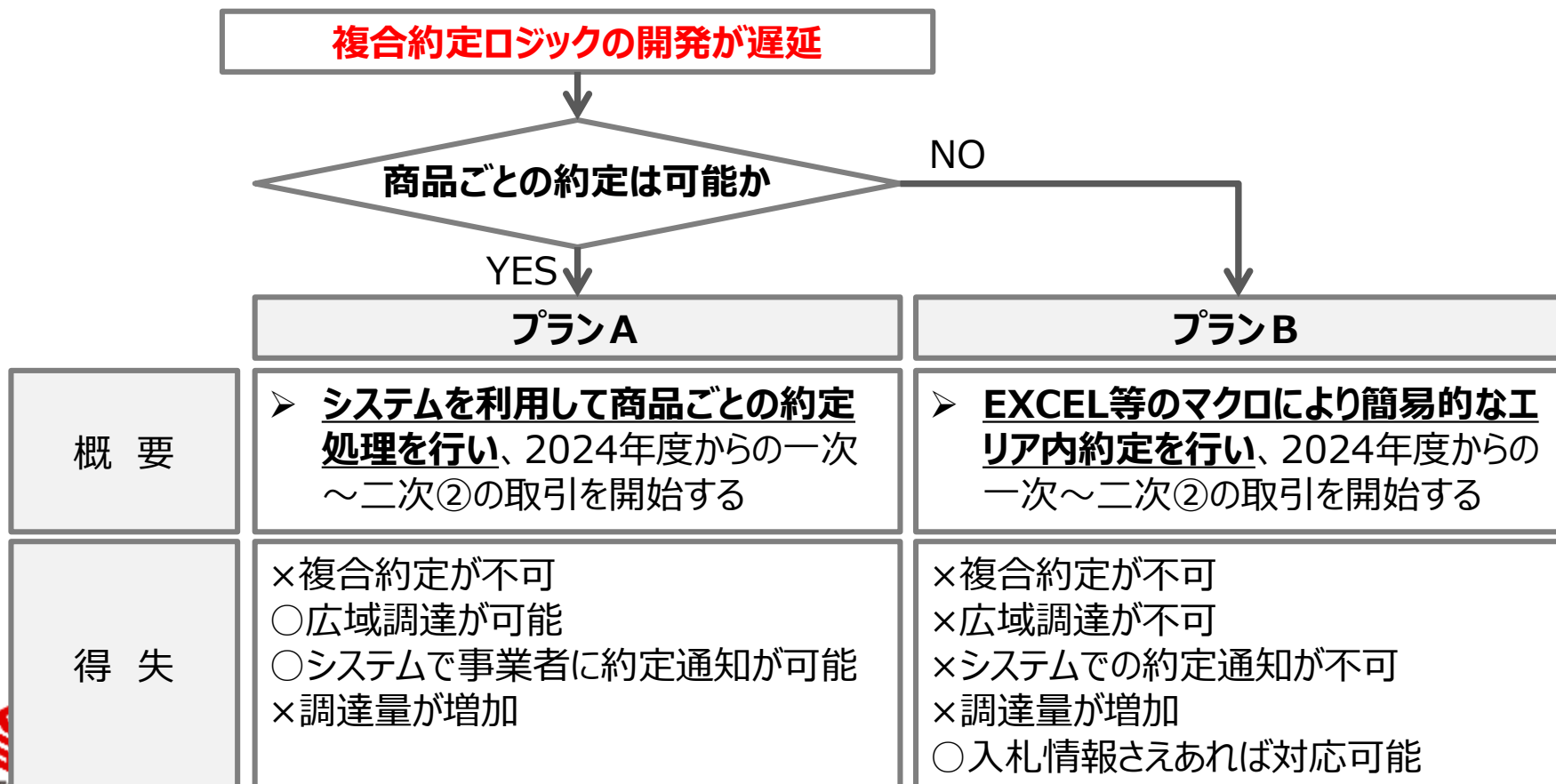
- 3rdプロト検証結果により複合約定の定式化の見直しが発生したが、4thプロトでも同様に定式化や要件の見直しが発生する可能性がある。
- 他所とのデータ連携等がなく試験可能な複合約定結果等の検証については、結合試験・総合試験に対して試験環境を増設し、試験が完了した項目から順次、次の試験を実施することで対応する。





## 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

- 万が一、開発遅延等により複合約定ロジックを実装した運用開始が不可となる事象が発生した場合でも、市場取引が開始できるよう以下2つのコンティンジェンシープランについて、実現性の検討ならびに準備を進めていく。
  - ✓ 複合約定ロジックの実装を延期し、システムを利用して商品ごとの約定に変更（プランA）
  - ✓ システムの利用不可の場合、エクセル等の簡易ツールにより取引実施（プランB）



## 1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-1. 3<sup>rd</sup>プロトの検証結果

### 1-2. ③商品間の重複量を考慮したロジックの見直しについて

### 1-3. ④最適化計算の処理に長時間を要するケース

## 2. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-1. 複合約定ロジックの開発におけるリスクと対応策

### 2-2. 3<sup>rd</sup>,4<sup>th</sup>プロト検証に対するリスクヘッジ

### 2-3. 複合約定ロジックの開発遅延時のコンティンジェンシープラン

## 3. まとめ



### 3. まとめ

- 約定処理に用いる複合必要量の諸元に“一次～二次①”ならびに“一次～二次②”を追加し、商品間の重複量も考慮した個別商品の適切な配置を実現するため定式化を一部見直す。
- 実系統に近い複雑な系統による検証を行った結果、現時点における最適化計算の打ち切り時間まで演算が継続し、最適解の求解不可となったケースが存在あったことから、4<sup>th</sup>プロトの検証と並行して、制約式やシステム処理方法等の対策案を立案し、最善策を検討していく。
- プロト検証段階、制作工程以降の段階で、想定されうるリスクに対しては、予め対応策を検討の上、2024年度取引開始の遵守を第一に、各段階で適切な対応を講じていく。

- 第32回本委員会にて示したスケジュールについて、今回のご報告を踏まえ以下のとおり見直す。

