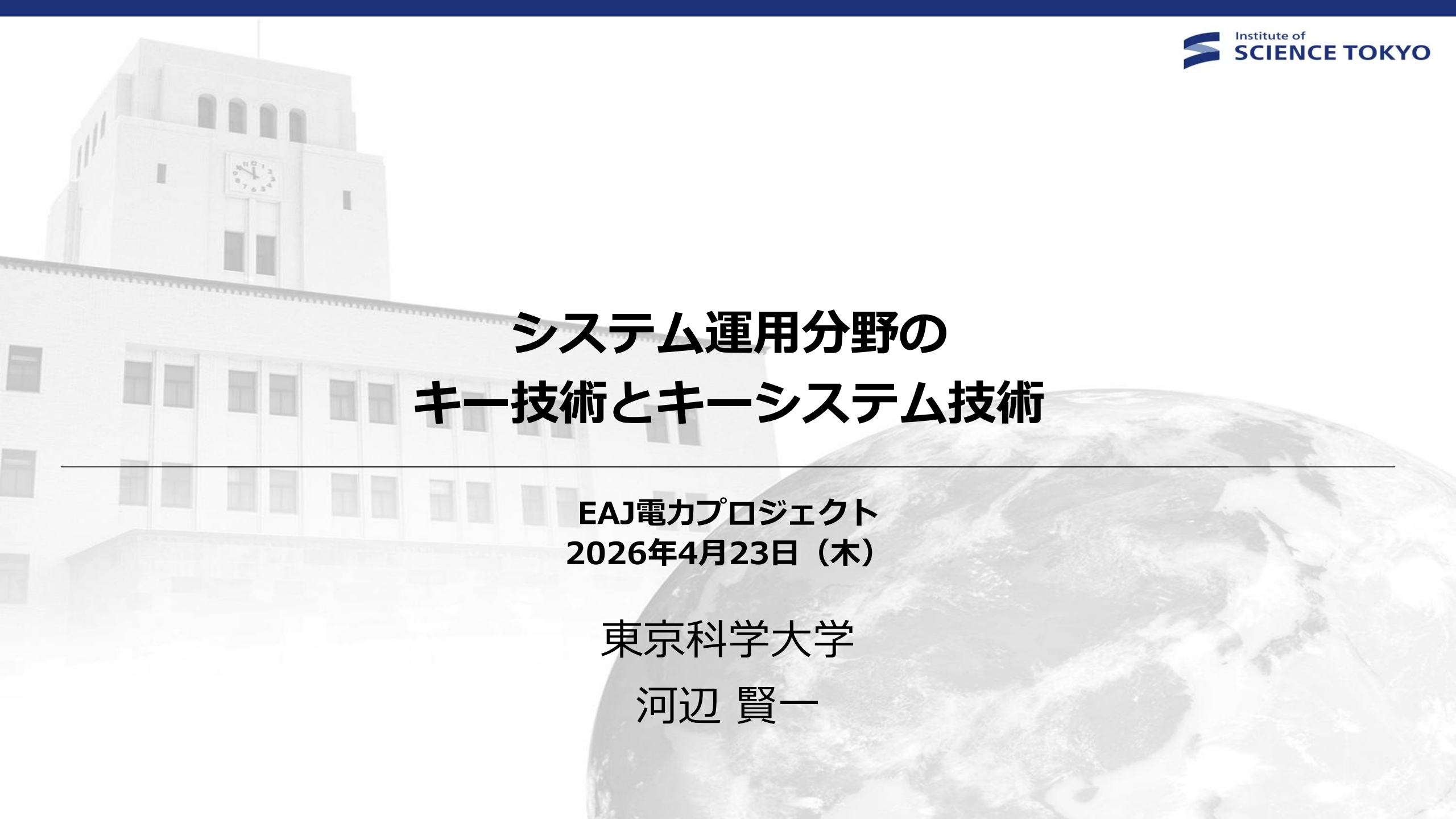


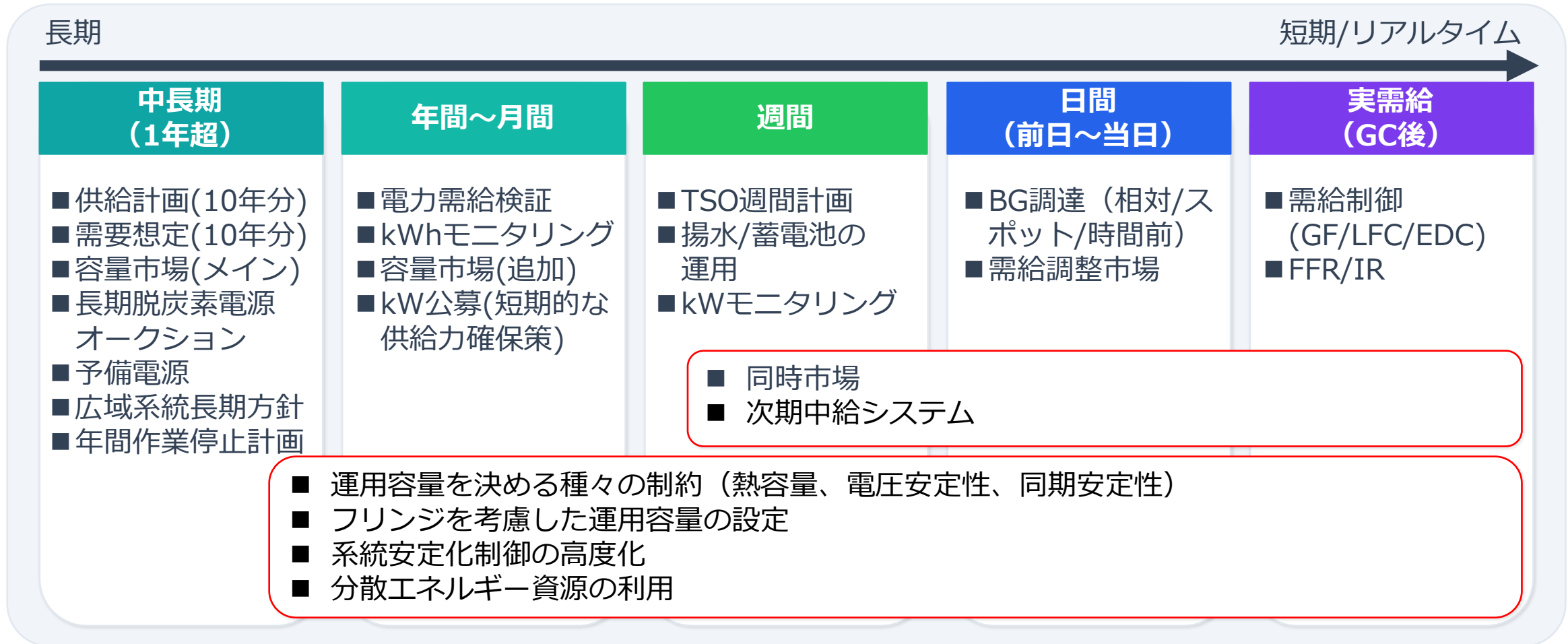


システム運用分野の キー技術とキーシステム技術

EAJ電力プロジェクト
2026年4月23日（木）

東京科学大学
河辺 賢一

本PJで議論した運用に関する話題



● 前週

- 一日以上の起動時間がかかる電源の存在や、揚水・蓄電池を効率的に運用する観点から、週間レベルでの見通しや起動準備が重要
- TSOは、BGの週間計画(相対取引や市場取引見込み)に基づき、週間計画を作成

● 前日～当日(ゲートクローズGCまで)

- BGは、スポット市場、時間前市場に基づきkWhを調達。計画値同時同量義務。
- TSOは、揚水随契も考慮の上、需給調整市場から予備力・調整力を調達。さらに、必要量に対する未達分については余力活用で対応
- TSOは、GCまでの需要・再エネの予測誤差に対して予備力で対応。

週間計画

水曜10時
BG計画
提出期限

木曜17時頃
TSO需給バランス計画
提出期限

翌々日計画

10時
BG計画
更新期限

17時頃
TSO調整電力計画
更新期限

日間計画（前日～当日）

前日10時
スポット市場
入札締切

前日15時
需給調整市場
約定

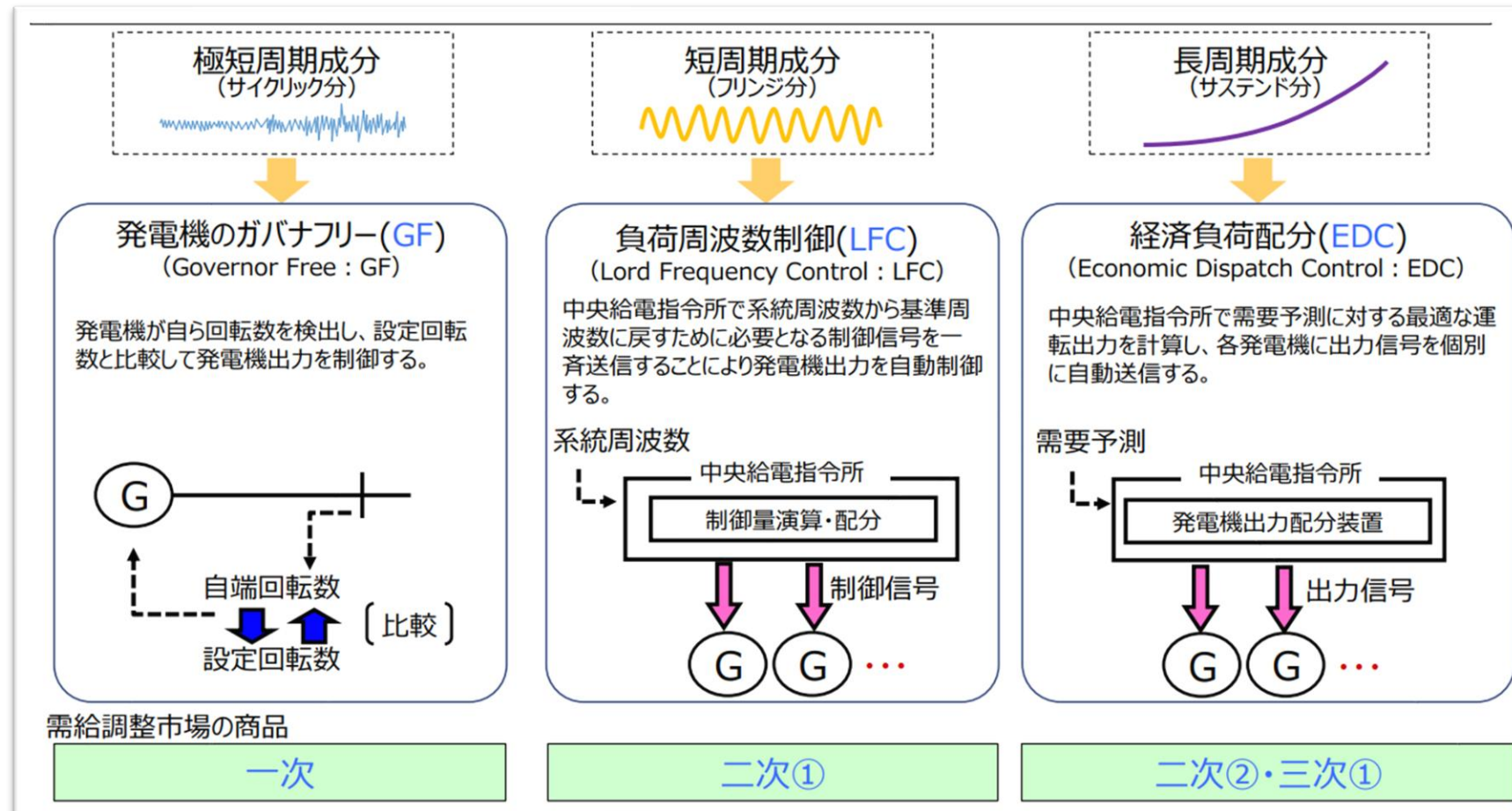
前日17時
時間前市場
開場

GC

前週から当日GCまでのBG・TSO計画策定フロー

実需給断面(GC後)の運用

- GC後の需要変動・再エネ変動に対しては、階層的な制御システムで需給バランスを維持
- 同期発電機の慣性応答, 負荷の自己制御性といった物理特性も周波数変動の抑制に寄与



- 同時市場では、卸電力市場と調整力市場を統合し、Three-Part Offerに基づく最適化(系統制約付き電源起動停止計画、SCUC)を行う。市場約定結果として、需給バランス・調整力・送電線の運用容量など、安定供給面も考慮した最適な電源態勢を提供することを目指している。
- 前日以降も、都度SCUCを行うことで、再エネ・需要予測値の変化に対応することも検討中

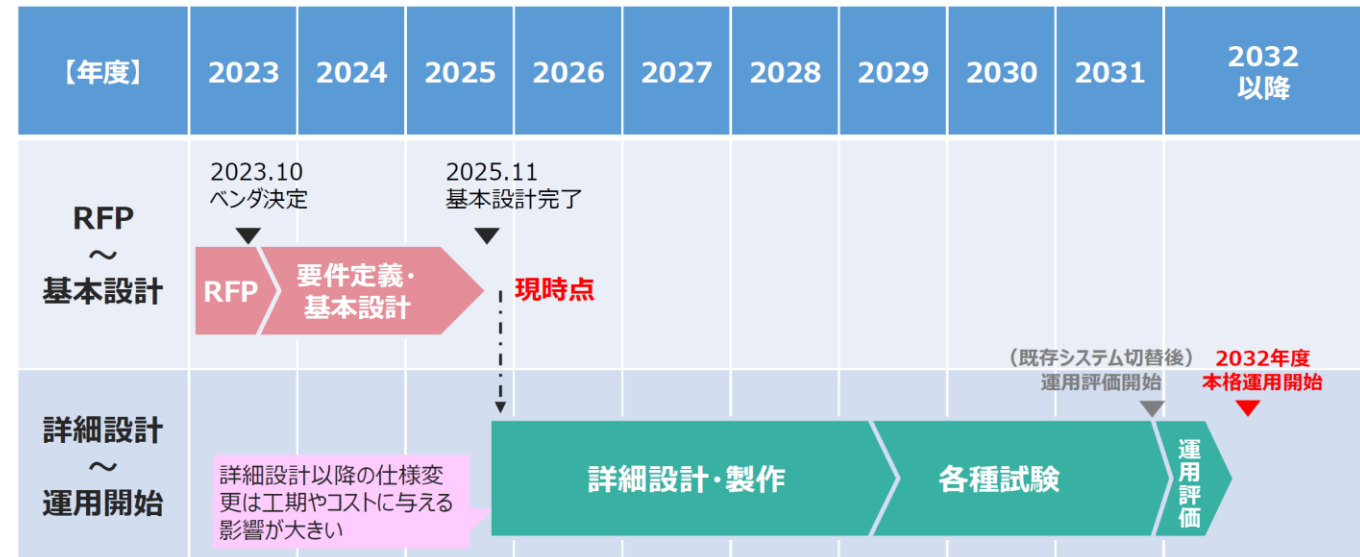
同時市場導入後の役割分担	
前日 ～ ゲートクローズ	実需給
同時市場 (前日市場・時間前市場でkWh・ΔkWを同時に約定)	送配電が系統・需給運用
同時市場の約定結果等を踏まえてBGが計画策定・運用	

出所) 資源エネルギー庁・OCCTO、第14回同時市場の在り方等に関する検討会 資料3 (2025)

- キーシステム技術：SCUC・SCED
 - 予備力・調整力の制約の考慮（応動速度や調達地点の考慮）
 - 再エネ・負荷の予測誤差の考慮
 - 需要の価格弾力性の考慮
 - 蓄電池・揚水の週間計画の最適化
 - ローカル系統との協調

一般送配電事業者の中給システムの共有化に向けて、次期中給システムを開発中。
次期中給システムでは、以下の機能の実装を予定。

- EDCにおける全国大での全体最適
- 広域LFC
- セキュリティ評価機能の高度化
- 状態推定技術
(PMU※の活用による精度向上も
運用開始後の課題として検討)
※ PMU: phasor measurement unit
- 全国の需要・再エネ予測機能の高度化
(機械学習モデルの適用)



出所) 送配電網協議会、第60回需給調整市場検討小委員会 資料4 (2026)

周波数変動抑制に対して、高速周波数応答(FFR)や慣性応答(IR)が可能な機器の確保が重要

- **PFR (Primary Frequency Response)** :
周波数低下から10s程度以内に発動可能な調整力。
例えば、火力・水力発電機のカバナフリー制御。
- **FFR (Fast Frequency Response)** :
従来のPFRよりも高速な調整力。例えば、インバータで連系されるリソースの制御。
- **IR (Inertial Response)** :
系統周波数の低下から0.5ms以内に応答するもの。
例えば、同期発電機や同期調相機の物理的特性。

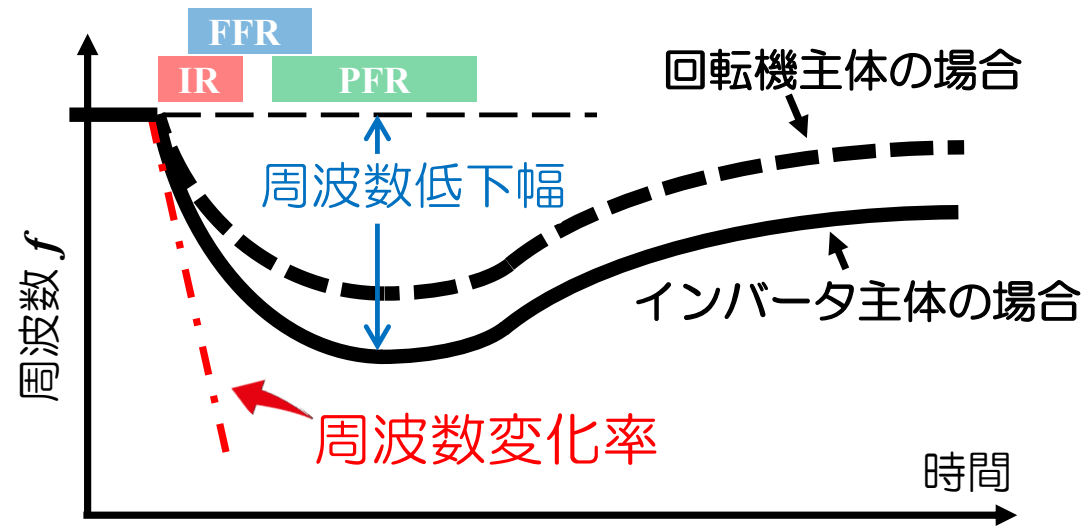


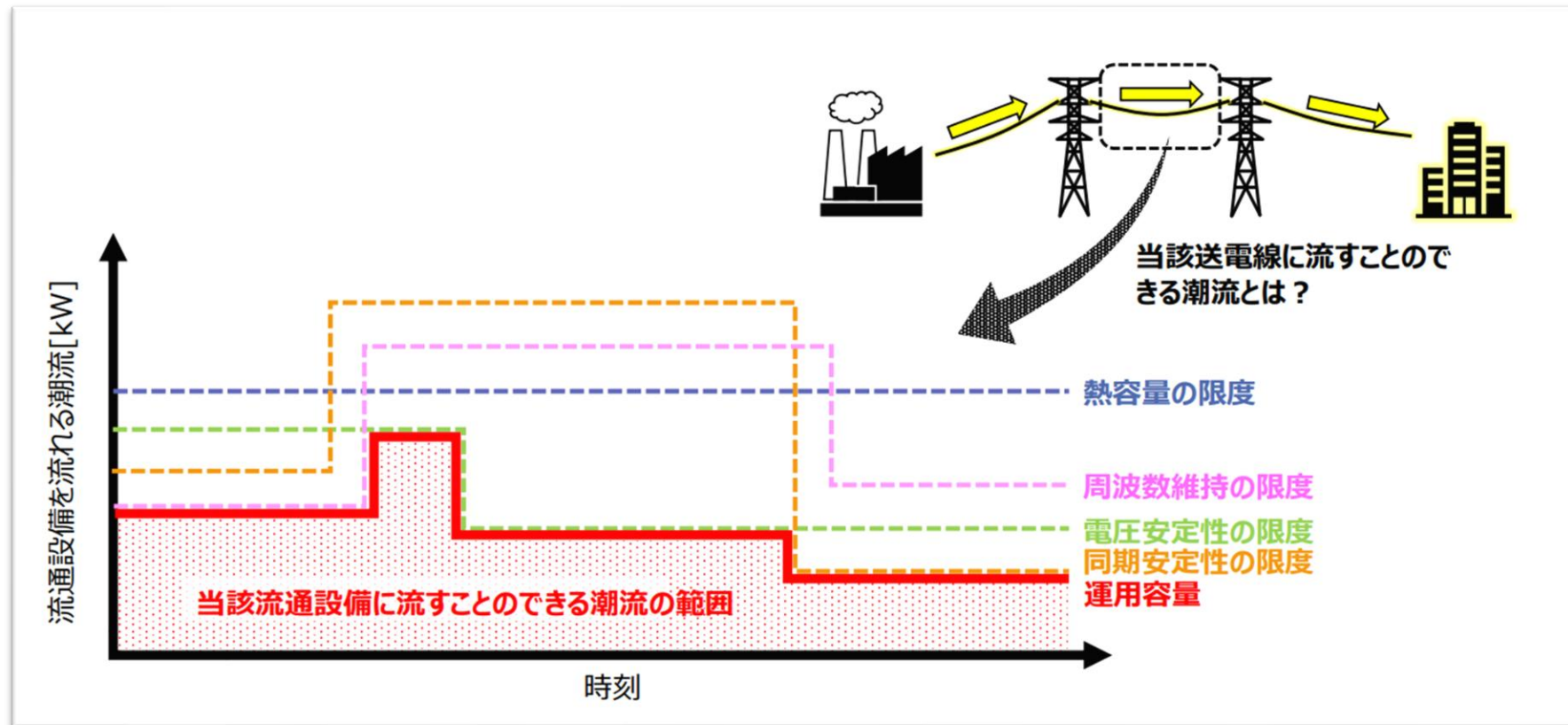
図 電源脱落時の周波数変化のイメージ

表 各種機器により提供可能な能力

	PFR	FFR	IR
同期発電機	○	×	○
GFLインバータ型リソース	○	○	×
GFMインバータ型リソース	○	○	○
同期調相機	×	×	○

送電線の運用容量を決める主な制約

- 電力システムの物理的な制約（熱容量・周波数・電圧・同期安定性）のいずれの制約にも抵触しない送電線の限界潮流を運用容量と呼ぶ
- 想定故障（N-1故障、N-2故障）が生じた場合でも、供給・発電支障や設備寿命への影響を最小限に留めることを前提



- 再エネの急速な導入拡大
- 局地的な需要増加（データセンター、蓄電池、電気自動車の普及、等）
- 変動性再エネの導入拡大に伴う潮流パターンの多様化・不確実性



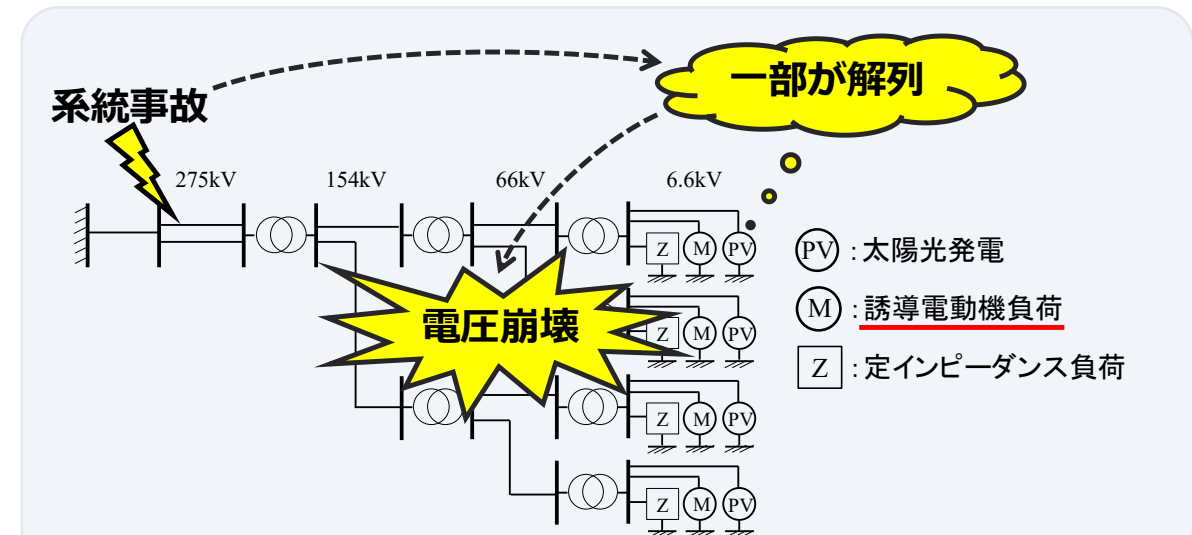
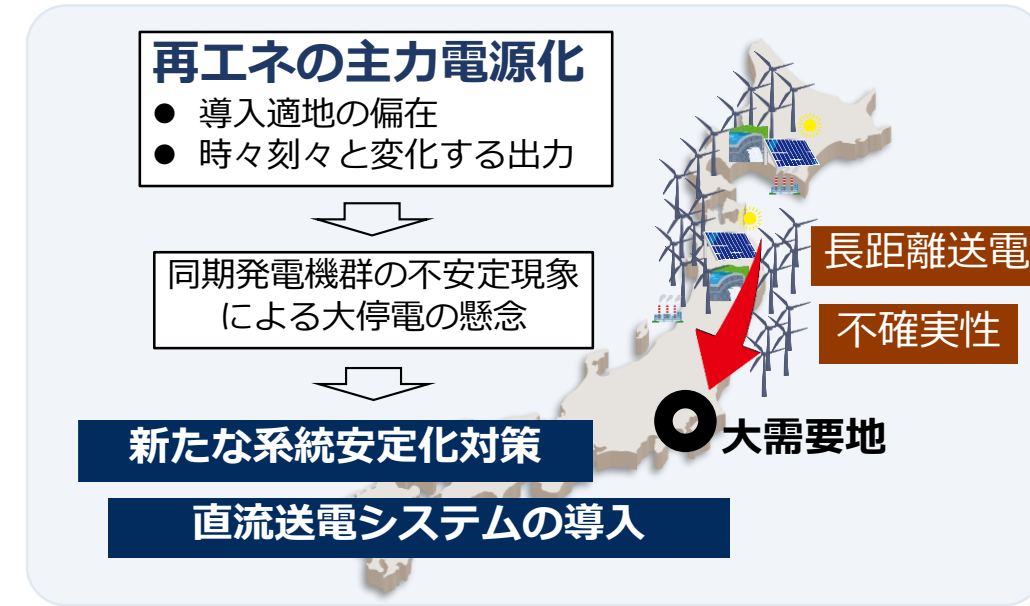
必要な系統増強に加えて、運用・制御技術のさらなる高度化が求められる。

- 日本版コネクト&マネージ
 - 想定潮流の合理化
 - ノンファーム型接続
 - N-1電制
- ダイナミックレーティング
- 潮流制御機器
 - 位相変圧器
 - FACT機器(パワーエレクトロニクス応用機器)
- 系統用蓄電池

- 再エネの導入地域（適地）から大需要地への長距離送電
- 変動性再エネの導入拡大に伴う潮流パターンの多様化・不確実性（不安定現象の事前想定の大困難化）
- 同期発電機の並列台数の減少による電圧維持能力の低下
- 基幹系統を流れる潮流の減少
- 事故時のインバータ連系機器の解列



- FRT(fault ride-through)機能
- 無効電力制御機器
 - STATCOM
 - 系統用蓄電池の電力変換器
 - 再エネの電力変換器
 - GFM型の電力変換器
- 直流送電システム（HVDC）
- 系統安定化制御



- 稀頻度な事象に対して非経済な設備形成・系統運用を避ける目的に対して、系統安定化制御システムの導入が有効
- 不確実性への対策としても有効

系統安定化制御に今後期待されること

- 緊急制御対象の拡大
 - 系統用蓄電池、太陽光・風力のインバータ、HVDC
- 再エネの不確実性への柔軟性向上
 - リアルタイムでの電力システムのモデリング手法、系統縮約手法
 - リアルタイムでの状態推定手法
 - 過酷事故のスクリーニング手法
 - 広域計測技術
 - 遠隔でのリアルタイム制御技術
- 複合的な不安定現象への対応

