

発送電分離に対応した電力需給管理システム

Electricity Supply and Demand Management Systems Suitable for Legal Unbundling of Transmission and Distribution Sectors

市川 量一

多田 欣雅

小林 武則

■ ICHIKAWA Ryoichi

■ TADA Yoshimasa

■ KOBAYASHI Takenori

2020年に予定されている電力システム改革の第3段階では、発送電分離によって電力会社（旧一般電気事業者）の送配電部門の中立性がより明確にされ、システム上の情報遮断も要求される。そのため、分社した送配電会社が、管轄エリア全体の需給を管理するシステムと、発電・小売会社が、自社の需給を管理するシステムが必要となる。

東芝は、電力会社向けにトップシェア^(注1)の中央給電指令所（中給）システムと新電力（旧特定規模電気事業者）向けに展開している電力需給管理システムの技術と知見を生かし、発送電分離によって分社する各事業者に対応した電力需給管理システムを開発し提供している。

With the implementation of the third stage of electricity system reform in Japan in 2020, the neutrality of power transmission and distribution will be accomplished by legal unbundling of the transmission and distribution sectors of electric utilities from their generation and retail sectors. The separation of information between these sectors will also be required. It is therefore necessary to prepare two types of electricity supply and demand management systems: one for the transmission and distribution companies to manage the power balance between the supply and demand of the entire area for which they are responsible, and the other for the generation and retail companies to balance their power generation and retail consumption.

In response to these requirements, Toshiba has newly developed electricity supply and demand management systems suitable for the legal unbundling of the transmission and distribution sectors, utilizing the technologies and knowledge cultivated in the development of central dispatching center systems that have gained the top market share among general electric utilities, in addition to conventional electricity supply and demand management systems that have been deployed for power producers and suppliers.

1 まえがき

我が国の電力システム改革では、2015年の第1段階（電力広域的運営推進機関（OCCTO：Organization for Cross-regional Coordination of Transmission Operators, JAPAN）の設立など）、2016年の第2段階（小売全面自由化など）を経て、2020年の第3段階（送配電部門の法的分離など）に向けて、制度の詳細設計が行われている。

第3段階のいわゆる“発送電分離”では、競争を促進するために電力会社の送配電部門の中立性を従来よりも更に明確にし、発電事業や小売電気事業との兼業が原則禁止（法的分離）になる。その際、既設の中給などの需給管理を行うシステムについても、情報遮断などの観点から、少なくとも論理的に分割することが求められている。

東芝は、電力会社向けにトップシェアの中給システムと新電力向けに展開している電力需給管理システム⁽¹⁾の技術と知見を生かし、発送電分離に対応した電力需給管理システムを開発し提供している。ここでは、電力会社が分社した後の送配電会社（一般送配電事業者）と発電・小売会社（発電事業者及び小売電気事業者）の業務分担と、それぞれの事業者が必要とするシステムの機能及びその特長について述べる。

(注1) 2017年8月現在、国内の中給システムにおいて、当社調べ。

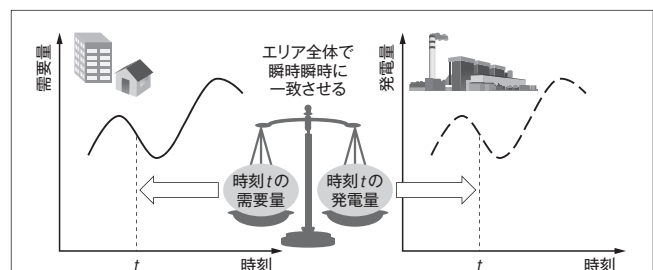


図1. 送配電部門による同時同量の概要 — 管轄エリア全体で、瞬時瞬時の需給バランスを維持する。

Outline of power balancing in area covered by power transmission and distribution sector

2 発送電分離に対応した電力需給管理システム

2.1 需給管理の現状

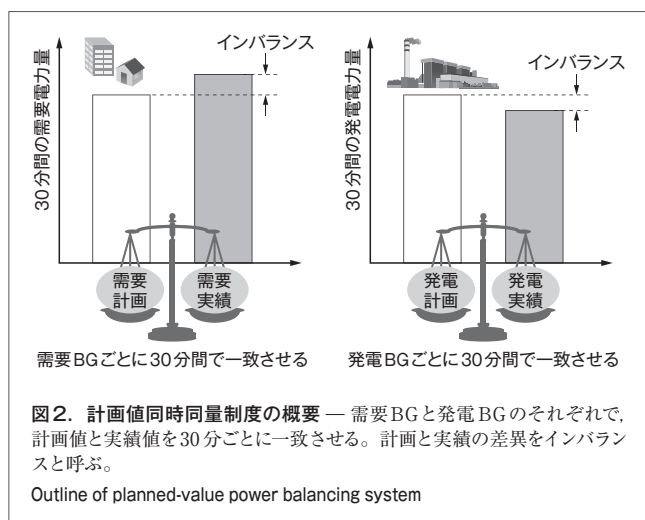
電力会社の送配電部門は、以前から、電力の品質を維持するために、中給システムなどを用いて、電力会社や新電力などの全てを含む管轄エリア全体の需要量と発電量を瞬時瞬時に一致させている（図1）。その際、自社の電力需要に対応するための発電所への指令と、エリア全体の需給バランスを維持するための指令は、一つの中給システムで行っている。

一方、新電力は、複数の需要家に小売供給している場合、

需要の30分間の合計電力量と、自社発電所での発電及び他事業者や市場から調達した発電から得られる30分間の合計電力量を一致させる義務がある(30分同時同量)。30分ごとの複数の需要と発電を一致させる単位を“バラシンググループ(BG: Balancing Group)”と呼ぶ。計画値同時同量制度では、30分ごとの需要BGの計画と実績、及び30分ごとの発電BGの計画と実績をそれぞれ一致させることで、30分同時同量を実現する(図2)。

2.2 発送電分離後の需給管理

今般の制度改革では、イコールフットイング(条件の同一

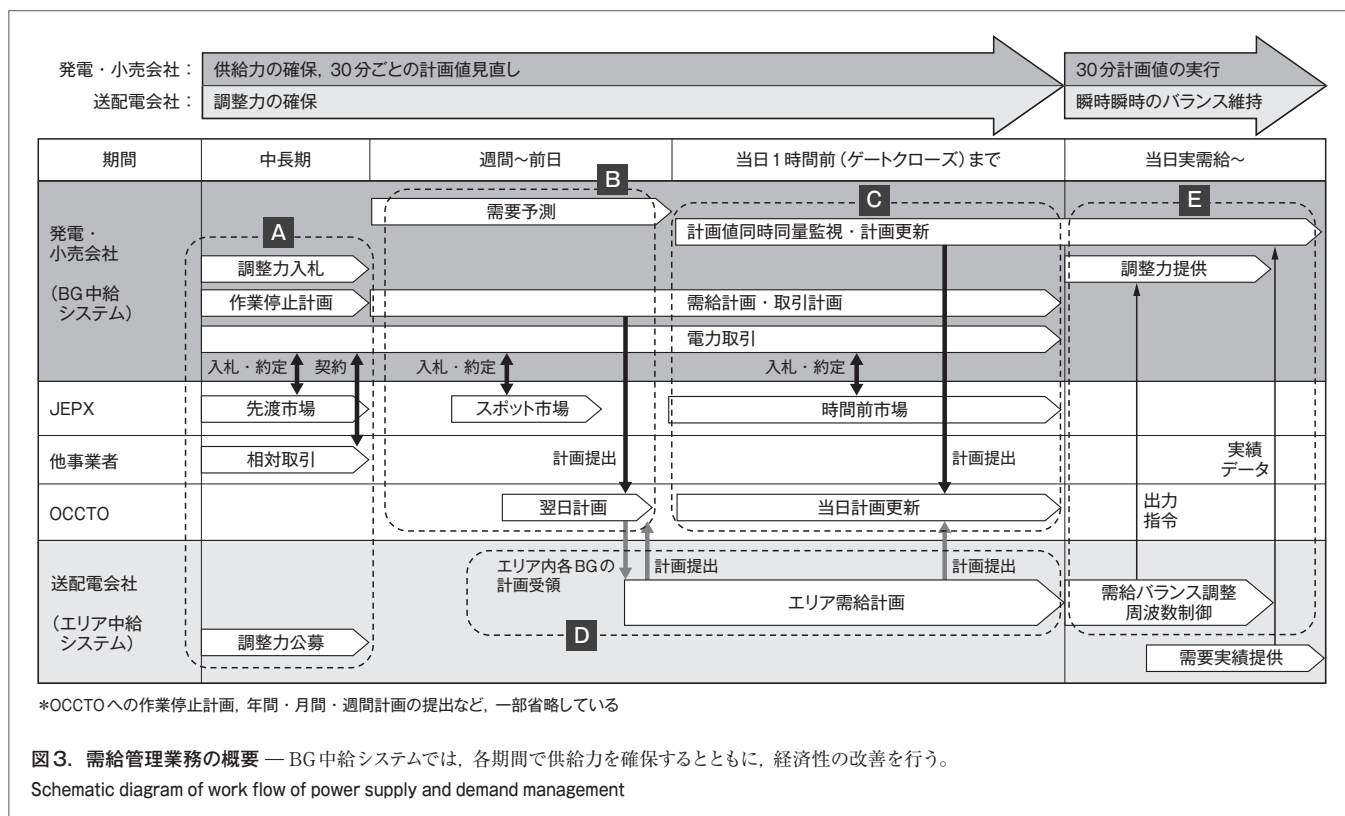


化)の観点から、電力会社にも新電力と同じ30分同時同量への対応を求めている。そのため、電力会社の需給管理は、発送電分離後の送配電会社が実施する“管轄エリア全体の需給管理”と、発電・小売会社が実施する“自社の需給管理”に分け、異なるシステムで対応する必要がある。

前者は、エリア全体の需給を対象とする“エリア中給システム”として、従来の中給システムを機能改造することで対応する。送配電会社は、分社後も地域独占の規制分野の事業者として、電力の品質を維持する。また、周波数制御や需給バランス調整に必要な調整力(発電設備、電力貯蔵装置、デマンドレスポンスなどの電力需給を制御するシステムの能力)は、発電所を所有する発電・小売会社などからあらかじめ調達する。

後者は、競争分野の事業者となる発電・小売会社が、自社の電力需要に対応する供給力として所有する発電所を運用するとともに、日本卸電力取引所(JEPX: Japan Electric Power Exchange)での市場取引や他事業者との相対取引などを考慮して、利益の最大化を目指すためのシステムとして新たに構築する。当社は、このような新電力と同じBGを基本とした需給管理を行うシステムとして、“BG中給システム”の開発を進めている。

発電・小売会社は、中・長期的には、図3のAの範囲に示すように、発電所の定期点検などの作業停止計画を考慮した上で、コストメリットがあればJEPXの“先渡市場”や相対取引における、余力の販売や安価な電力の調達により経済性を改



善する。また、送配電会社の調整力公募に参加することで、収益源の拡大を図る。調整力公募は、2020年をめぐり、需給調整市場へ移行することが現在検討されている。

電力の受け渡し前日には、翌日の需要予測に基づいて、自社発電所の運用とJEPXのスポット市場（翌日の1日分を30分ごとに区切った48商品の市場）での取り引きによって経済性の改善を図り、その結果を、OCCTOに翌日発電計画及び需要計画として提出する（図3のBの範囲）。

電力の受け渡し当日は、計画値同時同量の実現状況を監視して、インバランスによる追加コストの発生を極小化する。先行きにインバランスの発生が見込まれる場合は、JEPXの時間前市場（当日30分ごとの商品の市場）での売買や自社発電所の計画変更などで調整を行うとともに、OCCTOに提出した計画を更新する。当日の計画変更の締め切り（ゲートクローズ）は、電力の受け渡しが行われる30分ごとの開始時刻1時間前であり、発電・小売会社はゲートクローズまでの間に、30分ごとの計画値の精度を高めていく（図3のCの範囲）。

一方、送配電会社は、OCCTOから受領した、エリア内の各BGの計画を基にエリア全体の需給計画を策定し、調整力の確保状況を確認する（図3のDの範囲）。

当日の実需給においては、発電・小売会社は、ゲートクローズで確定した計画値に対し確実な実行を目指す。30分間のインバランスに対する補給と、30分より短い時間領域で行う瞬時瞬時の需給バランス制御は、送配電会社が調整力を利用して対応し、電力品質を確保する（図3のEの範囲）。

3 BG中給システム

開発を進めているBG中給システムが備える主要な機能には、需給計画・取引計画機能、計画値同時同量監視・計画更新機能、電力取引機能、需要予測機能、作業停止計画機能、実績記録機能、需要家・発電所情報管理機能、外部システム連携機能などがある（図4）。ここでは、事業戦略に関わる需給計画・取引計画機能と、30分同時同量を管理する計画値同時同量監視・計画更新機能について説明する。また、BG中給システムの開発では、これまでトップシェアの中給システムで培ってきた技術と実績あるソフトウェア資産を活用することでシステムの信頼性を高めている。これらの技術についても併せて説明する。

3.1 需給計画・取引計画機能

電力会社における従来の需給計画問題では、予測需要に対し、発電設備の様々な制約条件を考慮しつつ、目的関数である“計画対象期間の運用コスト”（燃料費及び起動費）を最小化するように、発電機の起動／停止と出力配分を決定する。これは、自社発電所の最経済運用を実現するためには非常に重要である。しかし、発送電分離後の発電・小売会社は競争分

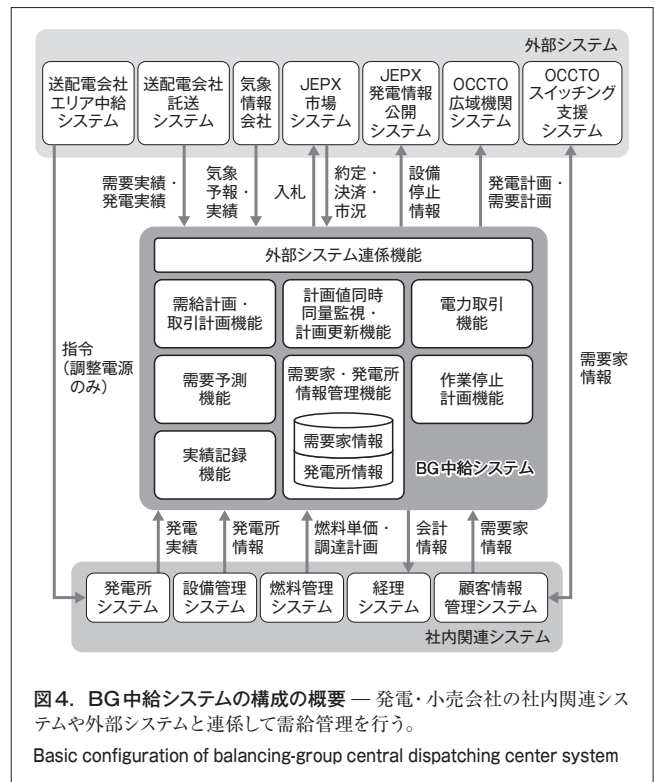


図4. BG中給システムの構成の概要 — 発電・小売会社の社内関連システムや外部システムと連係して需給管理を行う。

Basic configuration of balancing-group central dispatching center system

野の事業者として、運用コストの最小化だけでなく電力取引による利益の最大化もより積極的に目指すようになると考えられる。そこでこの機能は、利益を最大化するための取引計画を策定する処理を行うことで、事業戦略を支援する。

利益最大化計算では、JEPXの想定市場価格を設定し、売買取引量を加味した需給バランス制約の下で、目的関数である“計画対象期間の利益”を最大化する発電計画と取引計画（取引予定量）を算出する。このとき、30分ごとの需給バランス制約（式(1)）、発電設備の運用制約などを考慮する。

$$[\text{需要量}] = [\text{発電量}] + [\text{買電量}] - [\text{売電量}] \quad (1)$$

利益最大化計算で算出した買電量、売電量は、設定した条件の下での最適な取引計画であるが、これに基づいた入札を行ったとしても、取引予定量どおりに想定した市場価格で約定できるとは限らない。そこで、実際にJEPXで約定した結果を買電量、売電量として取り込み、これを勘案した従来の運用コスト最小化計算を実行することで、最終的な発電計画を求めることになる。

3.2 計画値同時同量監視・計画更新機能

計画値同時同量監視機能では、計画値同時同量の実現状況の監視をBGごとに行う。

需要BGの実績値は、送配電会社から小売会社に対して提供される需要地点ごとの30分電力量（需要実績）で監視する。ただし、30分ごとの電力量を計測するスマートメーターの設置が、全ての需要家で完了するまでの間は管轄エリア内の

“[全体需要]-[新電力需要]”を発電・小売会社の需要とみなす。また、スマートメーターの設置完了後は、数百万件以上のメーター情報を受信することになるため、システム性能に問題が発生しないような対策を講じている。

発電BGの実績値は、発電所の送電端電力量で監視する。送電端にメーターが未設置の場合は、送電端電力量を“[発電端電力量]-[所内電力量]”で算出する。また、送配電会社に調整力を提供する電源（調整電源）は、基本的にインバランスの対象外（常にインバランスはゼロ）にするなど、電源ごとの条件に応じた処理を行う必要がある。

実績値と計画値を比較して、インバランスの発生が予想される場合は、自社発電所の計画変更やJEPXの時間前市場を活用した計画更新機能によりインバランスの解消を図る。この機能は、休日や深夜の省力化を考え、運用者を介さずに自動的に実行することも想定している。

3.3 トップシェアに裏付けられた技術の適用

BG中給システムの開発では、トップシェアの中給システムで培った技術に基づくとともに、実績あるソフトウェア資産を活用することで、システムの信頼性を高めている。

(1) 最適化モデリング技術 電力会社における需給計画問題は、連続変数（発電機出力など）と離散変数（発電機の起動/停止など）を含む混合整数計画問題と捉えることができ、大規模な問題では組み合わせ爆発により、最適解を求めることが困難である。また、考慮すべき発電設備などの運用制約は、複雑かつ多様であり、電力会社ごとに異なる。当社は、既設の中給システムの機能として需給計画機能を数多く納入しており、種々の制約条件を考慮しながら実用的な時間で準最適解を提供するシステムを開発している。BG中給システムでは、高度な最適化モデリング技術と、実績あるソフトウェア資産を活用し、利益最大化といった事業戦略にも対応できる、信頼性の高いシステムを提供する。

(2) 電力自由化に関する技術と知見 JEPXでの取り引きには、当社製パッケージソフトウェアの電力取引支援システム Power TraderTM(2)を活用する。JEPXの市場開設以来の稼働実績に裏付けられた信頼性と、ユーザーの声を反映した画面構成による高い操作性を持つ。

また、当社は、2016年4月に実施された電力の小売全面自由化に合わせ、新電力向けの“電力需給管理システム⁽¹⁾”を提供している。前述したように、発電・小売会社は新電力と同じ立場の事業者となるため、発電所や需要家の規模は異なるが、自由化された制度での業務フローは基本的に同じであり、この技術と知見を適用することで、OCCTOへの計画提出や送配電会社からの実績データ取得などの、外部システムとのデータ連携やワークフロー管理を確実に行うことができる。

4 あとがき

電力会社の需給管理業務の発送電分離に伴う変化と、新たに当社が提供する、発電・小売会社の需給管理業務を支援するBG中給システムの概要について述べた。

現在も、制度改革の議論は活発に行われており、発送電分離までに、ベースロード電源市場の創設や需給調整市場の創設などが予定されているため⁽³⁾、最新の動向を把握しながらシステム対応の準備を整えている。また、2020年以降も、電力システム改革が検証されることで、より競争的な電力市場が形成されると考えられる。

当社は、BG中給システムを核として、リスク管理などの支援機能の高度化で、発電・小売会社が必要とするソリューションを開発し提供していく。更に、電力の小売全面自由化に続いて、ガスの小売全面自由化が実施されたことにより、LNG（液化天然ガス）燃料の管理に対するソリューションなどのニーズを想定しており、新たな視点での検討も行う。

また、送配電会社のエリア中給システムでは、需給調整市場の導入に伴い、調整力の最適調達や、メリットオーダーでの運用、デマンドレスポンスの活用など、必要とされる技術が数多くある。当社は、中給システムメーカーとしての技術と経験を生かし、系統ソリューションの提供で電力の安定供給に貢献していく。

文 献

- (1) 岡山 仁, ほか. 新電力向け電力需給管理システム. 東芝レビュー. 2016, 71, 6. p.69-72. <https://www.toshiba.co.jp/tech/review/2016/06/71_06pdf/f08.pdf>. (参照 2017-06-29).
- (2) 廣本博史, ほか. 電力取引及びリスク管理システム Power TraderTM. 東芝レビュー. 2004, 59, 4. p.48-51.
- (3) 総合資源エネルギー調査会基本政策分科会 電力システム改革貫徹のための政策小委員会. 電力システム改革貫徹のための政策小委員会 中間とりまとめ. 経済産業省, 2017, 37p. <http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/data/pdf/20170209002_01.pdf>. (参照 2017-06-29).



市川 量一 ICHIKAWA Ryoichi

エネルギーシステムソリューション社
電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部
電気学会会員
Transmission & Distribution Systems Div.



多田 欣雅 TADA Yoshimasa

エネルギーシステムソリューション社
府中エネルギーシステムソリューション工場 電力システム部
電気学会会員
Fuchu Operations - Energy Systems & Solutions



小林 武則 KOBAYASHI Takenori, D.Eng.

エネルギーシステムソリューション社
電力流通システム事業部 系統ソリューション技術部, 博士(工学)
電気学会・IEEE会員
Transmission & Distribution Systems Div.