

社会のICT化を支える高品質電源

High-Quality Power Supply Systems Supporting Development of ICT in Society

小川 公也

■OGAWA Kinya

インターネットに代表される情報・通信システムの普及によって様々な情報がデータ化されていることから、これらのシステムが安定稼働することは、社会活動のうえで必要不可欠なものとなっている。このような社会のICT（情報通信技術）化を支える基盤として高品質な電源の構築が必要とされ、それぞれのコミュニティの要求レベルに応じた高い信頼性が求められている。

東芝は、ユーザーの要求品質に柔軟に対応した受変電システムや、自家発電システム、無停電電源システム（UPS：Uninterruptible Power Systems）などを開発し、それらを基に高品質電源ソリューションを提供している。負荷側の要求信頼性に対して、電源システムの信頼性のほか商用給電の信頼性も考慮して、電力供給の信頼性に基づく最適な設備構成、設備更新計画、及び設備保守計画の立案や提案が可能である。

With the spread of information and communication systems, as represented by the Internet, various types of information are now being treated as digital data. Stable operation of these systems has therefore become indispensable for society. In this context, the development of information and communication technology (ICT) in society is supported by high-quality power supply systems. The characteristics of the quality demanded by various customers differ, and each customer has its corresponding requirements for high reliability.

Toshiba proposes high-quality power supply systems to customers in a flexible manner according to their specific requirements. Our technical approach realizes the most reliable planning and proposal for each customer with regard to optimization, renewal, and maintenance of facilities. We are promoting these activities in the fields of power supply systems for buildings, emergency power supply systems, and uninterruptible power supply (UPS) systems, to secure and improve the reliability of each system.

1 まえがき

様々なコミュニティの設備運用において、高効率化とともに性能や信頼性の維持が重要になる。特に高いサービス品質を使命とする通信設備や情報サービスを支える電源システムには、高品質電源を構築することが必要とされ、落雷や氷雪などの自然災害による瞬時電圧低下（瞬低）や停電、あるいはその他の災害時などでも、正常動作を要求される。万一障害が発生した場合は社会に甚大な影響を与えるため、各コミュニティの要求品質に応じた高い信頼性を提供することが重要になる。

東芝は、電源設備ユーザーの多様な要求品質に応じた柔軟な設備設計を目指した高品質電源ソリューションを開発している。これにより、構成、種別、冗長度、及び要求信頼度に応じた設備構成の最適化や、システム全体の保守・設備更新計画を最適化した提案が可能である。ここでは、受変電システム、自家用発電システム、及びUPSの高信頼化技術をベースとする高品質電源ソリューションについて述べる。

2 多様な電源品質への対応技術

当社が提供する高品質電源ソリューションは、電力供給信

頼性や設備稼働率、及び電圧安定性や、周波数安定性、高調波の低減などの電力品質を含めた総合的な提案である。

電源設備とは、電力会社などで発電された電気を負荷が安定稼働できるように送電及び変電を行うことを役割としている。電力会社の送電系統や需要家構内の地絡・短絡事故などにより停電が発生した場合には、非常電源による供給が重要になる。建築基準法や消防法で規定される防災設備の負荷に対しては自家発電設備や直流電源装置など非常電源の設置が義務付けられているが、ICT化を支えているデータセンターなどにおいてはこれら防災設備の負荷以外のコンピュータ負荷やサーバールームの空調設備などの負荷設備にも電源供給することが必要である。

その結果、停電時においてもほぼ100%のバックアップ電源の供給を要求されることが多い。更に、自家発電設備からの給電においては、想定される停電時間と必要な負荷設備容量の検討に加えて、発電設備への燃料補給体制などを検討しておく必要がある。地震などの自然災害対策として長時間のバックアップ対応が増えているが、それでも非常電源からの給電ができなくなった場合にはどのように対応するか、リスク分析や対策を事前に検討したうえでコミュニティ機能の復旧手順書などを準備しておくことも重要になる。

このような背景から、高品質電源システムには、停電・瞬低時に必要な設備や機能などの検討に加えて、災害時にも対応した供給信頼性の高いシステムをいかにして構築するかが重要課題になっている。

2.1 送電システムの停電対応

電力会社の送電系統における長時間の事故停電の要因として、機器の故障、人為的ミス、重機や飛来物との接触、及び地震を含む災害などが考えられる。これら送電系統の事故停電に対応する供給信頼性の高いシステムを構成するため、次の点を考慮した設計を行う。

(1) 受電系統 需要家構内への引込みは、本線・予備線受電とループ受電の2回線受電方式若しくはスポットネットワーク (SNW) 受電方式とする。本線・予備線受電方式には、本線、予備線ともに同一変電所から供給を受ける予備線契約と、本線と予備線が異なる変電所から供給を受ける予備電源契約があり、予備電源契約とすることでより高い供給信頼性を確保できる。受電部に設置される電力需給用計器用変成器 (VCT) は、計量法に基づき15年ごとに本体の交換で長時間の停止が発生するため、停止を許容できない場合は2VCT方式やVCTバイパス方式とする。

(2) 非常用自家発電設備 保守点検時や起動失敗時のリスクを考慮して複数台設置する。運転方式は、冗長運転方式又は待機方式とする。発電設備からの送電系統は、母線単位で給電できるように接続する。

2.2 需要家構内の事故停電への対応技術

需要家構内の電気設備で短絡・地絡事故などによる部分停電が発生した場合、直近の保護装置で事故点を切り離すことによって運用中の他の負荷設備への影響を少なくすることができる。しかし停止回路にはバックアップ電源による電源供給が行われないため、事故点が重要負荷設備である場合には、長時間停止させることなく迅速にバックアップするためのシステムを構築しておく必要がある。したがって、これら構内の事故停電に対応する給電信頼性の高いシステム (図1) を構築するため、次の点を考慮した設計を行う。

- (1) 構内配電系統 需要家構内の変電・配電設備は100%電源供給可能な構成を2系統設置し、それぞれの変圧器は負荷設備に100%供給できる容量とする。2系統の電源は二重化された負荷にそれぞれ給電することが理想であるが、全ての負荷設備を二重化することは現実的ではないため、分電盤などに切換装置を設置する。
- (2) 幹線ルート 可能な限り負荷末端の近くまで二重化し、更に、重要負荷と一般負荷の回路は混在させずに分割することで、漏電事故などに対する共倒れを防止する。
- (3) 制御電源 直流電源装置から保守点検区分に応じた系統ごとに供給し、共通の制御回路をできる限り排除

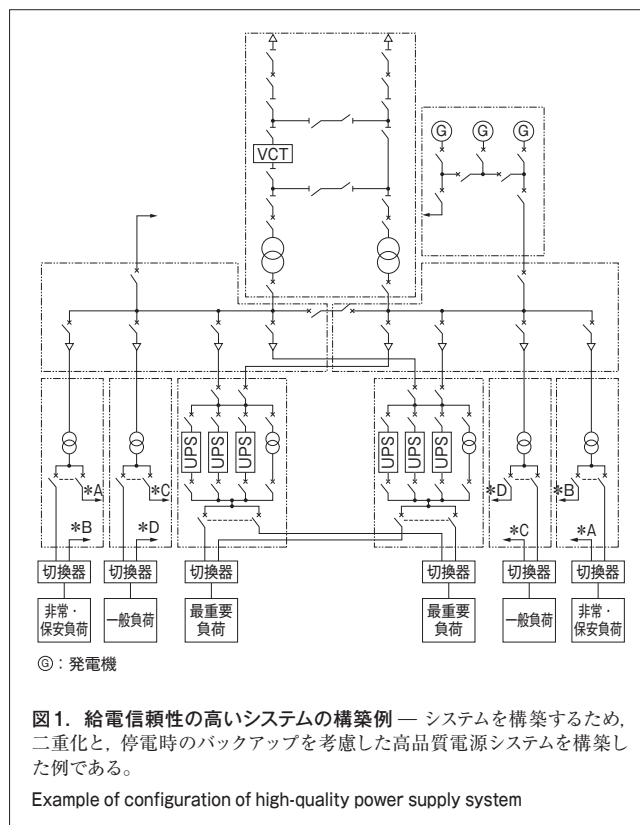


図1. 給電信頼性の高いシステムの構築例 — システムを構築するため、二重化と、停電時のバックアップを考慮した高品質電源システムを構築した例である。

Example of configuration of high-quality power supply system

する。システムの構築にあたり要求される信頼性とインシタルコストによって決定されるが、これらのポイントを検討事項として計画時点で考慮しておく。

3 BCPを考慮した電源設備のリスク分散

前述の二重化以外にも、以下に述べるようなデータセンターの立地条件や機能などを考慮して、災害などが発生しても事業を継続するための事業継続計画 (BCP) の中でリスク分散を検討することが重要になる。

3.1 供給変電所の分散

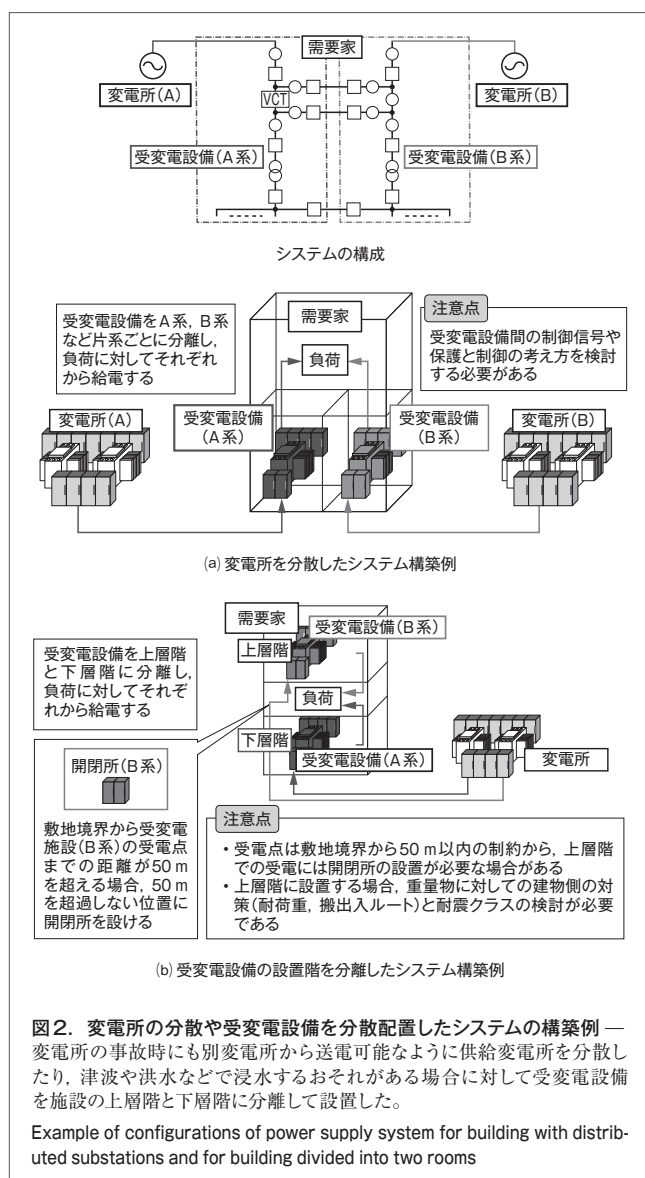
事故停電や計画停電の際に、供給変電所・送電系統単位で停止が必要な場合を考慮して、別の変電所からの供給を電力会社と協議する。このようにして供給変電所を分散したシステムの構築例を図2(a)に示す。

3.2 分散配置

多くの需要家は受変電設備が1か所に集約されていることが多いが、分散配置することで火災や災害時に全壊するリスクを最小限に抑えることができる。特に津波や洪水などで浸水のおそれがある地域では、受変電設備を施設の上層階と下層階に分離して設置する例がある (図2(b))。

3.3 建物の分散

大災害を考慮して、相互に全体の機能を補完可能な2棟の建物を別々の地域に建設し、2棟でバックアップを構築する例



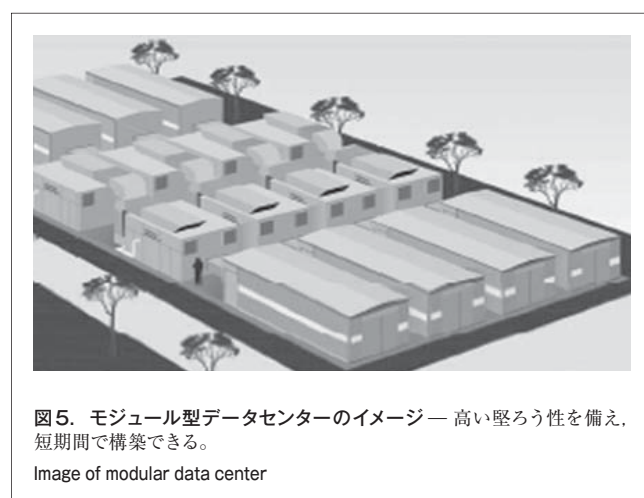
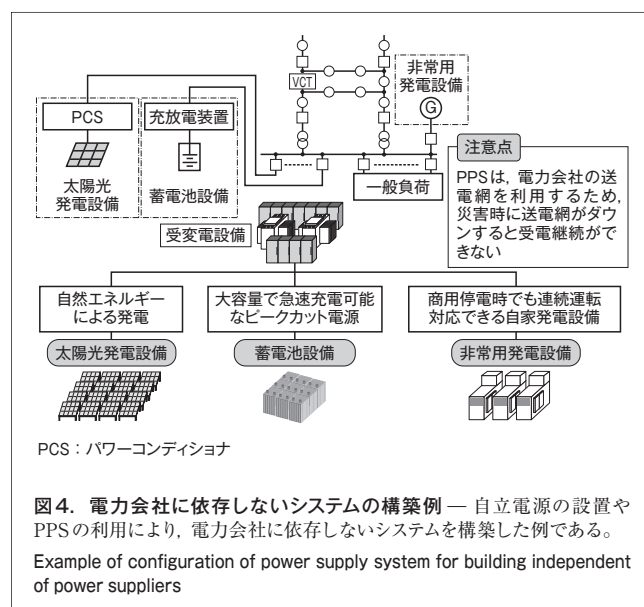
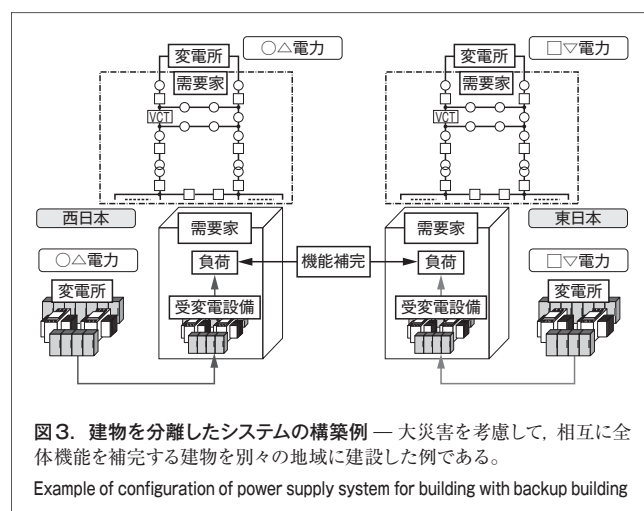
がある(図3)。

3.4 電力会社に依存しない電源設備

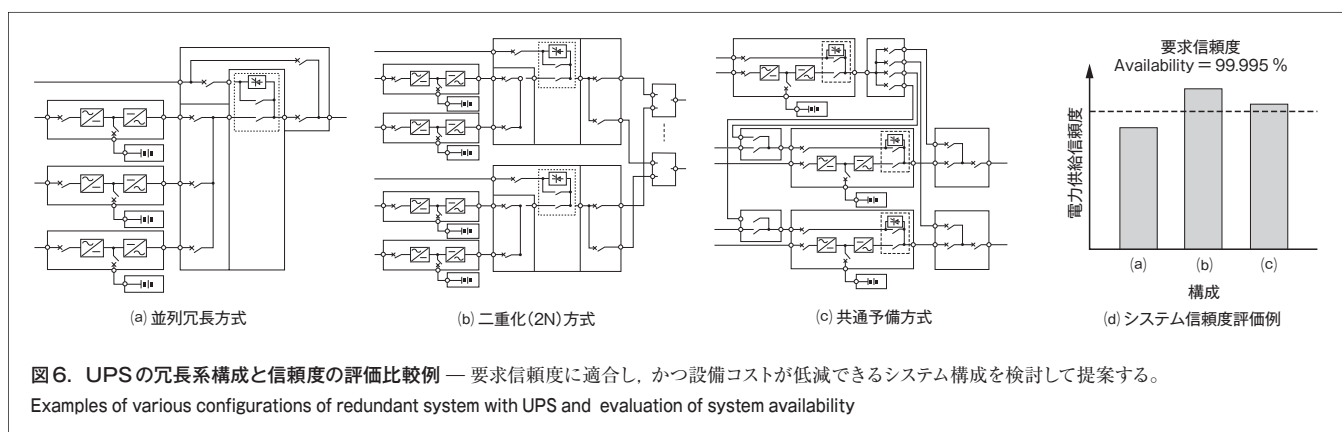
データセンターは電源容量が大きく、分散電源だけで負荷設備に100%の電力を供給するのは困難である。しかし、省エネのため太陽光発電など自然エネルギーによる給電や蓄電池設備などのピークカット電源を利用することで、電力会社への依存度を低減できる(図4)。また、特定規模電気事業者(PPS)からの給電も可能であるが、電力会社送電網を利用する場合は送電網が停止すると給電が継続できなくなるリスクを考慮する必要がある。

3.5 モジュール型データセンターの電源設備

一般に、データセンターの設備は重量物が多数あり、荷重を考慮した建物の建設に通常に比べて長い期間を要するが、近年、短期間で構築できる堅ろう性のあるモジュール型データセンター(図5)のニーズが増えている。モジュール内は、ホッ



トエリアとコールドエリアに分けて効率の高い外気空調方式を採用することで、省エネ効果を向上させている。



4 設備設計最適化ソリューション

電力供給信頼度などの電力品質が要求仕様を満足しつつ、コスト適正化を実現する設備設計ソリューションとして、設備構成や、設備の種別、要求信頼度別の設備構成などを選定する技術について次に述べる。

システム容量の余裕度として、突入電流など想定しうる瞬間的な最大負荷を考慮し、負荷定格に対してどれだけの余裕を持たせるかを検討する。また、信頼性余裕度として、電力供給信頼度の経年変化や不確定要素を考慮する。UPSの設備構成例として、3種類の冗長度が異なる設備設計を図6に示す。

各システム構成の電力供給信頼度は、UPSや切換器の単体信頼度から求められる(図6(d))。ここで、要求信頼度は、Availability (可用性) = 99.995 %を設定した。これは米国電気通信工業会 (TIA) のデータセンター用設計規格TIA-942に定められたTier4レベルの規格値に相当する。この例では評価の結果、構成(a)は並列冗長の一括切換システムだけのため信頼度が要求信頼度以下となった。構成(b)は要求信頼度以上であるが設備コストが増加するのに対して、設備コストを抑えた構成(c)は要求信頼度に適合した適切な設備設計であることを示している。

5 最新のUPSシリーズ

当社は、新型IGBT(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)及び3レベル変換技術の採用による高効率化の実現と、合理性を追求した実装技術によって小形化したUPSシリーズTOSNIC™-9400を開発した。TOSNIC™-9400は、当社従来機種(500kVA機)と比べて効率を2%向上させるとともに据付けスペースを約25%削減した。また、冷却ファンや電解コンデンサなどに長寿命部品を採用することで、ランニングコストの低減も実現している。

機能面では、最近の高力率負荷を考慮して、負荷力率1.0の仕様に対しても容量を低減させることなく対応できる。また、

復電時の入力電流の急激な立上りを抑制するウォークイン機能や、UPS入力容量を設定値以下に抑制するパワーデマンド機能を備えている。

一方、UPSの二重化が要求される図6(b)のような二重化方式では、システム間の同期無瞬断切換えをスムーズに実施するための機能をUPS並列制御に付加し、UPSシステム間の切換えを容易にした。また、万一の異常発生時にも波形を記憶するためのメモ리카ードを標準装備したことで、迅速に事象を解析して、早期に原因を究明できる。

6 あとがき

ここでは、高品質電源ソリューションとして、電力供給の信頼性に基づいた最適な設備構成と、要求品質に応じたシステム提案例について述べた。このソリューションを実用化するにあたり、更なるデータの蓄積及び検証結果のフィードバックを行って評価精度を高めていくことで、多様な要求品質に柔軟に対応していく。更に、受変電設備や自家発電設備を含めた電源システムを包括した評価手法を検討し、高品質電源を必要とする様々な分野のユーザーに提供していく。

文 献

- (1) 松崎 薫. 無停電電源システム実務読本. 東京, オーム社, 2007. 232p.
- (2) 神達幸雄 他. “無停電電源システムの信頼性に関する一考察”. 電気学会産業応用部門大会1-117, 高松, 2004-09, 電気学会. p.I-527-528.
- (3) 小川公也. グリーンデータセンターを実現する技術3. 電源設備について. 電気設備学会誌. 32, 6, 2012, p.398-401.
- (4) 宮部 崇 他. 電源システムのライフサイクルを通じた電力供給品質の管理技術. 東芝レビュー. 65, 5, 2010, p.11-14.



小川 公也 OGAWA Kinya

スマートコミュニティ事業統括部 スマートファシリティ技術部 参事。ビルや施設の電源システムのエンジニアリング業務に従事。電気設備学会会員。
Smart Community Div.