

情報通信システムのエネルギーマネージメントに関する研究

長崎大学大学院生産科学研究科
馬場崎 忠利

近年、地球温暖化問題が深刻な社会問題となっており、二酸化炭素などの温室効果ガスの削減が社会全般に広く求められ、生成時に二酸化炭素を排出するエネルギーの削減も重要な課題となっている。一方、ブロードバンドサービスなどの情報通信 (ICT: Information Communication Technology) サービスは、近年急速に発展、浸透してきている。ICT サービスの提供には、サーバやルータなどの ICT 装置が必要とされ、データセンタなどに多数導入されている。ICT 装置の消費電力は導入量とともに装置あたりの消費電力も年々増加しており、大電力装置にも給電できる高効率な給電システムが望まれるようになってきた。

情報通信システム用の-48V 直流給電システムは、交流給電システムに比べ給電構成がシンプルで高効率・高信頼な給電システムであるため注目されている。しかし、消費電力の大きい大容量 ICT 装置が増えてきたため、1 ケーブルで給電する給電容量は増加し、短絡などの際に給電システムを遮断し、災害を防ぐヒューズなどの遮断器の遮断容量を超え、安全性の担保が困難になってきた。また、大電力を給電するために給電ケーブルも太径化する必要があるが、給電ケーブルを太径化すると給電ケーブルのインピーダンスが低下し、発振現象が生じたり、短絡時に健全システムに電圧変動を与えたりする。更に、大容量 ICT 装置が多量に導入されると、太径化したケーブルにより配線施工性の悪化、ICT 装置の接続部面積の拡大、二重床下の占有面積の拡大による冷却能力の低下などが懸念される。

本論文では、低消費電力化を目指す新しい情報通信システム用の給電システムとして、直流給電システムを導入する際の構成と課題を明らかにし、そのエネルギーマネージメント向上に着目した開発研究を行うことが目的である。そのために、その大容量給電システムの課題をまとめ、その際の給電システムのモデル化を行い、等価回路を導出して実験により検証し、システムの給電条件を明らかにしている。また、主な構成要素である遮断ヒューズ、電流分配装置、ケーブルおよびエネルギー供給相手である情報通信機器の電源についても詳細な検討を加えている。

まず、従来の情報通信システム用の直流給電システムの特徴と構成を述べ、大容量 ICT 装置に給電する際の直流給電システムの課題をまとめる。次に、市販ヒューズ、MCCB (配線用遮断器: Molded Case Circuit Breaker) を用いて-48V 直流給電システムにおける遮断器の特性を実験によって検証し、情報通信用直流給電システムに求められる遮断特性を明らかにする。そして、電圧変動の最も大きい短絡遮断試験にて検証し、ケーブル線長などの給電条件に与える影響を考察する。また、給電システムのモデル化を行

スが給電システムに与える影響を解析する。その結果を基に電流分配装置を試作、給電システムでの検証を行い、シミュレーションによる設計の妥当性を明らかにした。また安定な高電圧直流給電システムを実現するために、ICT 装置用電源についても検討した。高電圧直流給電システムは、停電時に蓄電池から給電されるため、電池電圧低下に伴って ICT 装置の入力電圧が低下する。このため、本論文では広い入力電圧変動に対応したオートチューニング制御方法について検討し、広い入力電圧変動時においても安定な出力特性を得ることができることをシミュレーションによって検証した。

以上の結果、-48V 直流給電システムでは最大 100mm² ケーブル、最大線長 30m で 1 ケーブル当り 7kW まで給電でき、ICT 装置の入力コンデンサ容量は 1.5 μ F/W 以上必要であることを示した。高電圧直流給電システムでは断面積が最大 14mm² ケーブルでも、最大線長 30m で 1 ケーブル当り 7kW まで給電でき、短絡時の ICT 装置入力端の電圧変動も 60V 以下に抑制できることを示した。また ICT 装置電源も 50% 入力電圧変動に対しても安定な出力が得られることを示した。

最後に、情報通信システムのエネルギーマネージメントの課題について述べる。高電圧直流給電システムの普及に向けては長期の運用実績、ICT 装置の入力インタフェースの標準化が重要である。また情報通信システムのエネルギーマネージメントには、負荷遮断・制御などによる消費電力削減を図った負荷制御や自然エネルギーなどの多様な電源制御と信頼性も維持できるエネルギーマネージメントが今後益々求められる。

本論文は、第 1 章から第 5 章で構成され、以下に各章の概要を示す。

第 1 章では、本研究を行うに至った背景および要求と問題点を明らかにし、従来の研究を展望して本研究の位置付けを示し、本論文の概要を示す。

第 2 章では、大容量の情報通信 (ICT) 装置向けの -48V 直流給電システムの構成を示し、遮断器及び電流分配装置の検討及び給電条件の検討結果について述べる。

第 3 章では、更なる高効率と施工性改善を目指した高電圧直流給電システムの構成、特徴、遮断器及び電流分配装置の検討、接地構成の検討について述べる。

第 4 章では、第 3 章で述べた高電圧直流給電システムを基に、ICT 装置の電源として広い入力電圧範囲に対応する電源のオートチューニング制御について述べる。

第 5 章では、以上の成果を総括し、本論文で提案する高電圧直流給電システムの他、情報通信サービスのエネルギーマネージメントの今後の課題にふれて結論とする。