



高電圧直流給電の国際標準化動向

たなか としみつ あさくら かおる ばばさき ただとし
田中 憲光 / 朝倉 薫 / 馬場崎 忠利

NTT環境エネルギー研究所

データセンタ・通信ビル用の高効率な給電方式として直流380 Vを利用した高電圧直流（HVDC: Higher Voltage Direct Current）給電が注目されており、将来の実用化、普及が世界的に期待されています。ここでは、高電圧直流給電の特徴と、2012年5月にITU-T勧告として承認された L.1200（電気通信およびICT装置の入力端における400 Vまでの直流給電インタフェース）の概要を中心に、関連する国際標準化活動について解説します。

高電圧直流給電の標準化背景

近年、クラウドコンピューティングなどの登場に伴い、通信やデータセンタの需要はますます拡大しています。その一方で、データセンタにおけるICT装置数の増加が進み、消費電力は増加の一途をたどっています。この傾向は国内だけでなく、国際的にも共通であり、持続可能な低炭素社会を実現するうえで、ICT装置・設備のグリーン化、省電力化への取り組みは国際的にも喫緊の課題として認識されています。

近年、この損失低減のキーテクノロジーとして、データセンタ内で直流電力を配電し、直接サーバへ給電する高電圧直流給電が世界的に注目されており、その実用化が急がれています。こうした国際動向を受け、現在ITU-T（International Telecommunication Union-Telecommunication Stan-

dardization Sector）、IEC（International Electrotechnical Commission）などの国際標準化団体では、実用化に必要な装置仕様、システム構成、安全性、部品・材料などの標準化を進めています。

高電圧直流給電の利点

データセンタにおける交流と直流の給電系を比較した模式図を図1に示します。これらICT装置（サーバなど）の内部（CPUやメモリなど）は、5 V、3.3 V等の直流で動作し、停電対策のバックアップ用蓄電池も直流で動作します。交流給電の場合、これらの装置を接続するために、交流と直流の電力変換を一般的には4回行うため、変換損失が発生します。一方、直流給電の場合には、交流電力を直流へ変換し、直接蓄電池に接続することが可能です。そのため、装置内部のDC/DC変換を含めて一般的に2回の変換で済むことから、直流給電は交流給電に比較して電力変換段数が少ない分、原理的に効率の改善が得られます。

ITU-T勧告L.1200では、直流電圧380 Vでの利用を想定しています。理由は、ワールドワイド対応サーバ電源（PSU: Power Supply Unit）の内部バス電圧として、従来から利用されており、既存装置との親和性が良いためです。また、高電圧化することで、従来から通信用電源に使われている直流-48 V給電系と比較して電流量を約8分の1に抑制できることから、配

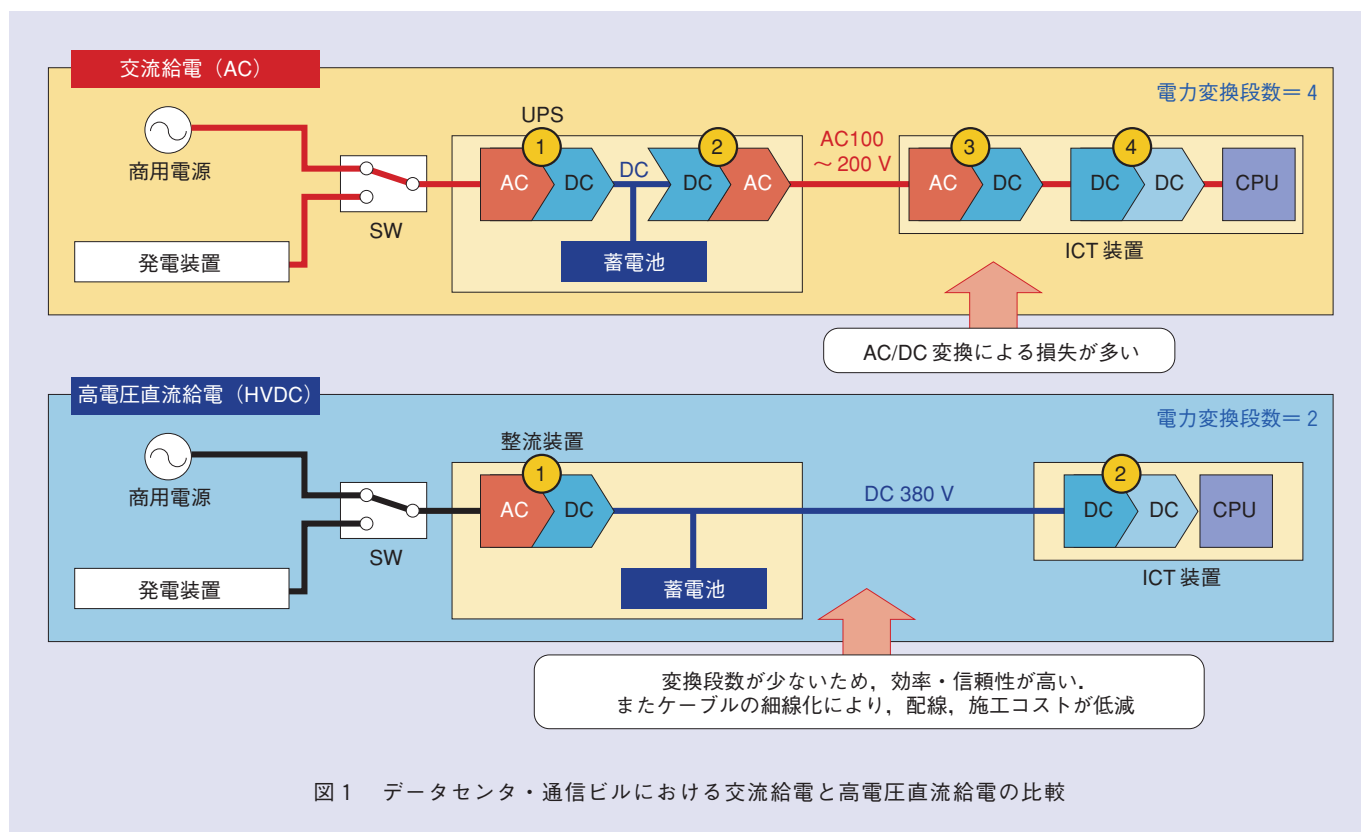
線損失、発熱の抑制が可能です。これらの特徴は電源装置の高効率化、小型化とともに、配線ケーブルを細くできるメリットを享受でき、配線、施工コストの低減や、設置自由度の向上を図ることが可能です。

この給電方式が、国際的に注目されたもう1つの理由は、直流給電システムの信頼性の高さです。交流の場合は、電源切替え時の周波数同期など複雑な機構を必要とするため、どうしても故障のリスクが残りますが、直流給電では蓄電池を給電線に直接接続できるため、故障の可能性が低く、交流給電と比較して10倍以上の信頼度を得られることが知られています⁽¹⁾。

なお、高電圧直流給電を示す「HVDC」という呼称は、通信機器の給電として従来から使われている直流-48 V給電と比較して約8倍高い電圧であることから、通信設備分野にて使われ始めました。しかし、電力系統における100 kV以上の直流送電技術の分野もHVDCと呼ぶため、ITU-Tでは混同を回避することを目的としてHVDCとは記載せず、「400 Vまでの直流給電システム」（Up to 400 VDC power feeding system）という名称を用いています。

各標準化団体における活動

400 Vを上限とした高電圧直流給電の国際標準については、主にITU-T、IECのほか、ETSI（European Telecommunications Standards



Institute)にて議論されています。これら3団体はリエゾン関係(標準化団体間で相互に情報の交換を行い、協調を保つ)を維持した活動を行っています。

ITU-Tでは、データセンタおよび通信ビルを対象とした高電圧直流給電の規格策定作業が2009年から先行的に進み、2012年5月にSG(Study Group)5にて、「電気通信およびICT装置入力端における400Vまでの直流給電インタフェース」(L.1200: Direct current power feeding interface up to 400V at the input to telecommunication and ICT equipment)*の勧告化が承認されました。ETSIでも同年に同様の規格が欧州の標準仕様[EN300-132-3-1 Power supply interface at the input to telecommunications and datacom (ICT) equipment]として発行されています。

また、IECでも積極的な活動が続い

ています。SMB(Standardization Management Board)/SG4(低電圧直流配電システム)では、1500V以下の直流配電における課題および必要な標準化項目について通信ビルやデータセンタ以外にも、一般建物・住宅や太陽光発電、蓄電池(電気自動車を含む)などの応用も視野に入れ、直流配電に関する技術的課題の検討や体系的な標準化のあり方について議論しており、現在同分野のロードマップを作成しています。TC(Technical Committee)23/WG(Working Group)8では、直流400V用の給電用コネクタ(2.6kWおよび5.2kW定格)に関するドラフトの審議、TC64は建物内電機施設に関する施工保守、および安全保護、SC23E(Sub-Committee)では直流遮断機に関する新たな標準化の議論等が行われています。

その他の標準化団体としては、同じ

くビル内配電の直流化(照明など)を推進する北米の業界団体であるEmerge Allianceでも規格作成に関する議論を行っており、2012年度内には、規格文書が発行される予定です。また、データセンタの使用資源効率化に取り組む北米の業界団体であるThe Green Gridでは、高電圧直流給電に関するホワイトペーパーが2010年に発行されています(和訳版は2011年発行)。



ITU-T SG5のうち、環境と気候変動をテーマとする「ICTと気候変動」作業部会(WP3/5: Working Party 3/Study Group 5)では、ICTの利活用による環境影響、およびそれに関

* 2012年6月勧告承認時点の勧告名は、「直流給電システムのインタフェース仕様」(Specification of DC power feeding system interface)でしたが、委員からの提案を受け、9月に名称変更しました。



する勧告化について検討が進められています(図2)。2012年12月現在、WP3/5は6つの課題(Q: Question)で構成されており、このうちQ19/5では、高電圧直流給電に関して次の3点、①高電圧直流給電対応のICT装置電源仕様、②給電システム構成、③給電の性能評価手法、に関する議論が行われています。

L.1200の概要

ITU-T勧告L.1200は、高電圧直流給電対応ICT装置電源に関する基本的な仕様です。本勧告のドラフト審議では、NTTを中心とした日本提案により議論を主導し、勧告化に大きく貢献しました。この勧告の適応分野は、主に通信事業者ビル、データセンタを対象としており、通信サービスの信頼性を実現するために最低限必要な項目、および仕様値が記載されています。図3は、L.1200が対象とする給電システムの概要です。基本構成は通信ビルにて世界的に使われている直流-48V給電システムがベースとなっています。ICT装置用電源の入力端におけるインタフェース条件(電源仕様)を示すため、給電システムとICT装置の接続点を「インタフェースP」と定義し、各種電気的な仕様を記載しています。

(1) ICT装置の動作電圧範囲

電源仕様を決めるうえで重要な項目が、装置の動作電圧範囲です。ここでは、直流給電の最大の特徴である蓄電池から直接給電する構成を意識した電圧範囲が設定されており、標準電圧範囲として260~400Vとしています。新規に設置する高電圧直流給電対応ICT装置は、この電圧範囲内にて安定した動作を維持し、停止、故障、誤動作がないことを求めています。この停電時の蓄電池運用を意識した電圧範囲

設定については、欧州でも多くの通信事業者から賛同がありました。

電圧範囲の標準化に関する議論は、当初、日本と欧州、韓国、中国の3つのグループで主張が異なり、数年間結論が出ませんでした。しかしETSI標準規格(EN300-132-3-1)では、NTTからも議論に参加し、2011年に電圧範囲が合意、2012年に規格化され、さらに欧州、北米を中心に実証検証や製品開発が活発化したことを受け、日本と欧州が提案する電圧範囲がITU-T勧告L.1200に採用されました。

(2) 過渡電圧変動に対する対応

通信機器用電源装置にて検討しなければならない項目として、過渡電圧変動があります。これは、図4に示すように、給電システム内でのヒューズ溶断、ブレーカの遮断時等で発生する過渡的な電圧変動が起きた際にも、ICT装置が通常動作(サービス)を継続することを求めています。試験方法はIEC61000-4シリーズを参照しており、試験装置は既存の市販品で対応可能です。システム条件に応じた試験電圧($U_T=380V$ もしくは $300V$)を

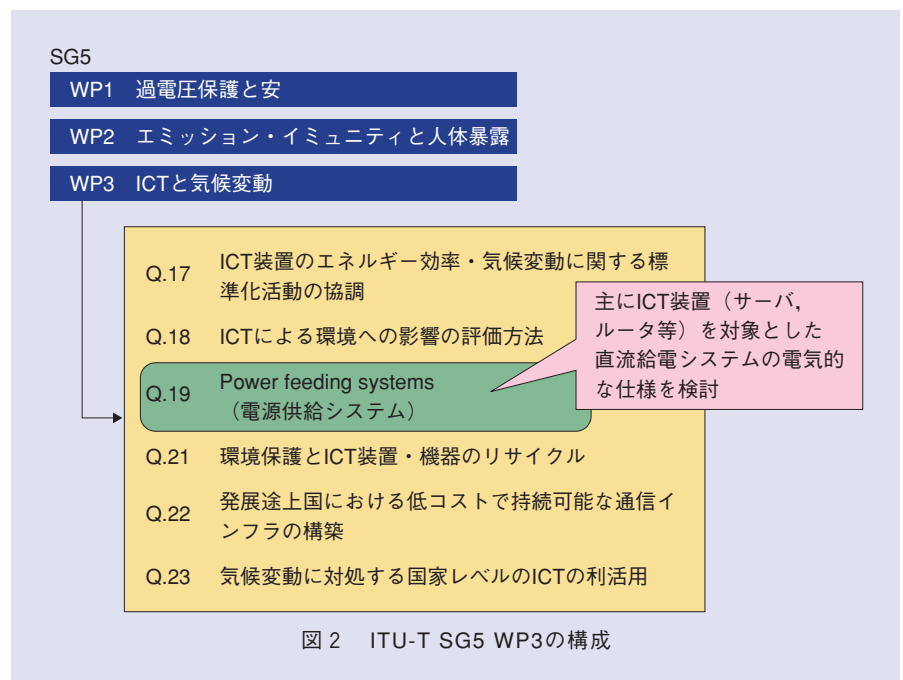


図2 ITU-T SG5 WP3の構成

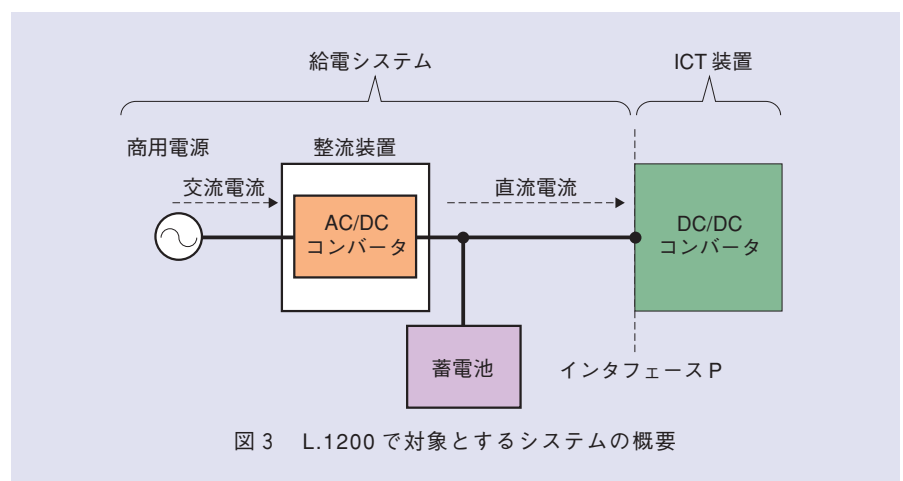


図3 L.1200で対象とするシステムの概要

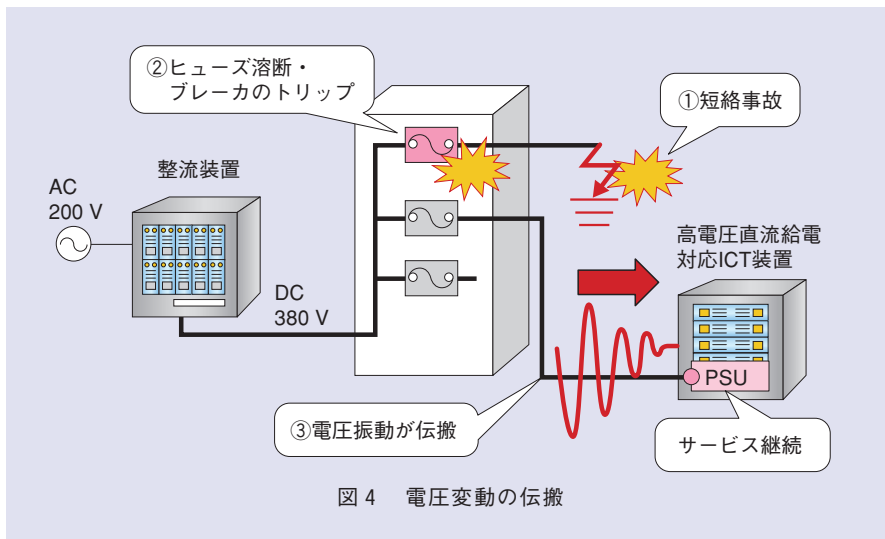


図4 電圧変動の伝搬

基準に、規定の電圧変動、電圧降下などの試験を行います。

(3) 接地・絶縁について

本規定では、ICT装置を利用するエンジニアのみならず、設備管理者の安全性も考慮し、高抵抗を用いた接地方式を採用しています。この接地方式の概要を図5に示します。地絡、漏電の際には、高抵抗を介することにより電流が抑制されるため、万が一、人体が触れた場合にも安全に支障のない微弱電流しか流れない仕組みになっています。またICT装置電源は、図6のように必ず絶縁コンバータを利用することを求めており、1次側（直流給電側）と2次側（例：マザーボード接続側）を分離し、感電の危険から確実に保護する構成としています。

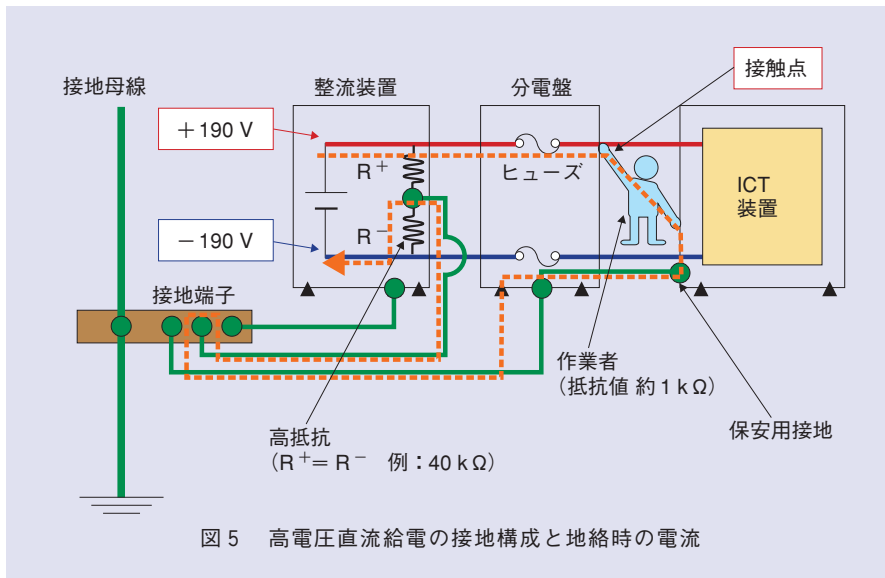


図5 高電圧直流給電の接地構成と地絡時の電流

今後の展望

高電圧直流給電技術は、電力変換による損失が原理的に少ないため、ICT装置・設備の消費電力を削減するうえで大変有望な技術です。また、太陽光発電や、電気自動車、燃料電池など、直流出力の電源との親和性が良いことも特徴であり、幅広い応用が期待されています。NTTグループでは、今後も直流給電技術の普及および技術の発展を目指して、国際標準化を進めます。

参考文献

(1) H. Ikebe: "Power Systems for Telecommunications in the IT Age," Proc. of IEEE INTELEC'03, pp.1-8, Oct. 2003.

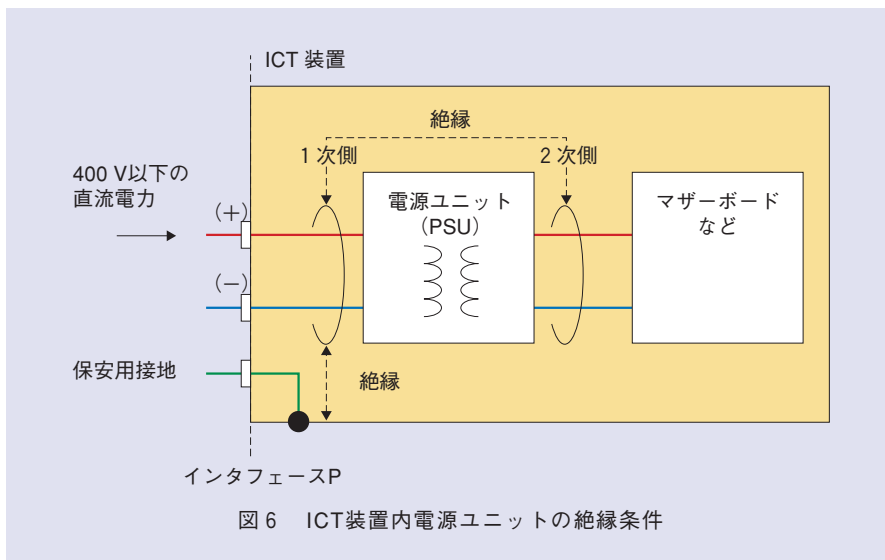


図6 ICT装置内電源ユニットの絶縁条件