高電圧直流給電システム導入拡大に向けた取り組み

山下 暢彦（やました のぶひこ）/田中 徹（たなか とおる）/加藤 潤（かとう じゅん）
櫻井 敦（さくらい あつし）/岩戸 健（いわと たけし）/新宅 幹雄（しんたく みきお）
高橋 晶子（たかはし あきこ）/浅木森 孔貴（あさきもり こうき）/花岡 直樹（はなおか なおき）
松盛 裕明（まつもり ひろあき）
NTT環境エネルギー研究所

通信ビル・データセンタにおける給電システムは，省エネ化・低コスト化が期待できる直流380 Vとする高電圧直流（HVDC）給電システムが注目されており，実導入段階にきています．本稿では，HVDC給電システムの導入状況と標準化の取り組み，さらなる普及推進のためNTTグループで策定したテクニカルリクワイヤメントと給電系ガイドラインについて紹介します．

高電圧直流給電システム

NTTグループでは，通信ビル・データセンタの電力消費量の増大に伴いさまざまな省エネ化施策に取り組んでいます．この中で，電力システムの省エネ化施策として，NTT環境エネルギー研究所はNTTグループ各社と連携し直流380 VでICT装置に電力を供給する高電圧直流*（HVDC）給電システムを，世界に先駆けて開発し現在は導入段階に移りつつあります．

HVDC給電システムは，商用の交流200 Vを直流380 Vに変換し，蓄電池に充電しつつICT装置に電力を供給します[(1)]．商用が停止した場合には蓄電池から直接ICT装置に電力を供給することで，上位のエンジン発電機の起動時間や駆けつけによる対処時間中のバックアップとして機能します．HVDC給電システムと従来の交流給電システム・48 V直流給電システムとの比較を**図1**に示します．交流給電システムは主にデータセンタで導入されていますが，変換段数が多いことから電力損失が大きいこと，蓄電池からICT装置

＊ 高電圧直流：ICT分野において，直流の給電電圧は，電気通信用として世界的に直流−48 Vが使用されています．これに対して，直流300〜400 V程度の高い電圧範囲を高電圧直流と呼んでいます．

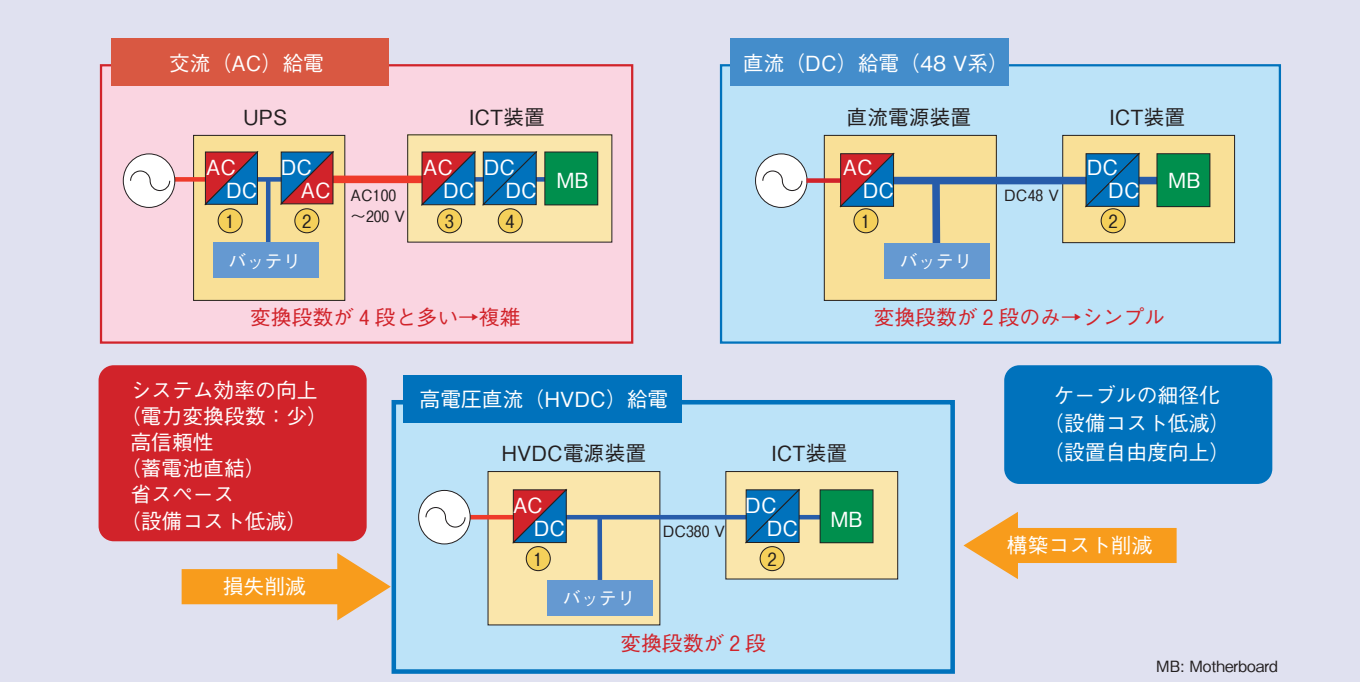

図1　高電圧直流（HVDC）給電システム

間には直流から交流に変換する変換器が必要となるため，信頼性を確保する対策を要するなどの課題があります．

一方，48 V直流給電システムは，通信ビルで導入されており，シンプルな構成のため極めて高い信頼性を維持しています．しかし近年，ICT装置の電力消費の増加に伴い電流が増加するため，ケーブルが太くなる傾向にあり，ケーブル敷設の施工性やICT装置の設置自由度に課題が出てきています．これに対してHVDC給電システムは，48 V直流給電システムと同様のシンプルな構成のため，極めて信頼性が高く，変換段数も少ないことから電力ロスも低減でき，また電圧を高くするため電流が減り，ケーブルの細径化が可能です．

これまで，NTT環境エネルギー研究所はHVDC給電システムの全体構成を整理するとともに，NTTグループと連携し各種給電装置類（整流装置，電流分配装置，コンセントなど）を開発し，販売しています．特に，安全性に配慮し，感電のリスクを回避するため露出のないコネクタやコンセントを開発するとともに，接地方式を工夫し，万が一感電しても人体に流れる電流を抑制するなどの対策を行ってきました．また，電気的安定性を確保するために，ICT装置で短絡等の事故が生じ，ヒューズなどの遮断器が開放する際の電圧変動がほかのICT装置に影響を及ぼさないよう，電圧変動を抑制した新たなヒューズや電流分配装置を開発しました．開発した給電装置類や接地方式を**図 2** に示します．

国際標準化

HVDC給電システムを普及推進するためには国際標準化が必要であり，NTT環境エネルギー研究所は国際電気通信連合電気通信標準化部門（ITU-T）において積極的に標準化策定にかかわり，ICT装置の入力点に対する要求条件（L.1200）や給電システム構成への要求要件（L.1201）の制定に貢献してきました[(2), (3)]．これら

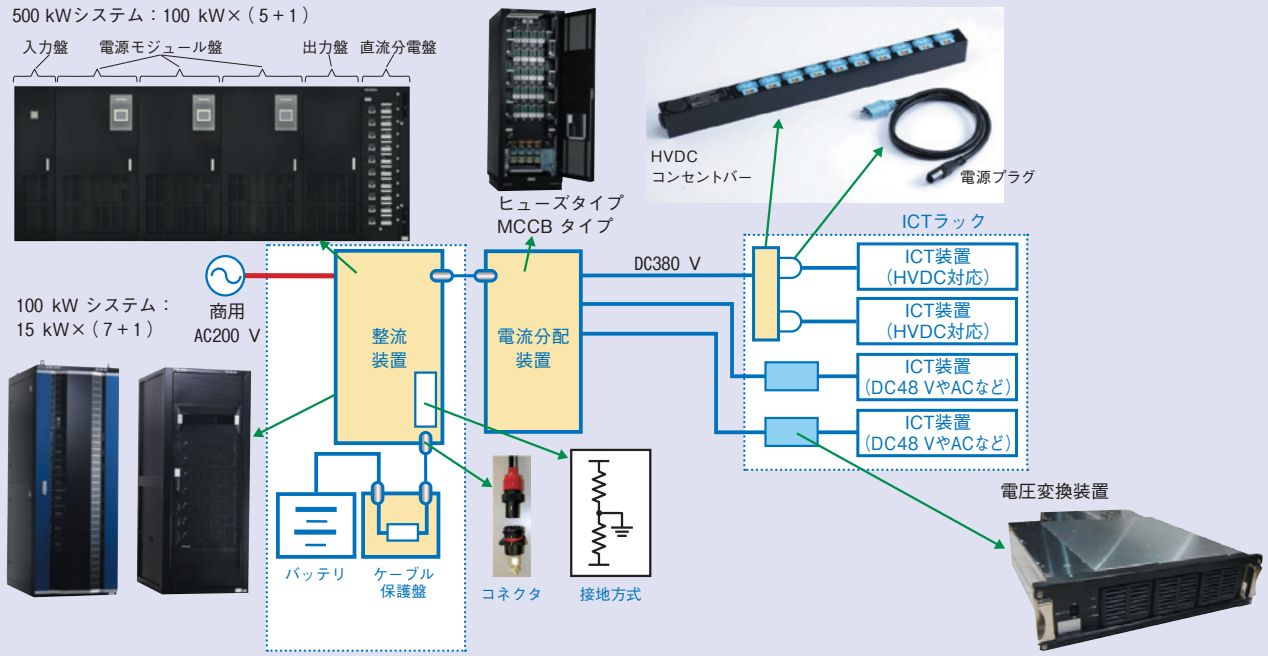

図 2　HVDC構成製品のラインアップ

の国際標準の制定をトリガに各国でHVDC給電システムの導入が進むとともに，HVDC対応ICT装置のラインアップが増えてきました．

NTTグループへの導入

NTTグループのHVDC給電システムの導入では，研究所へのトライアルをはじめとして，NTTファシリティーズの電力監視システムに実導入を果たすとともに，最近ではNTTコミュニケーションズの大規模システムへの導入を完了しました．この大規模システムは500 kWシステムを8システム導入し，全体で約4 MWと非常に大きなシステムであり，導入コストの低減や電気料金の削減に貢献しています．

今後NTTグループがHVDC給電システムをさらに普及推進していくにはHVDC対応ICT装置のラインアップ拡充とさらなるシステムコストの低減が必要です．NTT環境エネルギー研究所では，NTTグループがHVDC対応ICT装置を調達していく際の技術資料として，テクニカルリクワイヤメント（TR）の制定と給電システムの開発・調達・設計・施工において考慮すべきインタフェース条件や機能条件などの指針である給電系ガイドライン（GL）を策定しました．TRの制定によりNTTグループは広くHVDC対応ICT装置を調達する意志があることを世界にアピールすることができ，ICTベンダの開発・製品化を後押しすることができます．またGLの制定により，給電システムの設計要綱などのマニュアルに反映することができるため，標準的な設計や施工の確立によりさらなる構築のコスト低減が可能となります．

■TRの規定項目

TRはICT装置の入力部に対する要求条件であり，国際標準との整合を図るため，ITU-T L.1200をベースとして電圧範囲や異常電圧時の動作条件など基本的な条件を盛り込みました[(4)]．規定範囲を**図3**に，主な規定項目を**図4**に示します．ここで，NTTグループが事業運営していくにあたって，必

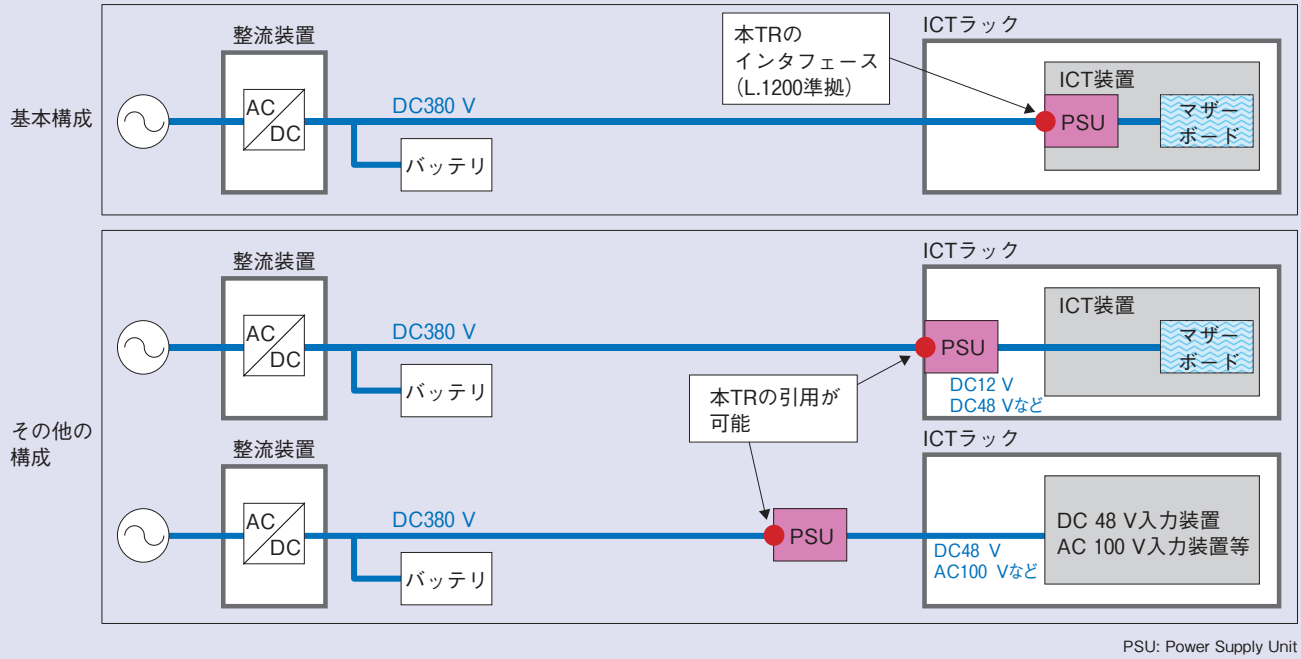

図3　TRの規定範囲

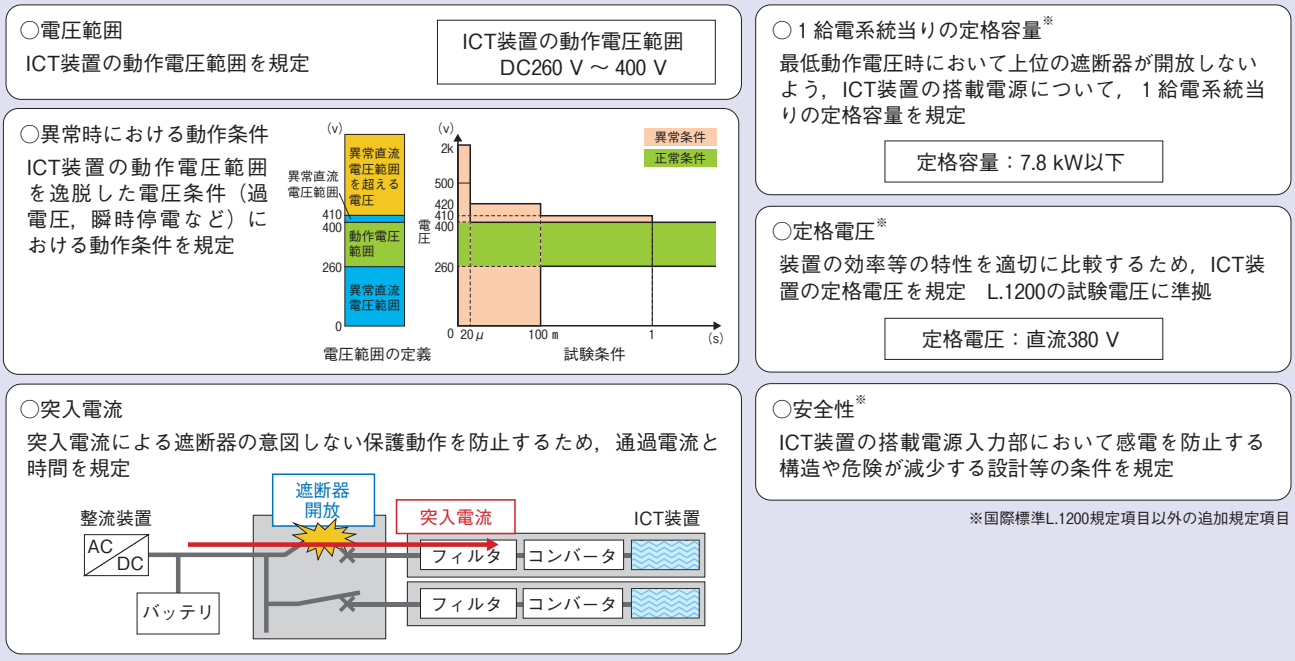

図４　TRの主な規定項目

要な項目について検討を進めました．安全性や電気的安定性の観点を重視し，感電リスクを低減するためICT装置停止時における蓄積エネルギーのレベルや定格電圧や最大定格容量等の規定を設けました．また，これまで48 V直流給電システムで規定されていた，発振条件や突入電流の詳細条件などについてリスク評価を実施し，HVDC給電システムではリスクが小さいことを明らかとしました．本TRにより，ICTベンダはHVDC対応ICT装置の開発・販売がしやすくなり，NTTグループは広くHVDC対応ICT装置を調達することが可能となります．TRの発行を契機にHVDC給電システムを2016年から本格導入するニュースリリースを発出しました[5]．

■GLの規定項目

GLは給電システム全体の要求条件であり，NTTグループが事業運営するにあたって安全かつ信頼性を確保しHVDCシステムを導入・運営するための規定を盛り込みました．HVDC給電系GLの規定範囲と主な項目を**図５**に示します．すでに48 V系の給電系ガイドラインは発行されていますが，HVDC給電システムでは，普及拡大を特に意識し，安全性を確保しつつ従来の規定が緩和可能か検討を進めました．例えば，48 V系では整流装置が設置しているフロアから別のフロアに設置されているICT装置に電力を供給する異フロア給電はノイズや迷走電流，直撃雷による過電圧等のリスクのため禁止されていました．HVDC給電システムでは，接地方式が異なり，ノイズと迷走電流に対するリスクは低減できるため，直撃雷によるリスクを低減する対策について検討を進めました．NTT環境エネルギー研究所とNTTファシリティーズでは，サージ防護デバイス（SPD）を開発し，過電圧の抑制効果を明らかにするとともに，SPDの設置条件を整理しました．これにより，異フロア給電が可能となる指標を示すことができました．また，遮断器開放時における過渡電圧が他の

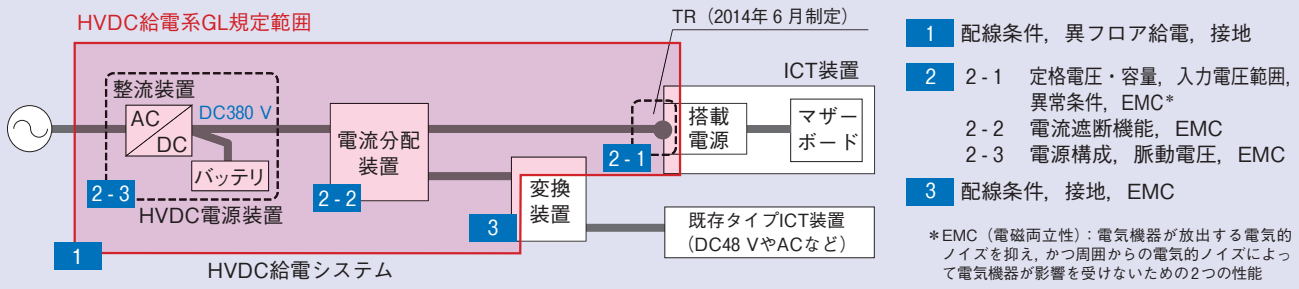

図5　HVDC給電系GLの規定範囲と主な規定項目

ICT装置に及ぼす影響についても評価し，詳細なモデルにて実験・シミュレーションを行いました．NTT環境エネルギー研究所が開発したヒューズおよび電流分配装置により，過渡電圧はITU-T L.1200の動作電圧範囲に収まることを明らかとし，安定した運用が可能であることを確認しました．

今後の展開

前述したTR，GLにより，NTTグループは本格的な導入体制を整えることができ，導入戦略を立案しました．2016年度から本格導入を開始し，2030年までにはHVDC給電システムを基本システムとすることを目指していきます．高効率・高信頼・低コストなHVDC給電システムの普及により，電気料金の削減と導入コストの低減が期待できます．

今後，ICT装置ベンダなどのステークホルダへの働きかけを強めることで，HVDC対応ICT装置のラインアップを拡充していくとともに，給電システム全体のコスト低減をさらに進め，HVDC給電システムの導入を加速させていきます．

これにより，情報通信分野のさらなる省エネルギー化を推進していきます．

■参考文献

(1) T. Babasaki, T. Tanaka, Y. Nozaki, T. Tanaka, T. Aoki, and F. Kurokawa: “Developing of higher voltage direct-current power-feeding prototype system,” INTELEC2009, pp.1-5, 2009.
(2) ITU-T L.1200: “Direct current power feeding interface up to 400 V at the input to telecommunication and ICT equipment,” 2012.
(3) ITU-T L.1201: “Architecture of power feeding systems of up to 400,” 2014.
(4) http://www.ntt.co.jp/ontime/img/pdf/tr176002ed1_j.pdf
(5) http://www.ntt.co.jp/news2014/1408/140804a.html

（後列左から）櫻井　敦／浅木森　孔貴／
高橋　晶子／花岡　直樹／
松盛　裕明／加藤　潤（右上）
（前列左から）岩戸　健／山下　暢彦／
田中　徹／新宅　幹雄

HVDC給電システムの普及を推進し，NTTグループの省エネ化に貢献するとともに，世界に広げていきます．また，さらなる給電システムの省エネ・低コスト化となる給電トポロジの研究開発を加速していきます．

◆問い合わせ先
NTT環境エネルギー研究所
エネルギーシステムプロジェクト
エネルギー供給方式グループ
TEL　0422-59-3887
FAX　0422-59-3314
E-mail　tanaka.toru@lab.ntt.co.jp