

# ICT インフラへの DC 適用事例

## Data center application example to ICT infrastructure

村 文夫\*

### 1. 北海道全域を襲ったブラックアウト

昨年9月6日、北海道胆振東部地区でマグニチュード6.7の地震が発生した。

その影響で道内のほぼ全域がブラックアウトとなった。

北海道内は鉄道などの交通機関が停止、企業・工場・家庭における電気のライフラインが機能しなくなった。

釧路にはメガソーラー7000戸分があったが出力は停止、設備の問題はなかったが送電は再開されなかった。

北海道には風力発電設備が国内の1割も集まり、太陽光と風力発電の合計電力は160万kWある。

それらをフル稼働すれば道内の半分の電力を賄える電力量である。

しかし、地震後安全装置が働き、太陽光と風力の送電を停止せざるを得なかった。

なぜなら、再生可能エネルギーは天候などで不安定なため、再びブラックアウトする可能性があったからだ。

日本の電力品質は世界的にもかなり信頼性が高く日頃安定供給がなされているため、北海道のブラックアウトはとても衝撃的な出来事であった。

データセンターもその影響を受けた。社会を支えているITインフラの重要設備であり、電力は停止できない。

北海道に大規模に構えているさくらインターネットの石狩データセンターでは、電力供給が遮断されたため、非常用発電機で運用を余儀なくされた。停電復旧するまでは非常用発電機の備蓄燃料だけが頼りであった。

### 2. 直流給電を採用するさくらインターネットの石狩データセンター

さくらインターネットは、2011年に北海道石狩市にデータセンターを開設した。

北海道という寒冷地に構えることで冷たい空気をデータセンターに取り入れる外気空調方式を採用、データセンターで最も電気代のかかる空調コストを改善されている。この当時からPUE<sub>※1</sub>は1.1台を達成している。

2013年には電力効率の改善を主目的として電源設備の一部に高電圧直流給電方式を採用された。(図1)

停電時、一般的なデータセンターの電源は、非常用発電機が動作するまでの間を交流UPSのバッテリーで運用する。

バッテリーは直流電力のため、交流電力をいったん直流電力に変換したのち、もう一度交流電力に変換している。

また、UPSは並列運転する事でノンストップ保守を実現しているが、機器の同期をとり、高速に切



図1 石狩データセンターの直流給電システム

\*NTT データ先端技術株式会社



図2 さくら石狩太陽光発電所：200kW

り替える必要がある。そのためノンストップ運用のデータセンタの電源としてはその複雑な仕組みが故障ポイントになり得るのだ。

高電圧直流給電システムは、AC/DC、DC/ACの変換段数を少なくし、シンプルにすることで高効率・高信頼性の電源を構成している。

また、サーバから電源を排除してサーバラックに電源をまとめる集中電源方式を採用する事でトータルの電力効率と総合的な信頼性・保守性の向上を実現している。

### 3. 太陽光を直流のまま無制御でダイレクト接続

2015年には太陽光200kWが設置された。

この太陽光システムを直流給電システムの電源としてダイレクトに直流サーバシステムに接続、実サービスとして現在も使用されている。(図2)

太陽光の発電電力は直流で出力される。

一般的にはパワーコンディショナーによって太陽光の直流電力を交流電力に変換してその後交流グリッドに系統連携し、電力会社に売電する。(図3上)

しかし、さくらインターネットの太陽光発電所は電力会社への系統には連携せず、データセンター内で自ら発電したエネルギーを優先して使用する独立型再生エネルギーを優先するシステムとなっており、足りない分の電力を電力会社から購入するため、とても合理的な電源システムを実現している。(図3下)

この直流太陽光システムは、高い電圧から低い電圧に単純に電流が流れるだけのシンプルな仕組みである。

交流電力のような切り替え制御をしなくても無制御で構成できている。

例えば、晴れているときは太陽光の電圧が一番高いため、太陽光から電流が流れる。

天候が悪くなり暗くなれば太陽光の電圧は下がるため、次に高い電圧は系統電力となりそれを直流に変換した電圧から電流が流れることになる。

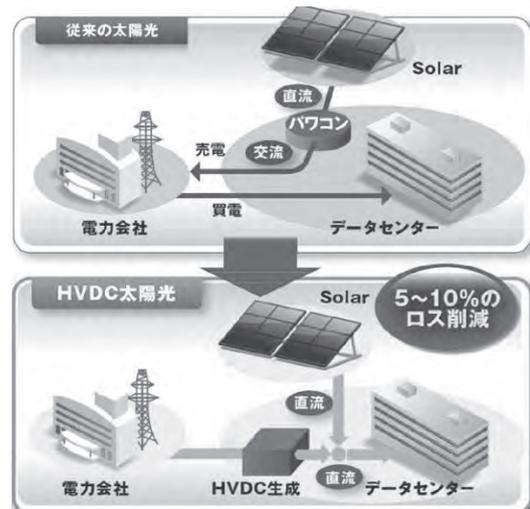


図3 従来の太陽光システムと(上図)直流太陽光システム(下図)

系統が停電した場合、次に高い電圧はバッテリー電圧のためバッテリーから電流が流れることになる。(図4)

直流は、高い電圧から低い電圧に川の流れるように電流が流れる。本システムはこれらの直流の特性を最大限に生かしているため、シンプルな構成であり、無制御で高効率・高信頼性のエネルギー供給システムを実現している。

### 4. ブラックアウト時も動き続けた直流給電システム

ブラックアウト発生時、さくらインターネットは非常用発電機の燃料のみで運用を余儀なくされた。

彼らは緊急対応を早急に行い、地域の協力と社員の対応により停電復旧までの間を乗りきることが出来た。

一方、直流システムについては、太陽光発電を自前の電力設備として有しており、発生した直流の電力を電力会社と系統連携をせずに直流のままダイレクトに接続している。そのため、ブラックアウト時においても太陽光の電力をダイレクトに負荷供給し

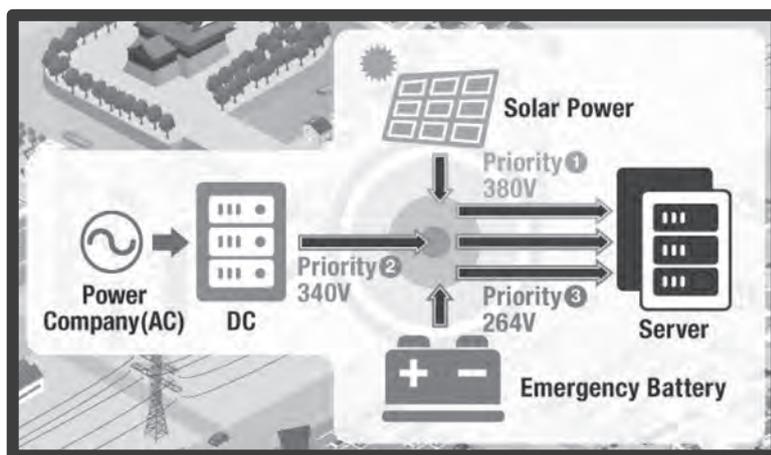


図4 単純な直流接続で高い電圧から低い電圧に流れる無制御システム

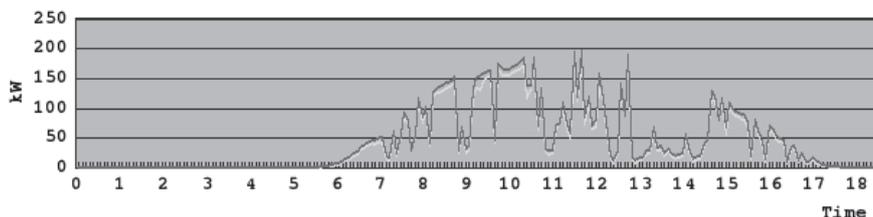


図5 地震発生日 2018年9月6日の石狩太陽光発電所の状況

ているため、燃料の消費を抑えることが出来た。(図5)

燃料消費を抑えていたのは昼間の太陽光発電の時間帯に限られていたとはいえ、このシステムの特徴が最大限に生かされた出来事であった。

### 5. 自然エネルギーが1番に優先されるシステム

昨年10月、九州地区においても「出力抑制」のため再生可能エネルギーの発電を停止した。

安定した化石燃料を優先して、不安定な自然エネルギーを停止せざるを得なかったわけである。

本来、地球温暖化やエネルギー問題を考えると自然エネルギーを第1優先とすることが理想的であるが、現状の電力設備では自然エネルギーを止めざるを得ない状況である。

直流給電システムの場合は、自然エネルギー電圧を1番高くしておけば、自然エネルギーが第1に使用される事になり、足りない分について化石燃料を使用することになる。

今後、様々な自然エネルギーを利用した製品が開発されて有力なエネルギー源が登場するであろう。

技術革新と企業努力によって性能が向上して電力効率が上がり、安価になればなるほど化石燃料の消費が抑えられることになる。直流で接続することによって、技術進歩やコストダウンなどメーカーの企業

努力が比例して自然と地球環境改善に貢献できることとなるのである。とても健全で合理的なシステムである。

### 6. 直流普及のポイント

家庭内にはUSBで動作する直流機器が増えている。バッテリーについても様々な用途で開発、市場投入され実用化が進んでいる。LEDも直流であるため、AC/DC変換を削除することは容易である。EVによる電力双方向融通も始まり、ドローンもバッテリー搭載機器であり、直流の充電ステーションが必要となる。

今後の期待されている省エネ機器の電圧はほとんどが直流であり、今では交流で動作する機器を探す方が難しい。

エジソンが直流送電を進めた1880年代は直流負荷が少なかったが100年以上経過した現在のデジタル社会においては直流機器がかなり揃ってきている。

データセンタにおいては、Facebookが推奨するOCP (Open Compute Project) が直流のIT機器を使用している。

このプロジェクトはFacebookなどが大量に使用するデータセンタのシステムをオープン化して全世界に利用を推奨している。

OCP サーバについては、直流の 12V もしくは 48V で動作する機器を台湾ベンダーが製品化している。

大量購入によって安価になり、ケーブルレスとフロントアクセスによって信頼性や保守性にも優れた仕組みである。

交流電力は位相や周波数があるため、並列運転するにはお互いの同期をとるなど複雑な制御が必要となる。

それはノンストップで信頼性を求められるデータセンタにおいては大きなトラブル要素になっている。

一方、直流給電は電源をユニット化して  $n + 1$  の冗長運転が容易に構成できるため、ユニット故障時においてシステムをノンストップで保守交換する事が簡単にでき、シンプルで安定したシステムを運用することができる。

Facebook 以外にも Google, Microsoft, Amazon などの GAFA や OTT ベンダー、大手通信会社までが採用を進めている。2019 年 3 月に開催された OCP Global Summit には世界 42 か国から 3,600 人のエンジニアが参加した。

今後の OCP の普及が本格的になる事を期待したい。

しかし現状の電気製品全般においては、交流電力で動作する機器が定着している中で、まだまだ、直流の機器は選択肢としては少ない。

今後、直流が普及するためには、直流機器同士の接続が求められ、いかに直流機器の種類を増やすことで競争力あるシステムの設計に違和感なくユーザーチョイスがなされるようになるかにかかっている。

直流の方が交流と比べてシンプルな構成であるため、部品点数も少なく、普及すれば間違いなく安くなるはずであるが、現在はその生みの苦しみの状況である。

## 7. データセンタをエネルギー核とした直流マイクログリッド

昨年のブラックアウトの出来事をきっかけに分散電源の必要性が様々なところで活発に議論されるようになり、VPP・電力融通・エネルギーの自己消費（地産地消）・IT との融合など新たな産業への期待も高まってきた。

日本は昨年だけでも台風や地震の被害が多くあった。地球温暖化の影響なども考えると今後も被害が

予想される。

地域分散の独立系電力システムのように電力送電網を負荷の近くに置くようなことをいよいよ本格的に構築していく必要があるそうである。災害時の被害は完全には避けられない。被害があったのちにすぐに復旧できる電力網の整備が必要である。

また、我が国はこれから少子高齢化問題に直面する。間違いなく人手不足が加速する上で電力設備の維持管理や採算性を考えても地域分散電源は有効ではないだろうか。

特にデータセンタは数十メガワット～数百メガワットと莫大な電力を消費するため、世界各国で送電網が問題となりつつあり、データセンタの建設に対しても慎重な対応が求められてきている。

今年 11 月、再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度が終了する。2009 年の制度開始時から太陽光発電の余剰電力を売電してきた世帯の契約が切れるため、いよいよ自己消費型のエネルギー利用の需要が高まることとなる。

それは、地域でエネルギーを生み出して地域で消費する時代を迎えようとしているのである。

自動運転や医療データなどの個人データの活用やセンサーネットワークによる IoT データ、5G や 6G のような超高速大容量、高信頼性、低遅延の移動通信システムが実現し、セキュアで地域性を生かしたビジネス展開が我々の目の前にまで来ている。

このような状況で電力インフラを考えていくと、データセンタのような数十メガワット級の電力を安定供給していて、余剰電力が必要な重要設備はエネルギー基地として最適であると考えられる。

さらにこれらを直流電力でシンプルな構成をすることによって、電力会社の電力網が仮に打撃を受けたとしてもある程度は電力を自立供給でき、自然エネルギーを優先供給できる。

また、いざというときに役に立たない複雑なシステムとは違い、高品質な電源構成となるため、エネルギー基地としての強固な電力設備となる。これらの電力の一部を仮に地域に供給（電力融通）することが可能となれば、「データセンタを核とした直流マイクログリッド」が可能となる。

そろそろ、AC 変換をせずに直立交渉することが可能な設備から実行を考えるべきである。

今後、エネルギーもデータも地域性を生かし、地域サービスの向上と産業の活性化を考えた時、シンプルで信頼性が高く、災害に強い、省エネ型の直流マイクログリッドが大いに期待できるのではないだ

ろうか。

※1 PUE (Power Usage Effectiveness) とは, データセンターの省エネ指標.

「PUE = データセンター全消費電力量 ÷ IT 機器による消費電力量」にて算出, 主役の IT 機器以外の電力 (空調や電源など) を削減していき, 1.0 に近いほど効率が良い.

#### 著者略歴



村 文夫 (ムラ フミオ)

Fumio Mura

2009年8月より現職, NTT データ先端技術株式会社に入社, データセンターの直流給電システムの開発業務・市場開拓業務・営業業務に携わる. 現在, 基盤ソリューション本部にて営業推進, ファシリティ事業部においてコンサルタントとして従事.