

「国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業
/米国におけるデータセンターに関する HVDC(高電圧直流)
給電システム等実証事業」

事業原簿

担当部	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部・国際部
-----	--

—目次—

本紙	I-3
用語集	I-8

本 紙

最終更新日	平成 29 年 9 月 5 日
-------	-----------------

事業名	国際エネルギー消費効率化等技術・システム実証事業		
実証テーマ名	米国におけるデータセンターに関する HVDC(高電圧直流)給電システム等実証事業	プロジェクト番号	P93050
担当推進部／PM、PT メンバー	(PM): 省エネルギー部 濱口和子(平成 28 年 11 月～平成 29 年 9 月現在) 米津康紀(平成 26 年 8 月～平成 28 年 10 月) (SPM): 国際部 川岡浩(H29 年 4 月～平成 29 年 9 月現在) 石川哲(H27 年 1 月～H29 年 3 月) 安永良(~H26 年 12 月) (PT メンバー): 省エネルギー部 沼田光紗、国際部 矢島宏樹		

1. 事業の概要

(1) 概要	ICT の普及拡大やトラフィックの急増、クラウド化の進展によりデータセンターの需要は加速度的に高まっている。データセンターは、コンピュータなどの ICT 機器から空調などの設備までを含め非常に多くの電力を消費する施設のため、その省エネルギー化が世界的な課題となっている。データセンターの省エネルギー化の革新的手法である高電圧直流(HVDC)給電システムをテキサス大学オースティン校で実証する。 HVDC 給電システムは、380V という高電圧を直流で給電する仕組みで、交流と直流を変換する段数を減らして変換ロスを削減するほか、信頼性向上のメリットも得られる。本実証では、リチウムイオン蓄電池を備えた HVDC 給電システムに、商用電源と太陽光発電を組み合わせて、データセンターの新しい給電システムを構築し、省エネルギー性能を評価し、交流給電システムに対する優位性を示す。 世界のデータセンター市場では、インドや中国などアジア圏や中東・アフリカ圏の成長率が高いが、依然として北米が最大の市場規模となっている。米国において日本が優位性を持つ HVDC 給電技術の実証を行い、その有効性を示すことで、米国、更には世界中への普及拡大を図る。					
(2) 目標	ICT 分野において最大の市場を有する米国のデータセンターにおいて、大容量(500kW 級)の HVDC 給電システムを構築し、太陽光発電と組み合わせることで、省エネルギー・代エネルギー効果を示す。また、実証事業サイトを活用して、日本が優位性を持つ HVDC 給電技術の普及拡大を図ることを目的とする。 HVDC 給電技術の普及拡大に向けては、データセンターの効率の定量的評価体系の一つである DPPE(Data center Performance Per Energy)の評価基準に従った測定により、HVDC 給電システムの省エネルギー性能を評価し、交流給電システムに対する優位性を示す。また、再生可能エネルギーである太陽光発電システムとの連系を行い、太陽光発電システムの発電電力の時間変動に合わせて HVDC 電源装置の運転制御を活用することによる省エネルギー効果を実証する。併せて、HVDC 給電システムの導入・運用に係る安全性、信頼性、有効性の検証を行う。更に、普及拡大に向け、実証結果を通じて国際標準化の推進に寄与する。					
(3) 内容・計画	主な実施事項	H27fy	H28fy			
	① 基本設計・詳細設計	↔				
	② 工事・検査	↔				
	③ 試運転		↔			

	④ 実証・評価		←→				
	⑤ 普及活動		←→				
(4) 予算 (単位:百万円)	会計・勘定	H25fy	H26fy				総額
	特別会計(需給)	888	731				1,619
	総予算額	888	731				1,619
(5) 実施体制	MOU 締結先	The Office of the Texas Secretary of State					
	委託先	株式会社 NTT ファシリティーズ					
	実施サイト	The University of Texas at Austin					

2. 事業の成果

本事業では、大容量の HVDC 給電システムを構築するとともに、社会的に求められている再生可能エネルギーである太陽光発電システムとの連系を行い、システムとして省エネルギー性を有することを実証した。

1. システム構成

・電源設備は、300kW HVDC 給電システム、200kW 太陽光発電システム、バックアップ用リチウムイオン電池で構成される。負荷設備である、HVDC 対応のスーパーコンピュータ、ブレードサーバー、空調装置、LED 照明に給電する。スーパーコンピュータはテキサス大学が大規模演算で使用し、ブレードサーバーは本実証システムの監視システムに利用する。

2. 省エネ、代エネ効果

・本実証システムの省エネ・代エネ効果を、一般のデータセンターで広く使用されている UPS を使った交流給電システムと比較する。比較モデルの電源構成は HVDC システムと同等の信頼性である Tier IV 相当の構成とする。

モジュール仕様比較

	HVDC	UPS
定格入力電圧	AC200V	AC200V
モジュール容量	100kW	100kVA
最高効率	97%	93%
モジュール数量	3+1	3+3

・HVDC システムを導入し、2016 年 9 月から 12 月まで実証試験を実施した。この間の消費電力量を、UPS を用いた交流給電システムと比較した結果をまとめると下記となる。

HVDC 給電システム導入効果算出結果

項目	算出式	結果
省エネ・代エネ効果 [kWh]	UPS 商用消費電力量 - HVDC 商用消費電力量 + PV 発電電力量	92,767
省エネ・代エネ効果 [%]	$\frac{\text{省エネ・代エネ効果 [kWh]}}{\text{UPS 総消費電力}} \times 100$	17.0
省エネ・代エネ効果 [TJ]	省エネ・代エネ効果 [kWh] $\times 11.08$ [MJ/kWh] $\div 10^6$	1.03

温室効果ガス削減効果[t-CO ₂]	省エネ・代エネ効果[TJ] × 20[t-CO ₂ /TJ] × 0.99 × $\frac{44}{12}$ [CO ₂ /CO]	74.8
原油削減効果[k]	省エネ・代エネ効果[TJ] ÷ 38.2[GJ/kL] × 1000	2.7
電気料金削減効果[千円]	省エネ・代エネ効果[kW] × 7.8[円/kW]	724

3. DPPE での評価

- ・ DPPE で定義される 4 つの指標 PUE(Power Usage Effectiveness)、GEC(Green Energy Coefficient)、ITEU(IT Equipment Utilization)、ITEE(IT Equipment Energy Efficiency)を用いて、データセンター全体のエネルギー効率を次のように表すことができる。

$$\text{エネルギー効率} = \text{ITEU} \times \text{ITEE} \times (1/\text{PUE}) \times (1/(1-\text{GEC}))$$

ITEU と ITEE は HVDC 導入による変化がないため、PUE と GEC に今回の実証で測定した HVDC 給電システムの値と UPS を用いた交流給電システムの値を算出して比較すると、4.5%のエネルギー効率改善となる結果が得られた。

- ・ DPPE はデータセンターのコンピューティングサービス全体を表す総合指標となっているので、HVDC 給電システムはデータセンター全体のエネルギー向上に有効であることが実証された。

4. 動作安定性

- ・ HVDC 給電システムの給電安定性を給電モードが変化した時に過渡特性から評価した。PV 発電時に負荷を急激に減少させた負荷減少試験で定常で夏範囲を逸脱する現象が見られたが、過剰発電抑制制御とブレーク制御を追加することにより、すべての試験パターンにおいて定常電圧範囲内で稼働することが確認された。

5. その他の成果

- ・ 本事業をきっかけに ICT 機器ベンダとも接触し関係を構築。HVDC 給電による ICT 機器の HVDC 化のメリットについて認識を共有し、今後の協同体制を開始した。

・ ショールーム効果

- 1) 2015 年 11 月にオースティン市で開催されたスーパーコンピューティングの国際会議 SC15 で本事業を紹介。TACC バスツアーに参加した 1,000 人に本事業をアピールした。
- 2) 2016 年 10 月にオースティン市で開催された通信インフラ設備に関する学会 INTELEC 2016 Austin の際に、本実証サイトの見学コースを設定。通信事業者等から約 100 人が参加し、データセンターでの HVDC 給電システムを見学し、意見交換を行った。
- 3) テキサス大学オースティン校はデータセンター関係の見学者が多いので、実証事業終了後も HVDC 給電システムのショールームとしての効果が期待できる。

3. 実証成果の普及可能性

1. 普及戦略

今回の実証事業の成果を活かして、下記の戦略で普及を進める。

(1) テキサス大学の活用

実証を行ったテキサス大学 TACC に設置されているシステムを活用し、TACC を訪問する米国の研究機関や企業に対し、本システムの優位性をアピールする。また、本実証事業の結果を、学会や展示会で報告することにより、広く情報発信を進める。

(2) パートナー企業との連携

今回の実証で電源機器を利用した三菱電機等のメーカーと連携して米国での事業展開を進める。併せて、HVDC 給電システムの開発・導入を推進している米国の電源メーカーとの連携を推進する。また、今回スーパーコンピュータを利用した Hewlett Packard Enterprise 社、および HVDC 対応の ICT 機器を提供しているベンダと連携した普及活動を推進する。

(3) 規格標準化活動

国際標準化団体である IEC、ITU-T、IEEE の委員会で本実証事業の成果を報告することで、HVDC システムの標準化を推進する。併せて、EMerge Alliance、SCTE といった業界団体を活用し、HVDC 給電システムの導入を推進する。

2. ターゲット市場

本実証システムはデータセンター事業者及び通信事業者を主なターゲットとしている。米国のデータセンター用インフラ設備構築市場は、当面堅調に拡大することが期待される。本システムは省エネ、省スペースの点で優位なので、電気料金の高い地域、土地価格の高い地域で特に効果を発揮すると想定される。このため、東海岸エリア(New York, Boston, Philadelphia)、テキサスエリア(Dallas, Houston)、西海岸エリア(San Francisco, Los Angeles, San Jose)が有望なエリアと考えられる。

3. 普及に向けた課題

現状、電源システムとして、データセンター事業者は一般に交流システム、通信事業者や CATV 事業者は直流 48V システムを利用しているケースが多く、HVDC を実際に使用しているケースは極めて低い。このため、HVDC についての認知度が低く、そのメリットが理解されていない。従って、HVDC の普及展開のためには、市場に受け入れられること、理解されることが重要となる。上述した普及戦略に則り、HVDC のメリットを広く周知することで、普及を進めていく。

4. 省エネ効果・CO₂削減効果

	実証事業段階	普及段階 (2020)	普及段階 (2025)
(1)省エネ効果による原油削減効果	2.7kL/年	297kL/年	2,958kL/年
(2)代エネ効果による原油削減効果	- kL/年	- kL/年	- kL/年
(3)温室効果ガス排出削減効果	75t-CO ₂ /年	835t-CO ₂ /年	8,326t-CO ₂ /年
(4)我が国、対象国への便益	<p>・NEDO グリーン IT プロジェクトで実証し実用化に成功した日本の HVDC 給電システムを、省エネが世界的な課題となっているデータセンターに適用し、その省エネ性を実証することで、日本が優位性を持つ技術の普及拡大を図る。</p> <p>・米国は世界のデータセンター市場の 3 割を占めているが、その消費エネルギーの増大が課題となっており、省エネと再生可能エネルギーの活用が求められている。テキサス州オースティン市は、データセンター市場として米国内でも有</p>		

望視されており、テキサス大学オースティン校は省エネルギー施策に力を入れている。

・本実証事業をテキサス大学と協力して実施することにより、日本に優位性のある HVDC 給電システムの普及に繋がるとともに、米国で課題となっているデータセンターの省エネに貢献し、テキサス州へのデータセンター誘致にも良い影響を与えることが可能となる。

用語集

用語	意味
DPPE	Data center Performance Per Energy
EMerge Alliance	ビル内配電等の直流化を推進する北米の業界団体
GEC	Green Energy Coefficient
HVDC	High Voltage Direct Current 高電圧直流
IEC	International Electrotechnical Commission 国際電気標準化会議
IEEE	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
ITEE	IT Equipment Energy Efficiency
ITEU	IT Equipment Utilization
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication Standardization Sector 国際電気通信連合 電気通信標準化部門
LiB	Lithium Ion Battery リチウムイオン電池
PUE	Power Usage Efficiency
SCTE	Society of Cable Telecommunications Engineers