

海外調査報告：

INTELEC 2010に見る 情報通信エネルギー技術の動向

取締役 EHS&S 研究センター上級研究員 兼 通信エネルギー技術本部長
EHS&S 研究センター上級研究員 兼 エネルギー技術部担当部長

山下 隆 司
室山 誠 一



1. はじめに

国際電子通信エネルギー会議 (INTELEC) は、IEEE PELS (IEEE Power Electronics Society, 米国電気電子学会パワーエレクトロニクスソサイエティ) が運営する情報通信エネルギー技術を専門とする国際会議で、昨年開催された INTELEC 2010は第32回目にあたる。本会議では、情報通信エネルギーに関する最新の研究成果が議論されるとともに展示会も併設され、最新の電源機器や電源システムの展示が行われた。

本報告では、INTELEC 2010で発表された論文と展示会の情報を通して、情報通信エネルギー技術の最新技術動向を考察することとする。

2. INTELEC 2010の概要

INTELEC 2010は、2010年6月6日から10日までアメリカオランダ市で開催された。今回の開催時期は通例の秋ではなく、6月初旬に設定された。これは参加者のビジネススケジュールや学校の休みを考慮したということである。

本会議の参加者数を図1に示す。参加登録総数は事前登録数で15カ国、337人であった。例年の参加者数は500人を超えていることから、今回は参加者数からは少しさびしい大会であった。参加者の国別の内訳は地元アメリ

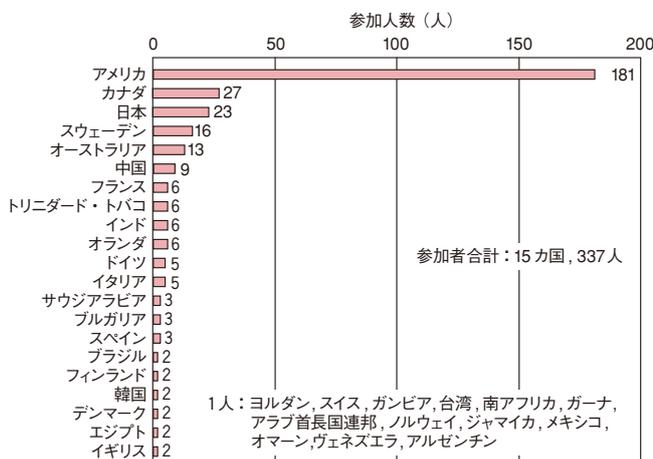


図1 INTELEC 2010の国別参加者数

カが半数を超える181人で、次いで、カナダ27人 (8%)、日本23人 (7%)、スウェーデン16人 (5%)、オーストラリア13人 (4%) の順であった。この他の国では、フランス、オランダなどヨーロッパ諸国とアジアの中国、インドなどが比較的まとまった参加者となっている。

図2に国別の発表論文数を示す。発表論文の総数は81件で、例年に比べかなり絞られた数になっている。事務局によれば、発表セッションの並列数を絞り、聞きたい講演のセッションに参加しやすくした、とのことであるが、これも参加者数の点からはマイナスの効果になっているように感じられる。国別の発表数では、多い順にアメリカ26件 (32%)、カナダ14件 (17%)、次いで日本が12件 (15%) であった。

図3に技術分野別の発表論文数を示す。コンバータ、インバータ、UPS等の電力変換装置・回路が例年通り最も多く26件 (32%) であった。次いで、再生可能エネルギー・スマートグリッド12件 (15%)、電池10件 (12%)、

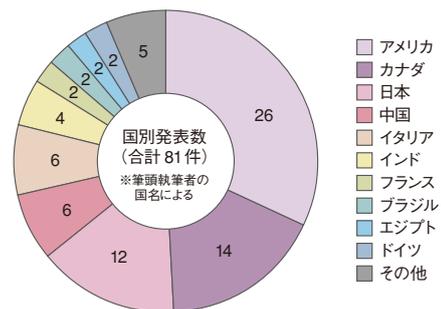


図2 INTELEC 2010における国別発表論文数

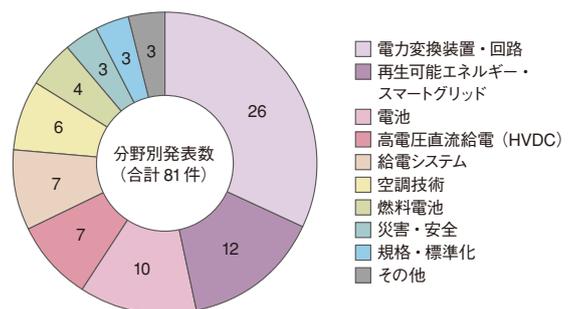


図3 INTELEC 2010における分野別発表論文数

高電圧直流給電 (HVDC) 7件 (9%) などである。今回の特徴として、高電圧直流給電 (HVDC) についてまとまった件数の発表があり、情報通信電源システムとしてますます重要な位置を国際学会でも確立してきたということが実感された。

3. 情報通信エネルギー技術の動向

主要技術テーマごとに発表論文と展示から技術動向を考察する。

3.1 高電圧直流給電 (HVDC)

今回の INTELEC 2010の最大のハイライトは、情報通信ビルやデータセンターにおける高信頼で高効率な給電システムとして、NTTグループが先導的に開発を進めている高電圧直流給電 (HVDC) である。本技術については、昨年の INTELEC 2009でも大きな注目を集めていたが、今回も発表セッションは非常に盛況であった。NTTおよびNTTファシリティーズから試作装置の特性や実証試験についての報告が3件、外部からはICT機器メーカーからの給電電圧提案や普及に向けた課題紹介など4件の論文が発表された。実装置の開発や実験検証結果の報告はNTTおよびNTTファシリティーズのみであり、システム開発についてはかなり先行していると思われる。

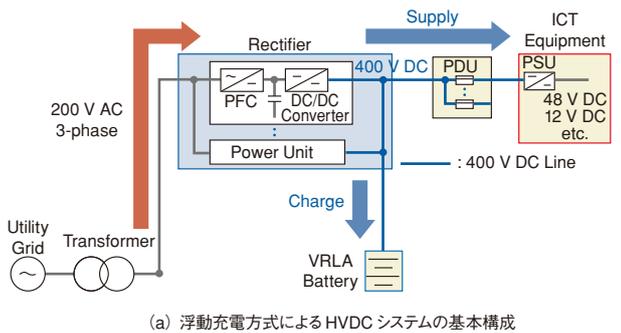
HVDCシステムの基本構成を図4 (a), (b) に示す¹⁾。図4 (a) は、比較的小規模のビルに適用される浮動充電方式の構成である。蓄電池は整流器により浮動充電され、交流入力が停電した場合などには蓄電池が放電

し、無停電でICT機器に給電する。一方、図4 (b) は蓄電池とICT機器の距離が離れた場所に設置されるなど比較的大規模ビルに適用される方式で、蓄電池は専用の充電器により充電され、蓄電池放電時には電圧補償器 (VC: Voltage Compensator) で蓄電池電圧の低下を電圧補償 (昇圧) しながらか給電する。

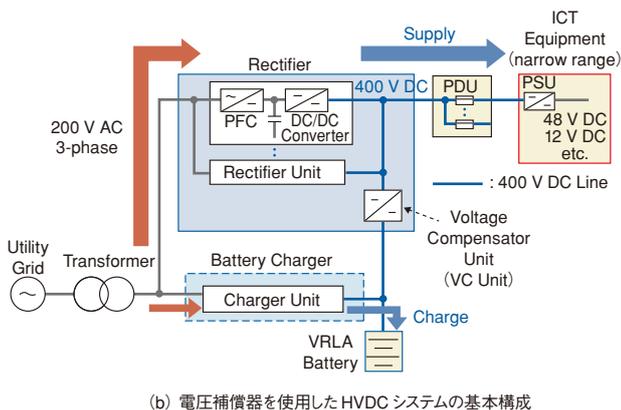
このHVDCシステムに適用される整流器、電圧補償器の試作結果が報告されている¹⁾。今回報告されたのは2次試作器で、1次試作よりも一層の小型化、安全性の確保、整流器ユニットの軽量化が図られている。試作された電源ラックの写真を図5に、主な仕様を表1に示す。19インチラックに整流器、電圧補償器を搭載し、出力容量は100kWである。1次試作器に比較し、最大で1/3の小型化を達成している。また、導電部の露出をなくすために大電流用のコネクタを開発し、採用している。さら



図5 高電圧直流給電 (HVDC) システム用電源ラック2次試作器の外観¹⁾



(a) 浮動充電方式によるHVDCシステムの基本構成



(b) 電圧補償器を使用したHVDCシステムの基本構成

図4 高電圧直流給電 (HVDC) システムの基本構成¹⁾

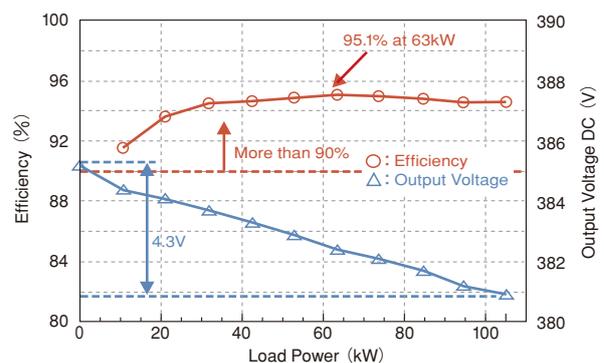


図6 高電圧直流給電 (HVDC) システムの特性¹⁾

表1 高電圧直流給電 (HVDC) システムの主な仕様¹⁾

	Item	Value	
Rectifier	Rated power	100kW	
	Size (Width, Depth, Height)	600,800,2,000mm	
	Number of Power Unit (N+1) (Included Charge Unit)	8	
	Number of VC Unit (N+1)	6	
	AC input voltage	210V ±30V	
	Regulation of output voltage	383V ± 1%	
Power Unit	Rated power	15kW	
	Size (Width, Depth, Height)	Type-A	480,586,130mm
		Type-B	480,542,130mm
	Weight	20kg	

に整流器ユニットの重量は20kg以下に抑え、ラックへの搭載や撤去の作業性を向上させている。効率特性は図6に示すように最大で95%を超え、負荷率が10%でも90%以上の高効率を確保している。

HVDCシステムについては装置開発と並行して実証試験が行われており、その結果が報告されている²⁾。まず、HVDCシステムの直流給電電圧として電圧階級区分、蓄電池個数、使用部品の電圧定格などから380Vを推奨することを述べている。この電圧で内外のICT機器に対して給電実験を行い、交流200V給電の場合と消費電力を比較した結果、直流380V給電の方が17%の消費電力低減が図られたとしている。

さらにNTT研究所からはHVDC用の分電盤についての報告があり³⁾、接地方式として両端高抵抗接地の採用、限流ヒューズによる短絡事故波及の防止などが実験データとともに説明された。

これらの発表からHVDCシステムの特長が明確になるとともに、システムの実用化に向け、開発が順調に進んでいることがわかる。

HVDCシステムについては、NTTおよびNTTファシリティーズによる展示が行われ、大きな関心を集めていた。NTTとNTTファシリティーズによる共同展示ブースの写真を図7に示す。電源ラック（タイプAおよびタイプB）、分電盤キャビネットおよび負荷装置を模擬した19インチラックが展示され、電源装置から負荷装置までのHVDCシステム全体が理解できるように工夫されていた。また、HVDCのシステム構成に関するプレゼンテーションが常時流され、多くの来訪者でにぎわっていた。このシステムはICT用給電システムとして高信頼、省エネルギー、小形化などの点で優れ、今後の主流技術として早期の事業導入が期待される。



図7 NTTとNTTファシリティーズによる共同展示ブース

3.2 再生可能エネルギー、スマートグリッド

太陽光発電システムなどの再生可能エネルギーを情報通信電源として適用する技術の研究は従来から行われてきているが、特に近年、地球温暖化対策の一つとして重要性が増している。今回の会議ではNTTファシリティーズからメガソーラーにおけるPVモジュールやパワーコンディショナの性能に関する実証試験結果が報告され、実環境における性能評価として注目を集め

ていた。メガソーラーの実証試験では複数種類のPVモジュールの出力電力量や性能指数としてCapacity Factor, Performance Ratioの実測値が報告されていた(図8)⁴⁾。また、追尾型の特長も報告され、追尾システムの効果、コストなどについての議論が行われた。さらに、各種モジュールの製造にかかるエネルギーとエネルギーペイバックタイム(EPT)の算出結果が報告されている(図9)⁵⁾。比較したモジュールの中では、化合物系太陽電池が最も環境負荷をかけないという結果になっている。これらのデータは実測結果に基づいた評価結果であり、非常に説得力を持っている。今後、長期データに基づくより詳細な評価が期待される。

太陽電池の利用例として、太陽電池入力DC-DCコンバータがエルテック・ヴァレア(Eltek Valere)社か

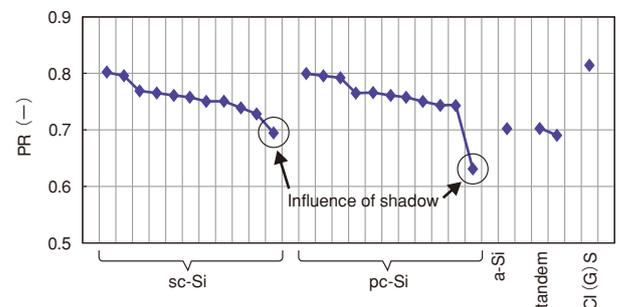


図8 北杜メガソーラープロジェクトにおけるPVシステム評価結果⁴⁾(システムごとの年間平均パフォーマンスレシオ)

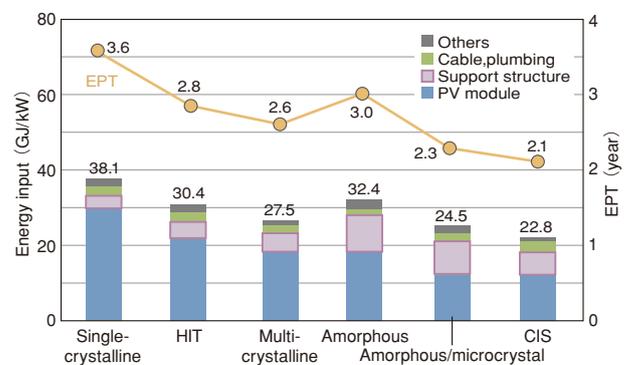


図9 北杜メガソーラープロジェクトにおけるPVシステム評価結果⁵⁾(システムごとのエネルギーペイバックタイム:EPT)



図10 太陽光発電用DC-DCコンバータを搭載したキャビネット(Eltek Valere社)

ら展示されており、注目された。展示されていたシステムを図10に示す。DC-DC コンバータモジュールの出力はDC48V, 30A (1,500W) であり、無線基地局やアクセスノード用電源としての適用を想定している。同社は整流器の小形化、高効率化技術で定評があるが、本製品により製品の幅の広さをアピールしていた。同社の電源は世界でもトップクラスのサイズと効率を有しており、今後とも継続的な情報収集が必要である。

また、今回初めてスマートグリッドに関するセッションが設けられ、分散型電源のプラグ&プレイ機能⁶⁾に関する発表が注目された。分散型電源を構成するインバータが電圧、電流、配線長などの情報をもとに自律的に制御することで分散型電源の効率的な運用、配線ロスの最小化などを行うことができる。分散型電源は今後一層の導入が予想されることから、このような技術の展開に注目しておく必要がある。

3.3 燃料電池

燃料電池はクリーンで高効率な電源として、従来から注目され、要素技術の検討や実証実験の結果がINTELECでも過去に多数発表されている。今回のINTELECでも主に無線基地局用のバックアップ電源として、フィールドテストの結果^{7,8)}や、水素燃料の配送システムの検討結果⁹⁾が報告されている。これと並行して展示会でも、アイダテック (IdaTech) 社がメタノール燃料による5kWの燃料電池、レライオン (ReliOn) 社が水素燃料の最大2kWのモジュール型の燃料電池を発表し、注目された。図11に展示されていた燃料電池を示す。これらの燃料電池はいずれも固体高分子型で、従来に比較しシステムの長寿命化が図られているという。燃料電池は従来から長期にわたり開発が行われてきているが本格的な実用化には至っていない。ここにきて多数のフィールドテストが行われている状況であることから、その結果について注目しておく必要がある。



(a) メタノール改質型の燃料電池 (5 kW出力, IdaTech社) (b) 水素ポンプを使ったモジュール型の燃料電池 (0.6~2 kW出力, ReliOn社)

図11 展示されていた燃料電池

3.4 高エネルギー密度電池技術

高エネルギー密度電池としてリチウムイオン電池が注目を集めており、情報通信電源への適用が期待されて

いる。本会議ではリチウムイオン電池の利用技術に関する論文が2件発表された^{10,11)}。リチウムイオン電池を情報通信電源に適用するには、電池の過充電、過放電を防止するなどの電池管理が重要になる。2件の発表論文もこのテーマに関するものであった。

また、展示会では48V, 180Ahのリチウムイオン電池がエナシス (EnerSys) 社から展示されていた (図12)。この製品は複数の3Ahのセルを直並列に接続して構成されている。スペースや重量の制約が多い通信用、UPS用などへの展開を進めようとしているようである。今後、より大容量のリチウム電池およびその管理技術の開発が進み、同時に低価格化が図られることにより情報通信電源への適用が進んでいくと考えられる。



図12 展示されていたリチウムイオン電池 (写真のラック上およびラック最下段に設置。48V, 180 Ah, EnerSys社)

3.5 電力変換装置・回路

電力変換装置・回路については、本会議の主要テーマの一つとして多くの発表が継続的に行われている。本会議でも計26件の発表があり、研究開発は依然として活発である。コンバータのデジタル制御、ソフトスイッチング、高効率化などが主要テーマであった。

展示会では、韓国のドンガエレコム (Dongah Elecomm) 社から小形の整流器ユニットが展示され注目された。整流器ユニットと蓄電池をラックに搭載した20kW電源システム (図13 (a)) は、無線基地局など



(a) DC 54 V, 20 kW 出力整流装置 (-54V, 37A 出力ユニットが11台搭載) (b) DC 300V, 60 kW 出力整流装置 (300V, 33A ユニットが7台搭載)

図13 整流装置の展示 (Dongah Elecomm 社)

さまざまなアプリケーションを想定している。この電源システムに適用されている整流器ユニットは、入力単相220V、出力DC54V、37Aで効率は94%である。また、韓国のグリーンITプロジェクト用のDC300V出力の整流器（図13（b））が展示されていた。ユニット出力は10kWで7（6+1）ユニット構成により60kWの出力容量を持つ。同社は電源監視システムやオンボード電源などの展示も行い、高い技術力をアピールしていた。今後の製品動向に注目する価値がある。

4. おわりに

INTELEC 2010の論文発表、展示から情報通信エネルギー技術の動向を考察した。主な結果をまとめると次のとおりである。

- ・高電圧直流給電（HVDC）システムはNTTおよびNTTファシリティーズから装置開発、実証試験結果が報告され注目を集めていた。ICT用給電システムとして高信頼、省エネルギー、小形化などの点で優れていることが実証され、今後の主流技術になると考えられる。
- ・再生可能エネルギー分野ではメガソーラーの実証試験報告が注目された。今後、実証試験によるデータを積み重ね、より経済的なシステム構築技術の確立が期待される。
- ・スマートグリッド関連技術は今回初のセッションが持たれた。分散型電源を活用する技術として注視していく必要がある。
- ・燃料電池は高信頼化が図られ、無線基地局などのバックアップ電源として複数のフィールド試験が行われている。長時間のバックアップ電源として適用領域は存在すると考えられることから、フィールド試験の結果については引き続き注視しておく必要がある。
- ・高エネルギー密度蓄電池としてリチウムイオン電池の管理技術の発表が行われた。今後、一層の大容量化や低価格化により、適用範囲拡大が期待される。
- ・電力変換技術では、海外の有力メーカーや大学による整流装置やDC-DCコンバータの高効率、高エネルギー密度化の研究開発が活発である。

INTELECは、情報通信エネルギー技術について毎回広範な立場で活発な議論が行われており、継続的な情報発信、情報収集の場として有効である。

〔参考文献〕

- 1) Akira Matsumoto, Akiyoshi Fukui, Takashi Takeda, and Mikio Yamasaki, "Development of 400 Vdc output rectifier for 400-Vdc power distribution system in telecom sites and data centers", 4.3, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 2) Masatoshi Noritake, Keiichi Hirose, Mikio Yamasaki, Takahiro Oosawa, and Hitoshi Mikami, "Evaluation results of power supply to ICT equipment using HVDC distribution system", 1.4, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 3) Tadatashi Babasaki, Toshimitsu Tanaka, Kaoru Asakura, Yousuke Nozaki and Fujio Kurokawa, "Development of power distribution cabinet for higher-voltage direct-current power feeding system", 4.1, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 4) Kojiro Nishioka, Toyonari Shimakage, Hiroshi Yamane, Mitsuru Kudo and Yuzuru Ueda, "Evaluation of output performance of various photovoltaic systems in the Hokuto mega-solar project", 14.2, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 5) Hiroo Konishi, Keiichiro Asano, Masashi Nagura, Takeshi Iwato, Mitsuru Kudou and Ryo Tanaka, "Evaluation of test results in Hokuto mega-solar project", 17.1, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 6) Paolo Tenti, Alessandro Costabeber and Daniela Trombetti, "Plug & play operation of distributed energy resources in micro-grids", 16.1, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 7) Robert Szasz and Jason C. Lemos, "Update- Fuel cell technology: An emerging solution for back-up power to replace or supplement the traditional solutions", 11.1, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 8) Anil K. Trehan, "Advanced fuel cell solution for telecommunications network- Results from global installations", 11.2, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 9) Mark Cohen and Kevin Kenny, "Hydrogen delivery and storage options for backup power and off-grid primary power fuel cell systems: Two years later", 11.3, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 10) Jim McDowall and Patrice Fleureau, "Lessons learned in the coordination of lithium-ion battery charging and control", 2.1, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6
- 11) Jon Anderson, Jay Frankhouser and Daniel Boyer, "Design considerations for a lithium-ion energy storage system", 2.2, Proceedings of INTELEC 2010, 2010. 6