

EU PVSEC 2016 ヨーロッパ太陽電池国際学会&展示会

(株) 科研テック 中上明光

2016年6月20日から5日間にわたりドイツ・ミュンヘンで開催された第32回標記国際学会に参加した。

本国際学会は実質世界最大の太陽電池に関する国際学会であり、例年展示会を併設している。今年の開催地がミュンヘンのため太陽電池の常設展示では世界最大の展示会である intersolar EUROPE 2016 と共催で同時期に開催された。EU PVSEC 2016 併設の展示会は無かった。



EU PVSEC 2016 国際学会会場

今年は73か国から1742人の参加者（昨年は2538人）があった。国別ではドイツが最も多く28.4%、次いで日本が第2位で5.3%(93人)、韓国5.2%、フランス5.1%、中国4.9%、アメリカ4.6%、オランダ4.6%、イタリア3.8%と続く。太陽光発電における東アジアの進出が本学会でも注目された。学会での発表数では日本は第4位（1位はドイツ）であり、日本からの先端太陽電池の高効率、新製法、セル構造の研究開発の発表に期待が高い。

学会では連日5つのパラレルセッションが開催され、活発な発表・議論が展開された。今年の会議では、一昨年まで継続し最高の変換効率を更新してきたSi単結晶の記録更新の発表は無かった。一方、薄膜系ではCIGS、CdTe、ペロブスカイト太陽電池で記録更新がなされ、32種類の薄膜太陽電池が多結晶Si太陽電池に並んできた。

今回の会議のハイライトを挙げると以下のようであった。

〈トピックス1〉シリコン結晶太陽電池

・市場に出回る太陽電池の91%が結晶Si系であり、うち62%が多結晶Siである。構造で見ると、90%以上が簡単なAl-BSF構造セルが市場に多く出ている。

・基調講演では韓国のHanwha-Q' Cellsから同社のp型多結晶SiのAl-BSFセルの現状について報告があった。同社の標準の生産設備、はんだ技術、標準モジュールと同じ部品を用い、モジュールの変換効率19.5%、出力301Wを達成した。

〈トピックス2〉ヘテロ接合太陽電池の両面セルの効率と効率頻度

・装置メーカーのMeyer Burger社（スイス）から、同社のパイロットデモラインを用いてSolar World社（独）のセル作製技術により単結晶Siヘテロ接合両面セルを作製した報告があった。この装置で41698個の両面セルを作製し、平均のセル変換効率は22.2%超であった。セルの変換効率の最高記録は23.3%であった。（今年の特徴として、隣接の展示会 intersolar EUROPE 2016 では、出展社の多くがガラス/ガラス封止の片面及び両面太陽電池セルモジュールで長寿命化を図った製品を展示していた）

〈トピックス3〉薄膜太陽電池は変換効率競争

・今学会開催（論文締切）時点での薄膜太陽電池の変換効率（小面積）はCIGS型で22.3%（ソーラーフロンティア（日））、CdTe型で22.1%（ファーストソーラー（米））、ペロブスカイト型で21.0%（EPFL（スイス））である。これら薄膜太陽電池は多結晶Siの変換効率21.3%（Trina Solar（中））に並んできた。

・AVANCIS（独、中国の傘下）はCIGSSe/Cdフリー（バッファー層）、セル面積25cm²でセル幅と不活面積の最適化、ITOの改良により17.9%のセル効率を達成した。

・ソーラーフロンティア（日）は溶液塗布法でCu(In,Ga)(Se,S)₂を作製し、17.72%の変換効

率（小面積）を Fraunhofer 研究所により認証された。社内評価では 18.7%を得ている。

・ imec（ベルギー）等が加わる Solliance（研究組合）は、電子ビーム蒸着 TiO₂/スピスコートペロブスカイト構造において、研究室レベルのミニモジュール（16cm²面積）で 14.2%を得た。ヒステリシスは殆ど無い。

〈トピックス 4〉集光型に新パラダイム

・今回最も注目を集めた太陽光利用発電システムは LSC（蛍光型太陽光集光体）を用いた騒音障壁である。太陽光の集光にはレンズやミラーではなく LSC を用いる。この開発はオランダの ECN を中心とする研究共同体が行っている。

・高速道路や鉄道に沿って設置されている騒音吸収壁に LSC の発光性プラスチック板を用いて可視光+紫外光（可視光に変換）を吸収し、プラスチック内で光拡散させて板の端面に設置した太陽電池で発電するもの。

騒音の吸収と太陽光発電を兼ねるこの発光性プラスチック板を利用するデモ品と実測中のデータが紹介された。壁の上段にこの騒音吸収壁、下段に片面太陽電池や両面太陽電池モジュールを設置して発電量を増量する実証実験も行っている。現在、大がかりな試験設備で技術的、経済的フェージビリティスタディ中。

・オランダ国内に既に 1250km にわたり騒音壁が道路および鉄道に沿って設置されているとのこと。この騒音壁を新たな電力源として、今回の実証実験の成果が期待されている。

今回注目された個別テーマ：ペロブスカイト型と CIGS 型太陽電池について紹介する。

〈1〉ペロブスカイト型太陽電池

・論文締切時でのペロブスカイト型太陽電池の世界最高は 21.0%（EPFL（スイス））である。

・高効率化の研究は各国で行われ、ローザンヌ大学 EPFL では有機陽イオンにヨウ化物/臭化物の混合を用い、一般組成：CH₃NH₃PbI₃ の代わりに FA1-xMAxPb(I1-xBrx)、FA：ホルムアミジン、MA：メチルアンモニウムを用い、溶液塗布法で製膜した。最高は 21.6%である。

・ペロブスカイト型太陽電池の電気特性は従来小面積セル（～0.1cm²）で測定され、他構造との比較ができない。今回、1cm²で 20%を超える（認証セルは 19.6%）セルを得た。

・Au 電極を用いたセルを 75℃でエージングすると、変換効率は 19.5%から 5.3%に低下した。

・NREL（米）発表のこの太陽電池の最高効率は韓国 KRICT の 22.1%（2016 年 3 月）である。

〈2〉CIGS 型太陽電池

・ドイツの AVANCIS 社から CIGS 技術の未来：製造の標準化と製品の差別化と題して講演があった。同社は 2014 年以降中国の CNBM(China National Building Materials)の傘下にある。同社は現在ドイツ 100MW、韓国 100MW、今後中国 2 か所に計 1.5GW の製造設備を保有。

・現在、世界の CIGS 太陽電池の製造能力はソーラーフロンティア（日）が 1GW で最大、



蛍光型太陽光集光板（太陽電池）
を用いた騒音障壁（イメージ図）

次いで Hanergy(中)が Miasole(米)、Solibro(独)を傘下に入れ合わせて 290MW の設備を、AVANCIS がドイツ・韓国で合計 200MW 保有している。

・変換効率は絶えず増加している。小面積セルではソーラーフロンティアが 23.3%を達成した。AVANCIS の CIGS のパイロットラインでのセル効率 (30×30cm²) は 17.9% (2016 年)、

・薄膜太陽電池の世界市場占有率は 10%程度で停滞しており、CdTe と CIGS が 2 分している。

・ギガワット規模の生産、生産ツールとプロセスの標準化でコスト削減を図る。

・製品の差別化にはそりを軽減したガラス基板、2つのバリア層を持つ裏面電極、RTP による光吸収層の形成、Cd フリーPVD-InxSy のバリア層形成等を採用している。

・2つの製品戦略；(1)Si モジュールに並び、そして Si モジュールを凌ぐ (CIGS の温度係数と日陰に寛容は優位、GW の生産量でより低い生産コストを予想) (2)結晶 Si 太陽電池とは異なる新市場を生み出す (CIGS は BIPV (建材一体型 PV) によく適合する。)

クロージング

経産省・資源エネルギー庁の松山泰浩課長から「Japan's Renewables policy & FIT Reform in 2016--PV Century Vision-- 」と題して全ての講演のシメとしてプレゼンがあった。

・日本の再生可能エネルギーの導入の推移では、2012 年からは再生可能エネルギーの固定価格買取制度(FIT)がスタートし、年平均 33%成長率を示している。

・2030 年でのエネルギー需要に対して、一次エネルギー供給源として石油、LPG、石炭、天然ガス、原子力に加え再エネを 13~14%としたエネルギーミックスを想定している。2030 年での電源構成には再エネ 22~24%を期待し、うち太陽光で 7%期待している。

・太陽光発電産業のコストを海外と比較すると、発電コストはドイツ 103 \$ /MWh,米国 87 \$ /MWh に対して日本 192 \$ /MWh と日本が倍近く高い。

・PV Century を実現し持続的発展のための克服すべき課題：(1)ポスト FIT のためのコスト削減、(2)グリッド接続と統合のための挑戦、(3)地域住民&地域社会との調和を挙げている。

・PV Century に向け対処されるべき事項として、(1)技術とコストの革新：再生可能電力の生産コストの徹底した削減、IoT を使ったグリッド制御と貯蔵バッテリーの導入、(2)システムの革新：FIT に関連した法律の再検討、グリッド運転規則の再検討と関連情報の公開、(3)プレーヤーの革新：アグリゲーターやネガワット取引、仮想発電所のような新ビジネス、再生可能電力のプロのサービスプロバイダーを挙げている。

以上