

EU PVSEC 2018 ヨーロッパ太陽電池国際学会&展示会参加報告

未来技術フォーラム神戸 中上 明光

2018年9月24日から5日間にわたりベルギー・ブリッセルで開催された第35回の標記国際学会に参加した。

本国際学会は展示会を併設した実質世界最大の太陽電池に関する国際学会であり、今年は80か国以上から2037人の参加者（昨年は65か国、2516人）があった。

発表論文数を国別でみると、ドイツが最も多く21%、次いでオランダが6%、日本が第3位で6%、開催国のベルギーが5%、イギリス、スイス、フランスが5%、次いで中国、スペインが4%と続く。韓国、台湾、インドのアジア諸国からの発表は昨年と同様3%であった。アジアの国々の太陽光発電の活発な研究開発状況を見ることができる。



EU PVSEC 2018 国際学会会場

学会では連日4~5の平行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、結晶Si太陽電池の変換効率の理論限界と言われている29.6%に対して現在最高の変換効率は26.6%（カネカ（日本）が昨年本会議で発表）である。更に高効率を目指して、Siをボトムセルとする多接合太陽電池が提案され、研究が進んでいる。本会議のOpeningのPlenary Sessionではこの高効率太陽電池へのルートと題してSiベース多接合太陽電池の現状と将来展望が紹介された。

今回の会議のハイライトとして学会から10数件の発表が挙げられた。その中から出席者の注目を集めたものを以下に紹介する。

〈ハイライト1〉高効率モノリシックペロブスカイト/シリコン太陽電池

（トピックス1：新材料、新起電力デバイスのコンセプト）

・スイス・ヌーシャテル・EPFLのPV-LabのC.Ballifらは、表題のプレナリー講演を行った。単結晶Si太陽電池の変換効率の世界最高が26.6%と理論限界の29.6%に近づいてきている。これを超える効率を目指して、Siよりバンドギャップの大きいペロブスカイト型太陽電池との接合セルを想定し、研究を重ねて来た。

・ペロブスカイト単一セルで、EPFLではセル面積1cm²で20.9%の効率が認証されている。安定性については、60°Cの下、500時間で20%の効率であり、劣化は少なくなっている。

・ペロブスカイト/Siタンデムセルにおいて、EPFLでは、下層にSiヘテロ接合セルを用い、モノリシックにセルを形成した。両面はテクスチャー化している。面積1.42cm²の2層タンデム構造セルで25.24%の効率の認証値を得ている。

・このタンデムセルの安定度のテストを行った。封止なしでは大気中61時間で9%の劣化であったが、ガラス/ガラス封止で270時間光照射後初期の~90%であった。

・講演では、Oxford大学のH.Snaithらの成果の紹介があった。セル面積1.02cm²で変換効率27.31%が得られているとの事であった。

・今後、2~5年以内に効率30%のモノリシックタンデムセルが可能との事であった。

〈ハイライト2〉過去から学んでPERC型太陽電池のロードマップの先を見る

(トピックス 2 : シリコン太陽電池)

- ・ Trinasolar (中国) の P.P.Altermatt らは、表題のプレナリー講演を行った。
- ・ 結晶 Si とペロブスカイト太陽電池の効率の年推移を比較すると、ペロブスカイトは僅かの年数の間に急激に立ち上がり、飽和しかけている。しかし、今までにない材料と言える。
- ・ Si/ペロブスカイトタンデムでは 4 年間で 35%の効率に達するであろう (効率のハードルが無ければ)。大量生産のタイプでは、安定性試験にパスすることから始まる。
- ・ 量産 Si モジュールの開発パターンと将来見通しを見ると、HJT、IBC、PERC 型いずれも効率で直線的な進歩がみられる。
- ・ PERC 型セルのロードマップでは、およそ 7 年後、PERC セルの変換効率は 24%に達するであろう。すると、他のデバイス構造と材料は PERC と競合するようになる。

〈ハイライト 3〉 18%を超える CIGS の量産化技術

(トピックス 3 : 非シリコン基薄膜太陽電池)

- ・ Solibro (中国、ドイツ) の Philipp Kratzert らは表題のプレナリー講演を行った。各種薄膜太陽電池の変換効率の最高記録を見ると、ペロブスカイトが 23.3%(KRICT:韓国)、CGS(CIGS)が 22.9%(Solar Frontier:日本)、CdTe が 22.1%(First Solar:米国) である。Solibro は CIGS の潜在能力を期待し、19%の全面積効率を目標にしている。
- ・ CIGS 型太陽電池の生産能力は現在と計画中のもの合わせて 9GW 以上に達する (Solar Frontier は 1.1GW の生産能力を有している)。
- ・ Solibro Hi-Tech はドイツ国内に 145MW の生産能力の工場を保有し、600MW の生産能力のターンキー工場を立ち上げた。Solibro の CIGS の特徴は、Cu,In,Ga,Se の共蒸着による Cu(In,Ga)Se₂、低い温度係数にあり、世界記録の 17.9%(2016 年)を達成した。
- ・ その後の改良として量産用のプロトタイプでフルサイズに Rb の PDP (CIGS 成膜後に Rb を添加処理) と改良したメタル格子構造の蒸着形成を行った。その結果、フルサイズ (1190×1590cm²) の開口領域効率で 18.7%の評価を得た (TÜV Reinland 認証)。

〈ハイライト 4〉 sheet to sheet 及び roll to roll 製造法で作られた変換効率 14.5%の大面积 (>140cm²) ペロブスカイト太陽電池

(トピックス 3 : 非シリコン基薄膜太陽電池)

- ・ オランダの TNO-Solliance 他共同研究プロジェクトは、ペロブスカイト太陽電池を S2S(sheet to sheet)及び R2R(roll to roll)の製造手段を用いて基礎研究を行っている。細長い細孔の金型コーティング(slot die coating)、インクジェット印刷、回転式のスクリーン印刷、特殊な ALD(原子状層状薄膜堆積)、PECVD (プラズマ増強 CVD)、ECD (電気-化学的薄膜堆積) などの設備を保有している。
- ・ slot die coating やインクジェット印刷等の設備を用いて、大面积ペロブスカイト太陽電池を作製し、面積 144cm²(アクティブエリア)の NIP 型モジュールで効率 14.5%を達成した。
- ・ 6 インチ半透明、bifacial (両面) セルを試作し、開口部面積 150cm² で 9.1%の効率を得た。

〈ハイライト 5〉 両面モジュール技術の概観 : 応用とコスト

(トピックス 5 : PV モジュールと BOS コンポーネント)

- ・ ドイツ・コンスタンツの ISC (国際太陽エネルギー研究センター) の R. Kopecek らは太陽電池のエネルギー源、PERC セル、bifacial (両面太陽電池) の歴史と将来を予測した。

これら項目を現在(2018年)と2027年で比較すると、太陽光発電の他のエネルギー源に対する割合は1.2%から8%に、PERC型セルは30%から100%に、両面発電太陽電池については0.5%から40%に達するであろう。

- ・片面 PERC 型太陽電池の R&D の変換効率 は LONGi Solar (中国) が 2018 年 3 月 23.6% の世界記録を達成している。量産では 21.5%程度である。両面モジュールではこの PERC 型セルを基に、両面で発電できるように裏面にも光が照射・発電できるようにした。両面対応にする事により 10~20%発電量が増加するとみられている。

- ・両面モジュールの使用として、南/北に傾斜して設置、地上から浮かしてモジュールを水平設置、東/西方向に垂直に設置、両面モジュールを東西に太陽追尾するトラッキング型など既に大規模なフィールドテストが始まっている。

〈ハイライト6〉完全に統合された太陽電池搭載電気自動車の屋根のための解決策

(トピックス6: PV システム-パフォーマンス、応用、統合)

- ・オランダの ECN (エネルギー研究センター) と Lightyear 社 (ベンチャー企業) は表題の Oral Presentation を行った。市販の太陽電池支援の乗用車はトヨタのプリウス PHEV、アウディの e-tron Quattro、フォルクスワーゲンの Tiguan GTE、Karma Revero がある。

- ・更に、太陽電池の電源で走る Solar Powered Car を Sono Motors 社が発売した。車当たり 1200Wp、IBC (バックコンタクト) 型太陽電池使用。Si 太陽電池をクルマの屋根、ドア、ボンネットの上にも敷き詰めている。

- ・ Lightyear 社は車当たり >1000Wp、IBC 型 Si 太陽電池を車表面に張りつめている (詳細は未発表)。2019 年市販向け量産開始。数量限定。

- ・自動車用 PV に向けて、最大の発電能力を発揮するよう設計(車の表面積は最大 5m²)、20%+以上の変換効率の太陽電池使用、太陽光の影になっても良好な発電能力の発揮、曲面でも表面積の 95%は太陽電池の貼り付けに使用する、等の観点から各種太陽電池モジュールを評価した。結晶 Si が総合的に有利と評価された。今後、信頼性、安全性テストが重要。

以上