

再生可能エネルギー分野

高島 保夫
Takashima Yasuo

小泉 剛
Koizumi Tsuyoshi

和田 憲久
Wada Norihisa

再生可能エネルギーの大規模導入は、世界的な潮流である。日立製作所は太陽光発電、風力発電の信頼性や競争力を維持し、向上していくための基盤技術に取り組んでいる。また、将来の再生可能エネルギーの研究開発、特に太陽熱を活用したガスタービンシステムの研究開発を進めている。海外展開においては、ロシアをはじめ各国の事情に適した新エネルギー、スマートグリッドを提案している。

大型太陽光発電

日立はこれまで、大分ソーラーパワー株式会社向けの82 MWメガソーラー設備をはじめ、多数のメガソーラー設備を一括受注[EPC (Engineering, Procurement and Construction) 契約]してきた。また、太陽光発電システムパッケージ「メガキット」や、発電量増加に寄与する高効率PCS (Power Conditioning System) を中心とした関連機器・システムを有している(図1参照)。海外においては、三菱商事株式会社のブルネイでのメガソーラー事業(容量1.2MW)や、タイ向けにPCS納入等を行っている。

高効率PCSでは、当初は2レベルPWM (Pulse Width Modulation) インバータを採用し、小型・効率化を図ったPCSを国内および海外向けに提供してきた。そして、3レベルPWM インバータを採用し、さらなる効率改善を図ったPCSの開発、製品化を行い、現在では入力最大電圧660



図1 | 大分ソーラーパワー株式会社向け82 MWメガソーラー設備
2014年に運転開始予定の国内最大級のメガソーラー発電設備である。

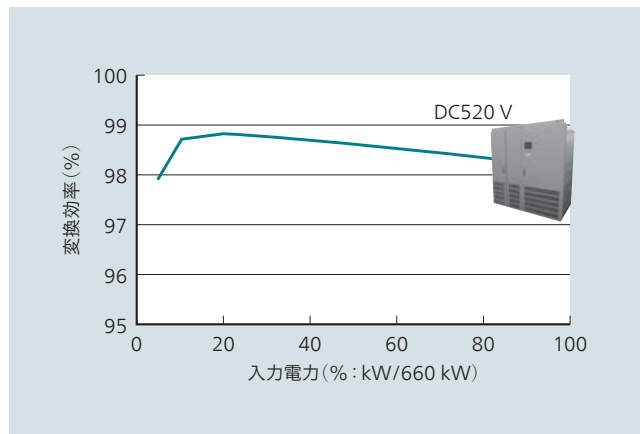


図2 | PCS変換効率特性 (HIVERTER NP213i)
太陽光発電の実用領域で高い変換効率を実現し、発電量の最大化に貢献している。

Vのモデル (HIVERTER NP203i) に加え、入力最大電圧1,000 Vに対応し、最大変換効率98.8%と同クラスのPCSにおいて世界最高水準[※])を実現したモデル (HIVERTER NP213i) の販売も開始している(図2参照)。

風力発電

2MW級風車「HTW2.0-80」で採用したダウンウィンド方式はロータ(翼)をタワーの風下に配置する方式で、風荷重低減で基礎工事の簡素化・コスト低減が期待でき、丘陵地など吹上風が吹く地帯での発電効率が良い。日本特有の強い冬季雷に対応するため、高い耐雷強度を有している。

特に洋上ではダウンウィンドの効果がより発揮できることから、5 MW級ダウンウィンド洋上風力発電システムの開発も同時に推進している。その先鞭(べん)として、経済産業省による福島復興・浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業においてHTW2.0-80 1基を福島県沖に設置した(図3参照)。同じく担当した洋上変電設備とともに実証運転が始まっている。また、環境省の浮体式洋上風力発電実証事業でも、HTW2.0-80 (1基)の実証運転(商業規模では国内初)が、長崎県五島市の洋上で始まっている。

※) 500 kWクラスの大規模太陽光発電用パワーコンディショニングシステムにおいて。2012年10月現在、日立製作所調べ。



図3 | ダウンウィンド方式風力発電の例

福島復興・浮体式洋上ウィンドファーム実証研究事業向け風力発電設備を示す。(写真出典：福島洋上風力コンソーシアム)

高速エンジニアリングツール

大型太陽光、風力ともに、極限まで性能を出し切るには、そのエンジニアリングを支える高度な基盤技術が要求される。日立は、太陽光、風力における高速エンジニアリングツールを開発した。

大型太陽光発電設備の高速エンジニアリングツールとして、プロジェクト設定から見積までを支援するメガソーラー設計支援ツールを図4に示す。発電量計算や架台構造計算などのプログラムを統合・連携することでデータの入力時間を削減、各プロセスでの顧客提出図書の生成も自動実行され定型フォーマットでの管理が可能である。ツール内では、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)によって公開される全国の日射量データベースを用いた期待年間出力の評価や、地図情報を基にした敷設可能なPVパネルの最大配置、最適なPV設置架台構造の評価、ケーブル最短引き回しの評価を自動で行うことができる(図5参照)。

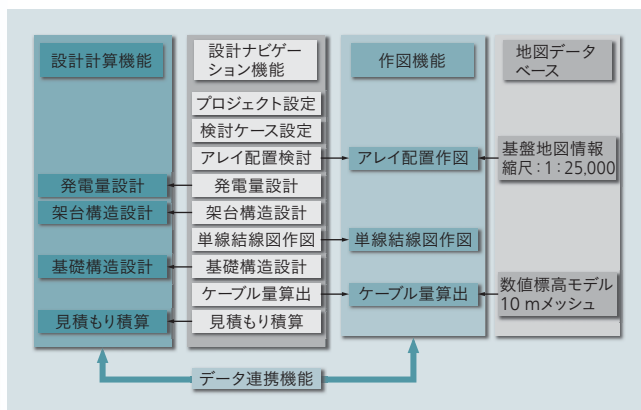


図4 | メガソーラー高速エンジニアリング設計システムの構成

設計ツール間のデータ連携により、手入力情報を削減することで時間を短縮し、入力ミスの防止が可能となった。



図5 | アレイ配置の自動作成

対象地図から、PV (Photovoltaic) アレイの配置を自動計算する。これを基に、ケーブルの引き回しルートなども評価する。

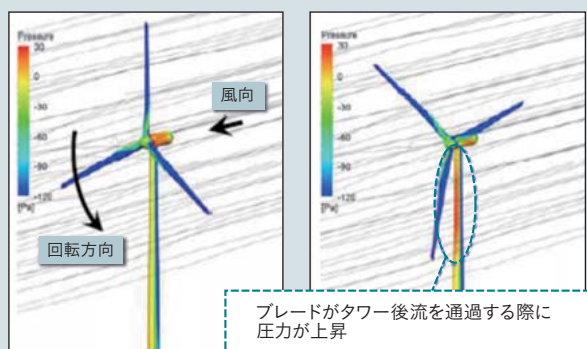


図6 | タワーシャドウの計算結果

ダウンウィンド風車特有のタワー後流における圧力変動の影響を解析している。

一方、高度の信頼性が要求される風車の開発には、高度な数値解析が不可欠である。ダウンウィンド風車は、ロータの旋回領域がタワーの風下に位置するため、ロータが1回転するごとにタワーの後流(Wake)を通過する。その際、タワー後流とロータとが空力干渉するが(タワーシャドウ効果)、この干渉の影響を考慮した独自の数値解析モデルを開発した(図6参照)。そのほかにもブレードの強度評価、タワー座屈解析、ブレード形状の多目的最適化などで、数値解析手法を適用している。

太陽熱利用システムの開発

再生可能エネルギーを活用した新たなシステムの一つとして、太陽熱を活用したガスタービンシステムがある。

太陽熱発電は、熱エネルギーを集められれば、それ以降は既存の火力発電技術が利用でき、発電効率として太陽電池よりも高い効率が期待できる。ただし気象条件や、高温蒸気を生成する集熱器を設置するための広大な敷地が必要なのが制約となっている。

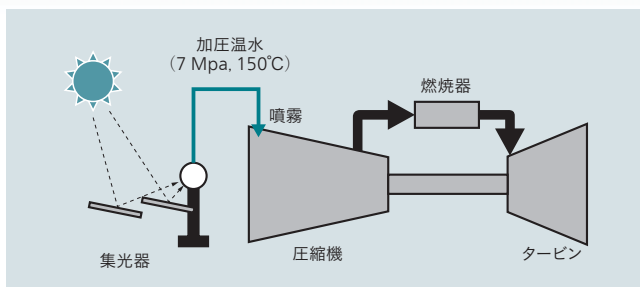


図7 | 太陽熱を活用したガスタービンシステムの概念
太陽熱によって加圧温水を製造し、ガスタービン吸気入口に噴霧する。大気圧に開放した瞬間に減圧沸騰による潜熱吸収によって吸気空気を冷却する。

日立は、従来の太陽熱発電に比べ単位出力あたりの集熱器設置面積を $\frac{1}{10}$ 以下にできる、太陽熱を利用した新型ガスタービンシステムを開発した（図7参照）。

ガスタービンは、夏場のように大気温度が高い条件では空気密度が低下するため、圧縮機に吸い込む空気の質量流量が減少し、出力が低下する特性がある。そのため、吸気空気を冷却する目的で、ガスタービン吸気入口で水を噴霧する技術が実用化されている。一方で、この水噴霧径が大きいと圧縮機翼にエロージョン発生懸念があり、水の噴霧量は高々吸気空気量の重量比で0.5%程度に限られ、十分な出力低下の防止効果が期待できなかった。

今回開発したシステムでは、噴霧水の圧力を7 Mpaに設定した上で、同圧力下で液相が保たれる150°Cまで、太陽熱で温度を上げる。この状態で、加圧温水を吸気入口で噴霧し、大気圧に開放した瞬間に減圧沸騰、瞬時に気化すると同時に液滴そのものも内部の沸騰で小径化させる。その際に、周囲空気から気化熱を奪うので、周囲空気を効率的に冷却すると同時に、水液滴による圧縮機翼のエロージョン発生を抑制する仕組みである。ガスタービン出力低下が顕著な夏場では、特に太陽熱の有効利用が期待できる（図8参照）。

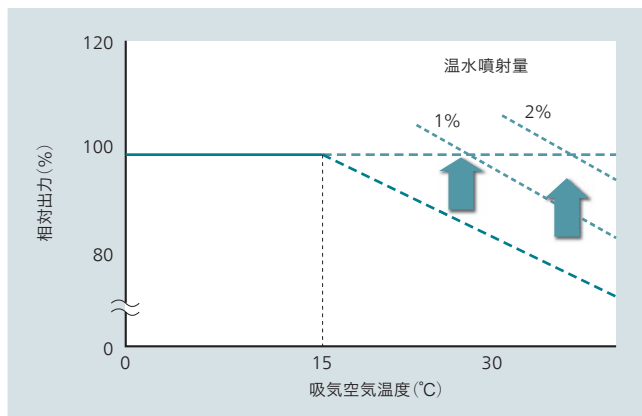


図8 | 加圧温水噴霧によるガスタービン出力の回復効果の予測
35°Cの大気温度においても、2%（吸気空気重量ベース）噴霧で定格出力に回復することが可能である。

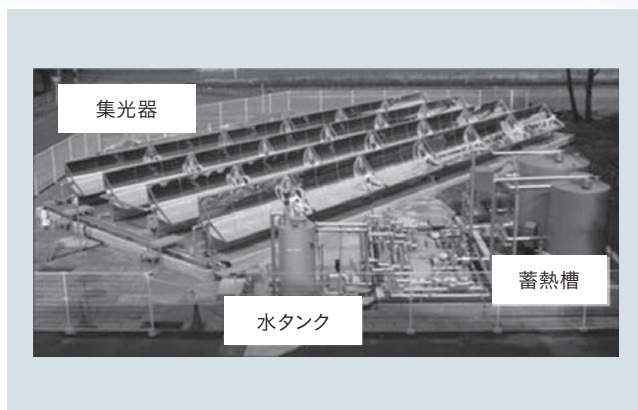


図9 | 自社設備内の試験設備
太陽熱集光にはトラフ式の集光器を採用している。

この原理は、日立製作所の施設内に設置した試験設備（図9参照）でも実現可能性が確認でき、今後は実機による実証試験を行う予定である。

海外でのパートナーシップ

再生可能エネルギーの事業は、各国の政策に影響を受けるため、海外の諸機関、顧客とのパートナーシップを構築したうえで進めることが必須である。日立製作所は、再生可能エネルギー、スマートグリッドにおいていち早く海外とのパートナーシップを構築してきた。現在、ロシアをはじめ、今まで交流のあった電力公社や電力会社にもアプローチを始めており、WIN-WINな協業を進めていく。

執筆者紹介



高島 保夫
1970年日立製作所入社、電力システム社 新エネルギー推進本部 所属
現在、再生可能エネルギーおよびスマートグリッド事業の事業戦略立案、推進に従事
電気学会正員



小泉 剛
2013年日立製作所入社、電力システム社 新エネルギー推進本部 企画部 所属
現在、再生可能エネルギーおよびスマートグリッド事業の事業戦略立案、推進に従事



和田 憲久
1987年日立製作所入社、電力システム社 新エネルギー推進本部 事業開発部 所属
現在、再生可能エネルギーおよびスマートグリッドの事業促進に従事