

ホワイトペーパー

再生可能エネルギー時代の安定供給を支えるミッションクリティカルデータ

David A. Thomason
Industry Principal, Global Power Generation

エグゼクティブサマリ:

世界の送電網で再生可能エネルギーが急増し、電力バリューチェーンが大きく変化しています。制御室オペレーターから発電フリート管理会社、地方の送電事業者まで、10年前には存在もなかったオペレーション上の課題に直面しています。

広域に分散した発電資源、インバーター機器からの双方向送電、発電資源が影響を受ける異常気象を警戒し、電力の常時安定供給に1日に何千回も計算しながら対処する必要があります。

電力会社と消費者の従来立場にも変化がありました。多くの場合その立場は頻繁に入れ替わります。特に、分散型太陽光資源からの出力は安定しないため、1日を通して入れ替わり、予測が困難となります。

複雑さと不確実性が増す中、今直面する新しい3つの課題にはオペレーションデータの戦略的利用が不可欠です。

1. 可用性および信頼性要件を満たす

ピーク負荷に対応できる供給予備率が低い場合、これは喫緊の課題です。例えば米国、テキサス州にある電力会社のElectric Reliability Corporation of Texas (ERCOT) は、2018年夏のピーク時にわずか11%程度の供給予備率で稼働しました。予備率が低くミスを許容する余裕がないため、オペレーションの意思決定にデータドリブンの正確な気象予報と市場予測の必要性が高まりました。

2. 競争が激しい市場で設備資産の収益性を維持する

電力会社は戦略的なデータ利用で、リアルタイムにオペレーションを調整し、市況に対応しながら発電設備資産の収益性を維持できます。

再びERCOTを例に挙げると、この送配電事業者は信頼度制約付経済負荷配分を5分ごとに処理し、電力オークションで最も低コストの資源の給電指令が行われるようにしています。このモデルには市場のデータ対応が重要でした。これによりERCOTの4~5個のゾーンが何百ものノードに置き換わり、市場関係者に実用的データを提供できるようになりました。

3. 分散型発電設備資産のリアルタイム状況認識を可能にする

急増する分散型発電設備資産には、風力発電所だけでなく、小規模な屋上太陽光発電設備もあります。設備資産管理会社や送配電事業者がリアルタイム状況認識を可能にし、停電防止および停電時対応戦略を改善する上で、こうした分散型設備資産からのデータが欠かせないことは明らかです。

この3つの課題の根底にある大きな傾向が、再生可能エネルギー資源の普及と利用増加です。この世界的な傾向は、炭素排出量を抑えた持続可能なエネルギーエコシステムへの移行によるもので、パリ協定などの国際的合意や、米国、欧州、アジアにおけるさまざまな公共政策や政令に後押しされています。

革新的な材料やエンジニアリングソリューションが太陽光や風力に取り入れられ、再生可能エネルギー技術もコスト削減の恩恵を受けています。こうした促進要因により、再生可能エネルギーは急成長しています。

パリの国際エネルギー機関 (IEA) の予想では、世界の再生可能エネルギーによる発電量は2022年までに920ギガワットになり、2017年から43%増加します。太陽光発電 (PV) 技術は、2016年に初めて他の燃料技術よりも早いペースで増加しました。

米国風力エネルギー協会 (AWEA) の米国風力産業 2018年第2四半期市況報告によると、米国ではユーティリティ会社と独立系プロジェクト開発事業者が風力発電開発を継続しています。

テキサス州では、設置した風力発電容量が約23.3GWと他の州の3倍以上で、国内市場を牽引しています。

ユーティリティ会社の中ではXcel Energyが風力発電大手として有名です。会社全体の給電の20%以上が風力であり、これは同社の2005年時点の約7倍の量です。

北米の電力システムは、実用規模の再生可能エネルギー発電資源からの数千メガワットの増加がある中、石炭や原子力などのベースロード資源への依存を減らし、風力、太陽光、分散型発電、デマンドレスポンスを増やして併用する方向に切り替わりつつあります。電力業界は従来、分散型システムを電力源としてやや消極的に捉えていました。しかし北米電力信頼度協議会 (NERC) の必要不可欠な信頼度サービス作業グループによれば、分散型エネルギー資源が分散型システムに加わることで状況が変わり、継続的な双方向送電が取り入れられるようになっていきます。

オペレーションの課題

石炭や原子力など従来の発電資源の発電事業者やフリート管理会社にとって、発電資源が課題であることは確かです。従来の発電所は常時稼働を念頭に設計および構築されており、燃料補給時やメンテナンス時以外の停止や起動は想定されていませんでした。しかし現在は資源が継続的に市場に出入りし、多くのベースロード電源が周期的に稼働するようになっています。

正確なデータと予測機能がなければ、再生可能エネルギー発電の不安定さは事業者にとって問題です。Xcel Energyは約10年前に、好条件時にガスと石炭の発電資源を抑えて数百メガワットを風力発電に割り当てていました。しかし風が強いと風力タービンの回転が止まり、発電が停止することが分かりました。時には1GW以上の電力損失が突然起こり、埋め合わせのため、停止した石炭およびガス発電所を急遽起動しなくてはなりません。当社は、風力の可用性を予測し発電フリートを最適に管理するためには良質のデータが必要だと考えました。

分散型太陽光発電の場合、事業者は双方向送電も管理する必要があります。屋上太陽光発電からの大量の電力を統合する仮想発電所では、気象条件や時間帯によって頻繁に消費者と電力生産者が入れ替わります。

また政策を通じて各種奨励金が提供され、再生可能エネルギー発電資源の普及や、多くのベースロード発電設備資産の利益率向上が進められています。強制停電により、電力競争市場で不利な代替エネルギーを購入せざるを得ないことがあるため、利益率が低すぎると停電の影響が大きくなります。

データ活用

発電所オペレーターやフリート管理会社、送配電事業者が利用できるデータ量は急速に増えています。Electric Reliability Corporation of Texas (ERCOT) だけでも570以上の発電機が2秒ごとに状態を報告し、同期フェーザーが電圧と電流の情報を1秒間に最大60回報告し、1,000万台以上のスマートメーターが消費データを15分ごとに報告しています。

分析や対策に利用するデータ量で言えば、ERCOTが特別なわけではありません。再生可能エネルギー容量の増加と、顧客所有の分散型発電施設の普及により、需給調整するためのオペレーションの意思決定にはより多くのデータと素早い対応が必要になっているのです。

増加する再生可能エネルギーを組み込みつつ、この課題に対処して可用性と信頼性を維持するには、データを重要資産として扱う必要があります。データの重要性はユーティリティ会社のIT部門の役割を変えつつあります。彼らは、再生可能エネルギーをうまく組み込むための意思決定を支えるような、可用性と信頼性に優れた企業資産となるようにデータを変換する役割を担っています。

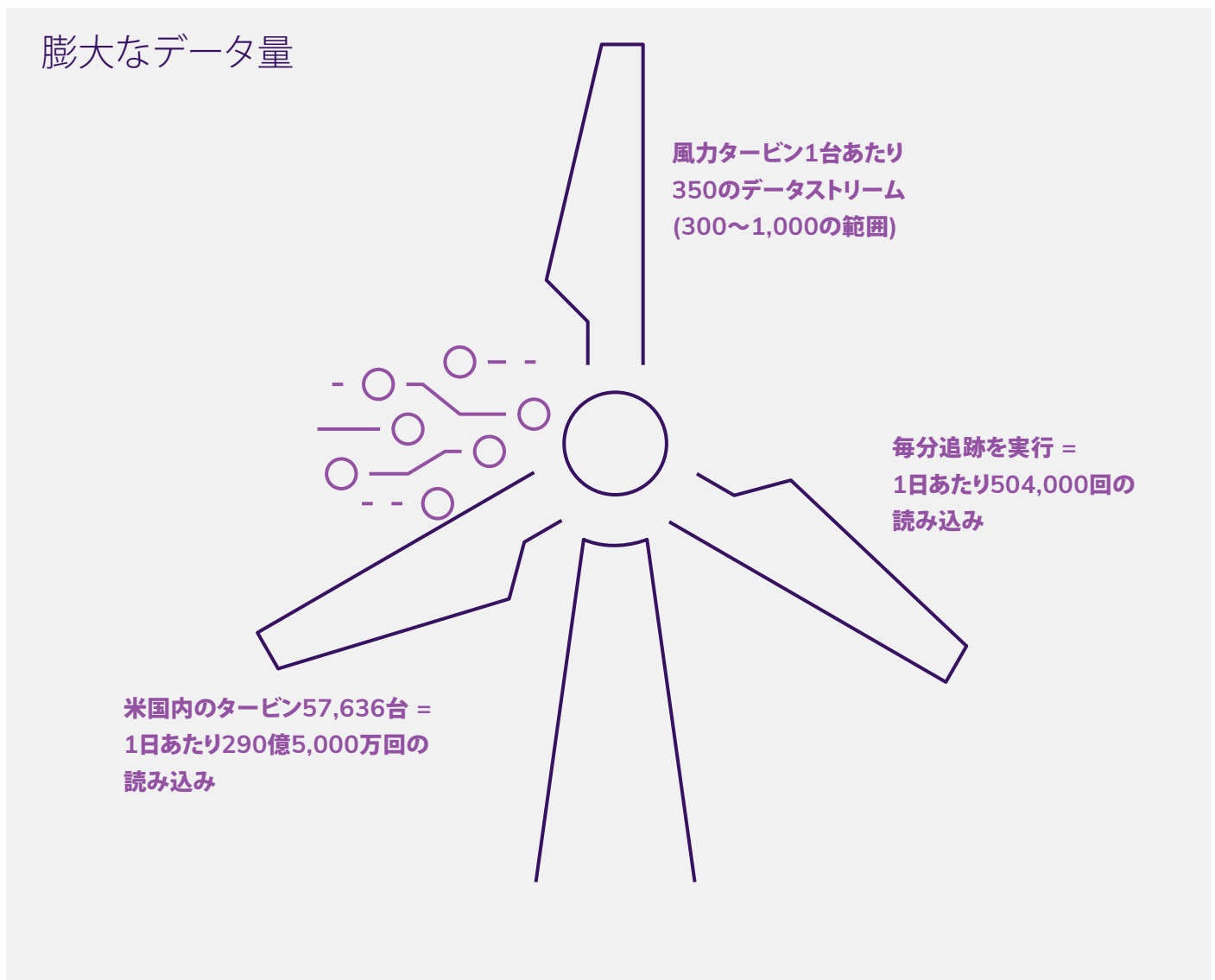


図1: タービン使用状況のリアルタイム情報

最近の報告では、オペレーション、計画とモデリング、予測の3つの点で、電力市場でのITの役割が拡大していると言われています。

オペレーション

リアルタイムツールはより動的な市場コントロールを可能にします。ERCOTが導入したアセスメントツールは、15分ごとに評価を行って送電システムの動作限界を更新し、リアルタイム状況を反映します。ほんの数年前にはこうした評価は年に1度だけでした。当時はグリッドの変動情報を頻繁に入手できず、事業者が安全策をとって必要以上に風力発電の出力抑制を行ったため、不利益が生じていました。

計画とモデリング

報告では、ERCOTは2031年までに、2017年を3,000%上回る15~30GWの太陽電池を系統に追加する予定です。その大半を西部地区のグリッドに追加すると同時に、テキサス中部および東部の発電設備資産の数を削減します。その結果、長距離送電線で西から東に送られる電力量が増加するため、安定した系統を維持するには大幅なリアルタイムモデリングとデータ分析が必要になると言われています。

予測

再生可能エネルギー資源が増えると、ピーク需要に対応できないかもしれないという懸念が出てきます。ERCOTはこれに対処するためライアビリティリスクデスクを設け、系統接続された各風力および太陽光発電所に関して1時間ごとに更新される詳細な風力および太陽光予測をアナリストに提供しています。アナリストはこの予測を基に発電所の出力を概算し、適切な資源を確実に利用できるようにします。

データと分析を利用してオペレーショナルエクセレンスを実現しているのは、ERCOTだけではありません。次の事例も、オペレーションの意思決定にデータをうまく利用しています。

この10年、欧州、特にスペインで風力発電の割合が増加し、タービンと送電網の両方で制御の課題が生じてきています。

従来の風力タービン制御システムの目的は、発電量の最大化と風力タービン装置の保護でした。しかし風力発電容量が増えるにつれ、能動的に出力制御できるタービンに関心が集まっています。今の風力発電設備資産には、送電事業者 (TSO) が設定する出力目標値を満足し、グリッド周波数調整をサポートすることが求められています。

目標値は自動車の車速制御と同じで、運転は速度を設定して行います。運転条件に基づいて制限速度が変わるように、目標値も上下に調整されます。

周波数調整については、送配電事業者が従来のユーティリティ会社に出力と負荷の調整を依頼しており、それによりグリッド周波数を調整しています。以前は、風力発電がいわゆる調整サービスを求められることはありませんでした。もともとほとんどの風力タービンは、従来の発電設備が対応できるグリッド調整サービスを提供していませんでした。

しかし、スペインを含め欧州に広く風力発電が浸透すると、TSOは風力発電所に対し、風力資源の利用可能量が大きい場合に周波数調整を求めるようになりました。

スペインのTSOは設置容量10MW以上のすべての生産施設に対し、TSOの目標値に15分以内に対応できる制御センターを備えるよう求めました。目標値は当初、個々の風力発電所に設定されていたため、スペインのユーティリティ会社、Iberdrola Renewablesは、個々のタービンの生産を抑えなくてはなりません。このやり方は制御面で課題があり、タービンの摩耗や損傷が増加します。Iberdrolaが努力しても非効率性を完全に補うことはできず、発電量は目標値で義務付けられた値を常に下回っていました。

Iberdrolaは経済性を高めつつ送電事業者 (TSO) の要求目標値への対応改善にスペインのトレドにある再生可能エネルギー制御センターにリアルタイム情報ソリューションを導入しました。このソリューションにより、予測および実測の風力発電量のリアルタイム情報を入手できます。一方でスペインの風力発電業界との新たな合意により、現在Iberdrolaでは2つの風力発電所グループに対するグローバル目標値に対応しています。

主なグループは電圧低下制御をサポートするタービンで、風力タービンの99%を占めています。多くの発電所で個々のタービンを抑制するのではなく、出力抑制量に応じていくつか発電所を選択し、稼働を停止させます。リアルタイムデータインフラストラクチャであるAVEVA PI Systemで作成したソリューションは可視性に優れ、この制御を迅速に実行することができます。この新たな方法は装置の摩耗や損傷を抑えるだけでなく、目標値を上回る意図しない出力抑制を回避でき、会社の収益向上につながっています。Iberdrolaでは、出力抑制時の風力発電量の上昇は平均で30%、最高で60%と見積もっていますが、義務付けられた目標値を超えることはないと考えています。

Xcel Energy

ミネソタ州に本社を持つXcel Energyは、8つの州に電力顧客350万社および天然ガス顧客200万社を抱えています。風力発電提供、太陽光発電設置面積、省エネルギープログラム実施において、同社は米国で5位に位置付けています。

同社は4つの発電所にまたがるデータインフラストラクチャとして、20年以上前にAVEVA PI System導入を開始し、2003年までにコロラド送電事業所にAVEVA PI Systemを一元化した後、ミネソタ州とテキサス州でも同様に一元化しました。発電量と市場価格のデータは商業オペレーションアナリストが分析し、同社がオペレーションを行うSouthwest Power Pool (SPP) とMidcontinent Independent System Operator (MISO) の管轄地域で市場変化に対処しています。

前述のように、Xcel Energyは約10年前に、好条件時にガスと石炭の発電資源を抑えて数百メガワットを風力発電に割り当てていました。しかし風速が時速約55マイルになると、速度超過による損傷を防ぐため風力タービンは回転を止めてしまいます。ときには1GW以上の電力損失が突然起こり、埋め合わせのため、石炭およびガス発電所を急遽起動しなくてはなりませんでした。

同社は再生可能風力資源の予測を向上するため、国立再生可能エネルギー研究所と米国大気研究センター(ともにコロラド州)の協力を得て、2008年に風力予測を始めました。Xcelはデータドリブンツールで予測誤差を3割以上削減し、6年間で450万米ドル以上のオペレーション費用を節約して効率化を実現しました。また、週末に石炭発電所を停止してメンテナンスできるのも、風力発電で需要をまかなえるとデータで分かるからです。

最近では、オペレーションデータのデータインフラストラクチャである同社のAVEVA PI Systemのデータを、監視診断センターが予知分析、プロセス画面、制御可能パラメーター、オンライン発熱率監視など、複数のアプリケーションに活用しています。分析は再生可能エネルギーにとどまらず、主要なベースロード発電所にも展開されており、アナリストが発電所データを問題解決や分析に利用しています。

予知分析によるコスト削減

1837年創立のAustralian Gas Light Energy (AGL) はシドニーを本拠地とし、東海岸の人口密集地の電力の3分の1を供給しています。同社の発電容量は2005年の300MWから2012年までに5,500MWに増加しており、さらに9,000MWへの拡大を計画されています。一方で、会社にはパフォーマンスに役立つ実用的データがほとんどありませんでした。

会社はデータインフラストラクチャにAVEVA PI Systemを導入してこの不足を補い、従業員がドラッグアンドドロップでリアルタイムデータの表示をカスタマイズできるようにしました。2015年4月にはオペレーション診断センターを立ち上げ、アナリストによる予測モデリングが可能になりました。また、高度パターン認識用の異常検知ソフトウェアを導入し、約2,700のモデルを構築して、約45,000の重要データポイントを5分ごとに監視しています。

AGLは強制停電削減とメンテナンスの最適化により、3年間で1,870万豪ドルを削減しました。また2017年には、水素冷却ステーターの致命的障害をアナリストが検知し未然に防ぎました。このインシデントではシステムアラートが鳴り出し、アナリストチームが水素出口温度の異常に気が付きました。オペレーターは再キャリブレーションして装置をライン上に戻しましたが、データは問題悪化を示していました。チームは調査のため計画的に稼働を停止し、部分的に分解したところで、ステーターの多くのコイルが数日前に発火していたことが分かりました。強制停電は予知分析により回避できましたが、起こっていれば約5,000万~7,000万豪ドルのコストになったと考えられます。

動的な市場制御

ペンシルバニアにある従業員35人の85MWの廃棄石炭発電所、Scrubgrass Generating Plantが常に注目しているのが電力競争市場です。同社は課題にデータで対抗しています。

1993年創業のScrubgrassは、生産電力に収益性の高い価格設定ができる電力購入契約 (PPA) の下で事業を行っていました。2013年にPPAが終了すると、会社は電力競争市場に翻弄されるようになりました。市場では、低コストの天然ガス主導で引き下げられた価格がScrubgrassの発電コストを下回ることが多く、金銭的損失が広がりつつありました。

こうした市場の現実に対して操業を最適化するため、同社のオペレーターは各種ソースのデータを統合し、発電所制御室でのリアルタイムの意思決定を可能にしました。発電所オペレーション、Web上の物価やエネルギー価格、エネルギー市場関連データ、長期金融データを、オペレーターが収集し統合しました。

オペレーターは動的エネルギー市場に対する発電所運転コストをモデリングし、発電所の収益率をリアルタイムに追跡できるシステムを開発しました。データは発電所制御室に表示され、オペレーターは自身が行った決定の金銭的影響を確認できます。ある傾向予測では、ボイラーの計画停止がどのように発電所に損害を与えるかというビジネスケースを構築し、1週間で160,000米ドルを節約しました。経営幹部はデータ分析で得たこの情報に基づいて稼働停止計画を改め、発電所の稼働を継続しました。



意思決定をデータがサポート

発電および送配電のどの段階においても、データは意思決定をサポートし、高価な長期資産の最適化に貢献します。再生可能エネルギー、双方向送電、分散型資源の増加により、実用的データへのニーズが高まっています。

電力だけでなくデータの管理も重要業務だと認識している電力会社が今後は成功するでしょう。最先端を行く会社は、どちらが欠けてもうまくいかないことをよく分かっています。