

# 発電所における電力自由化後の競争優位を目指して

## これからの発電所運営に必要なITソリューション

発電所は、これまで安全第一を前提にコスト削減や作業効率化といった視点でさまざまな変革施策を実施してきました。小売全面自由化後も、安全第一であることは変わりませんが、それに加えて競争力が求められます。2020年に実施される発送電分離も控え、今後は、発電部門としてのパフォーマンス向上や収益最大化が、より重要視されるようになるでしょう。

本稿では、発電所運営がより無駄なく、かつ利益を最大化するために、その競争力の源泉となる変革やテクノロジーについて考察します。

### ▶▶ 1. これまでの発電所変革～EAMの導入

発電所は、安全第一を前提にコスト・パフォーマンスの良い操業を行うことが重要であり、これまでにモバイルを利用した作業効率化や運転・保全計画の最適化、燃料調達タイミングの最適化など、ITを利用したさまざまな変革施策に取り組んできました。

特に保全領域は発電所コスト全体に占める割合が高く、安全性、コスト削減のどちらにおいても改善効果が大きいと、多くの発電所においてEAM(Enterprise Asset Management: 統合保管理システム)が導入されました。図1にIBMが提供するEAM製品「IBM

Maximo」の機能一覧を示します。EAMは、設備管理・保全業務管理に必要な機能が単一のプラットフォーム上に提供されており、業務効率化と設備に関する情報の一元管理を実現します。EAMは、膨大な点検量に対して実施すべき点検工事を漏らすことなく、かつ実施すべき時期に確実に実施するための仕組みであり、発電所における安全性向上、設備信頼性向上、保全業務管理の効率性に大きく寄与してきました。また計画外停止の発生も抑制し、計画外のコスト発生と設備停止による機会損失の両方を抑えることにも寄与してきました。

さらなるコスト削減の面でも、EAMは大きく貢献します。発電所では、保全点検量の削減により、さらなる能動的なコスト削減を目指しています。各発電所の保全作業は、規制の関係もあって、一定間隔で点検、修理、交換を実施するTBM(Time Based Maintenance: 時間基準保全)に従っており、その点検作業量は膨大です。この膨大な作業量を減らすためには、その作業の頻度を軽減(TBMの点検間隔を長くする)するか、TBMの代わりに設備の状況に応じて点検、修理、交換を実施するCBM(Condition Based Maintenance: 状態基準保全)を採用する必要があります。

TBMの頻度軽減やTBMからCBMへの保全方式の変更を実施する際の方法論として、RCM(Reliability Centered Maintenance: 信頼性重視保全)やRBM



図1. EAMが提供する機能

(Risk Based Maintenance: リスクベース保全)があります。どちらの方法論においても、保全方式の変更を判断するには、工事履歴や故障情報をEAMに正確に蓄積する必要があります。つまり、EAMに蓄積された情報を基にRCMやRBMを適用し、安全性や信頼性を損なうことなく不要不急の点検や交換を見いだすことで作業量を削減し、コスト削減につなげるのです。

EAM導入前は、経験上ある作業が不要不急であることを感じていても、データの裏付けがないためにそのまま実施するしかありませんでした。しかし、EAMを導入することで、不要不急の作業については明確な根拠を持って遅らせることが可能になったのです。

## ▶▶ 2. 競争優位を目指して～予知保全への挑戦

実際にEAMを導入した発電所では、早いところでは2-3年後にはTBM作業量を大きく削減しています。しかしながら、定期点検の間隔が変わらなければ、EAM導入後数年でTBMの頻度やCBM化率はほぼ最適な状態に落ち着いてしまいます。その後もCBM採用の判断が継続して行われても、大きなコスト削減の余地はないと思われま

す。しかし、発電所に競争優位を目指すことが求められるようになると、さらなるコスト削減を実現しなければなりません。安全第一は変えられないため、やみくもに点検頻度を減らすことは逆効果です。もしその設備に発生する故障・異常を予知できるなら、さらに点検頻度を削減したり、さらにはTBM自体をやめてすべてCBMへ切り替えることが可能になります。そこで、予知保全(Predictive Maintenance)の実現が重要な取り組みとなってくるのです。

発電所の設備には特性があり、その特性に応じた劣化モード(劣化のパターン)が存在します。その設備の劣化モードが既知の場合、設備の状態を監視していれば劣化の傾向を検知することができます。CBMは、簡単に言えばある特定の監視項目の値がしきい値を超えたらアラートを出すものです。予知保全とは、監視項目の値の傾向を見てあとどのくらいで事象が発生するかを推測する技術です。しかし現代の発電所において、単なる劣化傾向の監視はほとんど有効ではありません。これには2

つの大きな理由があります。1つ目は設備自体の品質が格段に良く、劣化モードに従った劣化傾向を見いだすことがほぼ不可能であること、2つ目は劣化傾向が現れる以前に設備あるいは部品の交換が行われてしまうためです。

このような状況を踏まえて、発電所設備における予知保全には、EAMに蓄積された故障履歴だけでなく、運転のために測定されているセンサー・データを利用するなど、より広範囲のデータを用いる必要があります。

## ▶▶ 3. 予知と最適化のソリューション～PAO

これまで、センサー・データは運転管理のためのものであり、そのデータ量は設備のデジタル化が進行するにつれ爆発的に増えてきました。近年、この日々増加するビッグデータを保全変革に役立てられないかを検討する取り組みが増えています。IBMでは、PAO(Predictive Asset Optimization: 予知と最適化)ソリューションでこの取り組みをご支援しています[1]。これは、解析に関わる最先端のIBMソフトウェア製品とコンサルティング・サービスを組み合わせ、予知と最適化を実現するソリューションです。設備に関するさまざまなデータを解析し、故障や異常の予知や設備ごとの故障率や健全性指標などを導き出します。これらにより、コストの最小化や収益の最大化を実現できる点検タイミングを算出できます。このように、PAOは解析技術を応用して保全計画を含む保全業務全体の最適化を目指すものなのです(図2)。



図2. PAOソリューション

データの取得方法やデータの解析手法はさまざまで、予知保全の仕組みはその時の発電所の状況によって異なります。最初から大掛かりな解析の仕組みを導入したり、明確な目的もなくやみくもに大量のセンサー・データの解析を実施しても、あまり良い効果は得られません。ビッグデータとアナリティクス技術さえあれば何かが生まれるというわけではなく、その発電所において得られるデータ、将来的な方向性などを加味して、しっかりとした将来像を描いてから実施していく必要があります。

将来像に基づく予知保全の実現には、①予知保全を実現する対象設備の洗い出し、②実証実験、③本格実装の3ステップのアプローチが有効です。アプローチの基本は、「広く大きく考え、小さくスタートする」です。まず、発電所にとって信頼性の改善が大きな意味を持つ設備や、保全コストを大幅に削減できる可能性がある設備・事象などを複数洗い出します。ビジネス効果が大きい予知保全であっても、その実現には新たなセンサーを設置するなど、大きな投資が必要なものもあります。また、試した結果、予知保全が適用できない設備・事象であるという結論に至る場合もあります。よって、まずは洗い出した中から、小さくスタートできるものを見つけて進めていきます。

小さくするスタートする、つまり実証実験の対象は、EAMに蓄積されたデータのようにすぐに利用可能なデータがあることや、期待効果が大きいことなどを条件にして決めるとよいでしょう。センサー・データが利用可能で

あればEAMの故障情報と合わせて検証します。実証実験の目的は、解析技術や取得可能データ精度の有効性を検証することです。また、解析を行う前提として、データを収集し加工する仕組みが必要となります。既存の解析業務フローにおいて、このデータ収集・加工のステップに大変手間がかかる場合があるので、実証実験の目的に業務効率化に対する有効性の検証も加えてもよいでしょう。

予知保全適用のビジネス効果が確認できた設備や事象が複数存在し、かつ費用対効果の面でも有効であることが確認できて初めて、ITソリューションへの投資計画を実行する段階になります。その際、将来のさらなる分析領域の拡大を見込んで、汎用的な仕組みを構築することが肝要です。もちろん、大きな仕組みを必要としない分析もありますので、投資タイミングの最適化を考慮しながら、仕組みを部分的に導入していく方がよい場合もあります。図3は欧米の電力会社においてビジネス効果が期待できそうな解析技術の適用テーマを洗い出し（このケースは予知保全だけではなくアセット・パフォーマンスを向上させるためのさまざまな分析候補を洗い出しています）、それらをITの仕組みの導入順序も含めて、どのように実施していくかの順序を考えた例です。

このような実施順序を検討すると、最終的にはデータ統合から高度な解析、可視化、意思決定、ビジネス価値創出までEnd-to-Endでつなぐ「分析の基幹システム」が必要となってくるのが分かります。IBMでは、前

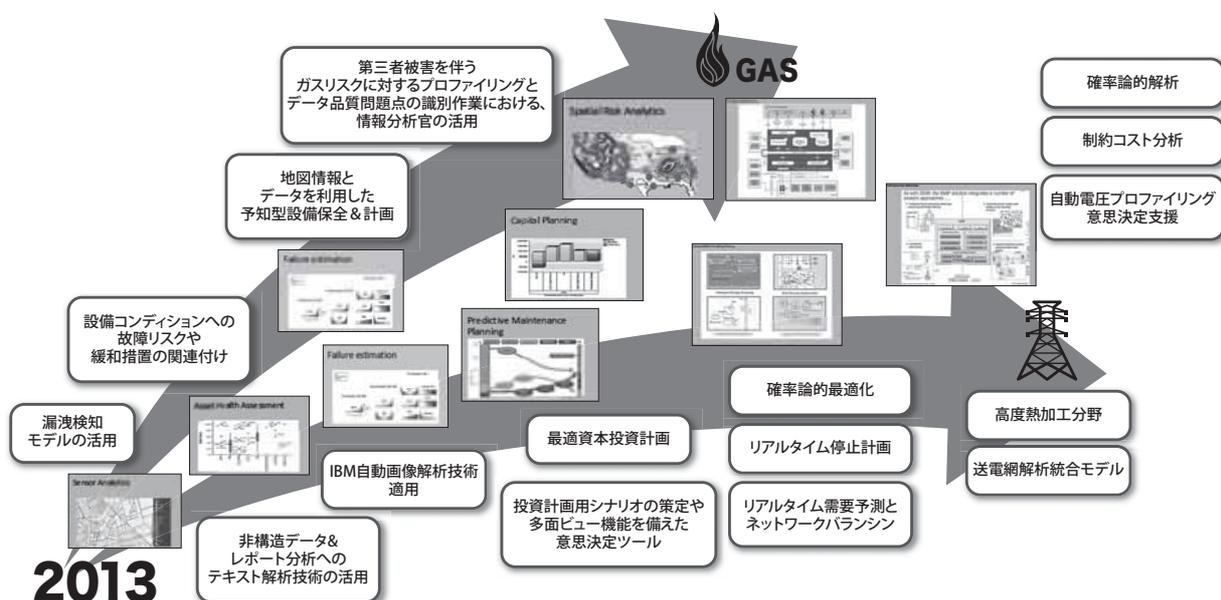


図3. アナリティクス・ジャーニー

述のPAOソリューションを実現するための電力業界向けの分析基盤として、「IBM Insights Foundation for Energy(IFE)」をご用意しています(図4)[2]。

#### ▶▶ 4. プラント・ライフサイクル情報の整備

次にエンジニアリング領域に目を向けてみましょう。米国では、PLIM(Plant Lifecycle Information Management)[3]が貧弱なため、設備産業界において毎年158億ドルもの損失があるという試算結果があります[4]。逆の言い方をすれば、米国ではそれだけエンジニアリング業務が頻繁に行われているということであり、このPLIMという仕組みは、設備パフォーマンス、O&M(Operation&Maintenance)コスト低減、投資タイミングの最適化のために必須のツールとなっています。

PLIMとは、設備の設計、運用から廃止に至るまでのライフサイクル全体をカバーして情報を整理し管理する仕組みです。典型的なPLIMシステムは、発電所を構成する全設備の構成情報を体系的に管理し、ある設備で発生した変更が及ぼす影響や、複数部署で発生した変更要求が特定設備上で矛盾を起こしていることなどを検知できる機能を有しています。図5に、PLIMの仕組みとして構築したCMIS(Configuration Management Information System)の例を示します。

自由化後は、競争優位確保のために、エンジニアリング業務における仕様改善がますます重要になります。さらに、マージン・コントロールもその重要性を増してくると思われれます。これは、マージンと呼ばれる設備自体

の性能をコントロールする運用上の設定を最適化することによって、設計変更を伴わずに性能改善を実現し、運転・保全コストの削減につなげるものです。自由化後のエンジニアリング業務を効率的かつ正しく実行するために、今後はこのPLIMが大変重要な役割を担うこととなります。

#### ▶▶ 5. フリートマネジメントに向けて

保全領域の変革としてEAM導入から予知保全の適用、さらにエンジニアリング領域の変革としてPLIMについて解説してきました。これらは発電所単体での最適化施策です。次に着手すべき変革施策として、発電所を統括する発電部門全体の最適化を指向する術として、フリートマネジメント機能の強化について述べます。

フリートマネジメントは、複数の発電所それぞれの特徴をかんがみ、そのときどきのマーケットの状況や為替、燃料の状況を適宜チェックし、それに応じたベストミックスの運転計画、保全計画の最適化を行い、フリート全体(=全発電所)での収益最大化を狙うものです。

各電力供給部門(所有する発電所の運転計画担当部門)は、さまざまな条件のもと最適な供給計画を立案する機能を有していますが、競争優位のためのフリートマネジメントを実現するためには、これまでの立案機能に対し大きく2つの変革が必要です。

1つ目は、操業(運転・保全)・燃料コスト以外に、収益最大化の観点から、電力市場価格もインプットとすることです。フリートマネジメントという仕組みは、欧米ではフリート運営の最適化だけではなく、発電所ポート

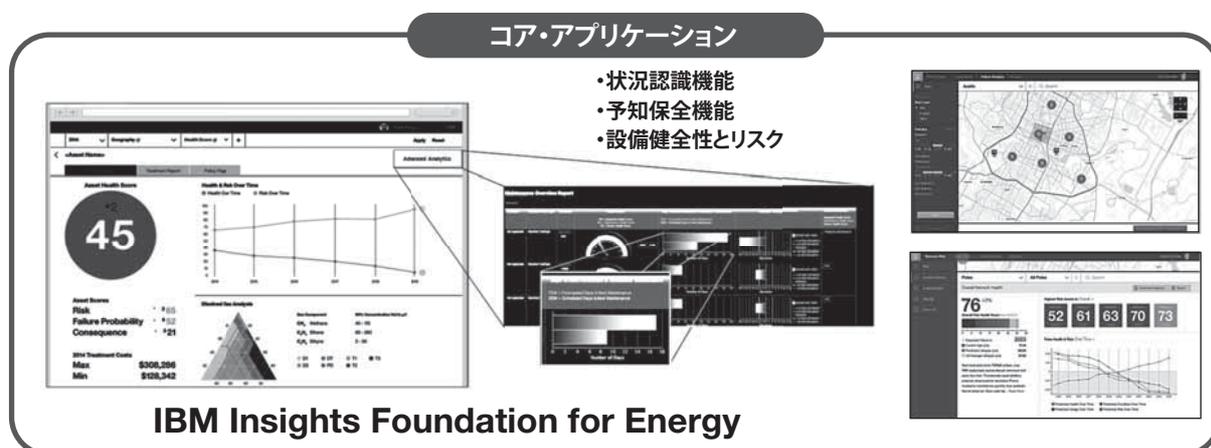


図4. 電力業界向け分析基盤 IFE

フォリオの最適化にも用いられています。先ほどのインプットに、プラント健全性指標や稼働率も加え、パフォーマンスと収益を可視化します。今後の発電所運営においては、利益の少ない発電所からは撤退する判断も必要となってくるため、これは非常に重要な機能だと言えます。

2つ目は、その立案頻度です。日々刻々と変化する情勢に適切に対応するためには、日次単位で供給計画を変更できることが望まれます。図6は、欧米の事例として、刻々とかわる諸条件(操業コスト、立ち上げコスト、燃料費、CO<sub>2</sub>排出量、市場価格など)を条件に、収益が最大となるように最適な運転計画を立案した例です。この例では、10カ所の発電所の収益最大となる稼働タイミングを示しています。2カ所の大型石炭火力をベースとし、電力需要予想に合わせて、まず立ち上げコストが比較的高い4カ所の石炭火力を稼働させ、最後に小回りの利くガス火力をピークに合わせて起動、停止しています。ここには点検のタイミングも制約条件と加えられ、その中でベストミックスな運転計画を立案します。

今後、立案頻度はますます頻繁になることが要請されてきます。業務として、日次ベースでの計画変更に対応できるか否かが重要となり、日々変わるマーケット状況にフリート全体(=全発電所)が迅速に対応できることこそが競争優位の源泉となります。

## 6. 最後に

電力自由化後、「発電所を運営する」ことは、「発電所を経営する」と同義になると筆者は考えています。

各社の置かれている状況に応じて、的確な戦略を立案した上で最適なソリューションを導入すべきですが、解析のような新しい技術を利用する場合や、フリートマネジメントのような全社変革まで必要となるかもしれない大規模な施策については、「広く大きく考え小さくスタートする」ことが重要です。

これまで、安全第一を前提に、コスト・パフォーマンスの良い操業を行うことが重要だった発電所が、自由化後は収益確保の源泉になることが求められます。発電部門も経営視点を持って、まずは広く大きく考えてみるべき時期であると感じています。

### [参考文献]

- [1] IBM: Predictive Asset Optimization (PAO) のご紹介, <http://www.ibm.com/services/jp/info/predictive-asset-optimization/>
- [2] IBM: IBM Insights Foundation for Energy <http://www.ibm.com/software/city-operations/energy-analytics/solution/index.html>
- [3] IBM: Plant Lifecycle Information Management [http://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&nfotype=PM&appname=SNDE\\_LB\\_EU\\_USEN&htmlfid=LBE12345USEN&attachment=LBE12345USEN.PDF](http://www.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?subtype=XB&nfotype=PM&appname=SNDE_LB_EU_USEN&htmlfid=LBE12345USEN&attachment=LBE12345USEN.PDF)
- [4] 米国標準技術研究所 (NIST): Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/build04/art022.html>



日本アイ・ビー・エム株式会社  
グローバル・ビジネス・サービス事業  
公共・通信・メディア・公益サービス事業部  
公益ソリューション・サービス  
アソシエート・パートナー

宇治原 里志  
Satoshi Ujihara

主に保全業務変革、保全システム導入の経験多数。現在は公益事業本部にて、発電所向けソリューション開発およびその導入を担当。米国電力とのつながりが強く、米国電力とのベンチマーキングを得意とする。ここ数年は、運転データを活用した保全最適化アナリティクス・ソリューションや原子力発電所サイバー・セキュリティなどの新しいソリューション開発に実績がある。

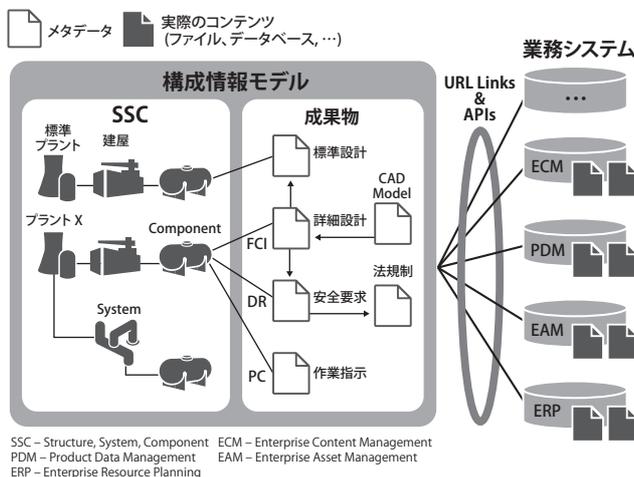


図5. CMIS

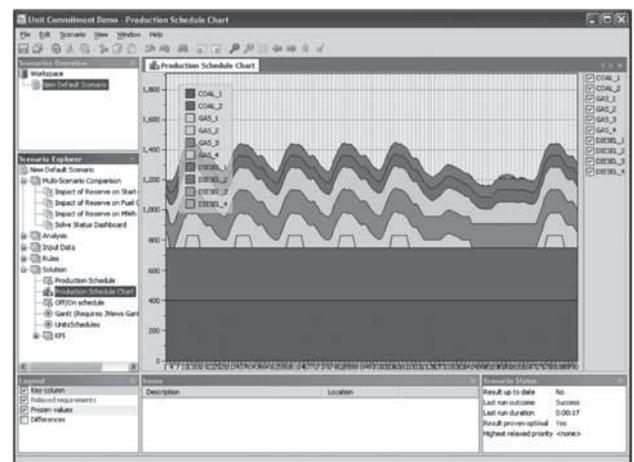


図6. ユニット・コミットメント