

エネルギーサービスの ライフサイクルソリューション

Lifecycle Solutions for Energy Service

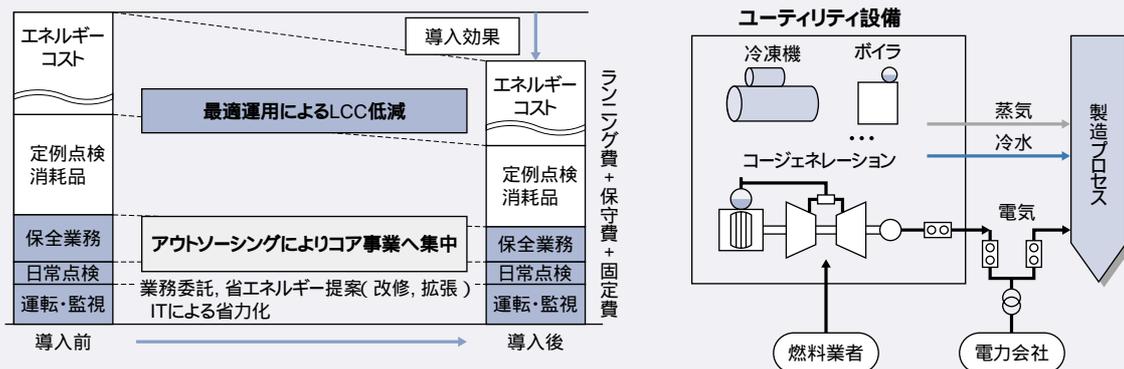
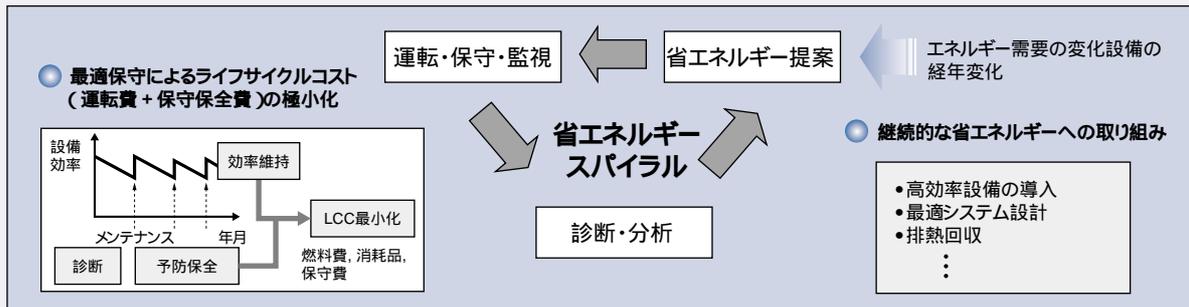
富田 泰志 Yasushi Tomita

藤居 達郎 Tatsuo Fujii

久島 大資 Daisuke Hisajima

吉田 卓弥 Takuya Yoshida

ライフサイクル最適運用



注：略語説明 LCC(Lifecycle Cost), ROA(Return on Asset)

日立グループのエネルギーサービスにおけるライフサイクルソリューション

製品技術、システム計画、プラント建設、資金調達、運転保守、情報ネットワークにわたるトータルなノウハウにより、ユーザーのエネルギーソリューションの推進を支援する。

ESCO(Energy Service Company : エネルギーサービス事業)は省エネルギー設備をユーザーに代わってESCO事業者が設置し、毎年の省エネルギーによるメリットで設備投資を回収するサービスである。契約期間は、初期投資回収のため、一般に10年程の長期になる。そのため、省エネルギー効果やコスト削減効果を長期間にわたって計画どおりに確保することは、ユーザーとESCO事業者の双方にとって、安定した事

業継続のために重要である。

日立グループは、ESCOサービスのライフサイクルにおける省エネルギー効果やコスト削減効果を最大化、安定化するために、製品技術を活用した設備ライフサイクル最適運用ソリューションと、金融技術を生かした低リスクな燃料調達ソリューションを導入し、高精度かつ信頼性の高いESCOサービスで、省エネルギーと地球温暖化防止に貢献する。

1 はじめに

環境問題の高まりとともに、省エネルギーや地球温暖化効

果ガス排出量削減を目的として、省エネルギー法の規制強化、新エネルギー利用促進、排出権取引引き、環境税など、各種の公的規制や制度が導入されつつある^{1)~5)}。熱や電気を多量に使用する一般事業者にとって、省エネルギーやCO₂

(二酸化炭素 排出量の削減は重要な社会的責務であると同時に、対応が遅れると企業イメージが損なわれ、社会的な評価が低下してしまうこともあるため、収益につながる重要な課題である。

ESCO(Energy Service Company: エネルギーサービス事業)は、一般事業者が効率的に省エネルギーを実現する有効な手段である。長期間の省エネルギー事業を安定して継続するため、ライフサイクルにわたる適切な運用が不可欠である。経年によって設備の性能が低下すると、燃料消費が増加するとともに、能力不足を補う設備の燃料消費が発生するため、適切な保守によって設備性能を維持する必要がある。特に、ライフサイクルの費用対効果を踏まえた最適な保守が必要である。また、コージェネレーション(熱電併給)を主体としたESCOの場合など、事業コストに占める割合の大きい燃料費の削減は、経済性の確立にとって大きな課題である。特に、燃料価格は過去の実績を見ても大きく変動するが、その影響を最小限にとどめる必要がある。

ここでは、ESCO設備の運転・保守のライフサイクルにおいて、省エネルギー効果やコスト削減効果を最大化および安定化する日立グループのESCOソリューションとして、主要なユーティリティ設備である冷凍機とガスタービンの最適運用ソリューションと、低リスクな燃料調達ソリューションについて述べる。

2 冷凍機の最適運用ソリューション

ESCO事業で対象とする産業プラントと一般の空調システムでは、冷熱供給の主機である冷凍機の運用コスト削減が、メリットを創出するうえで重要な課題である。

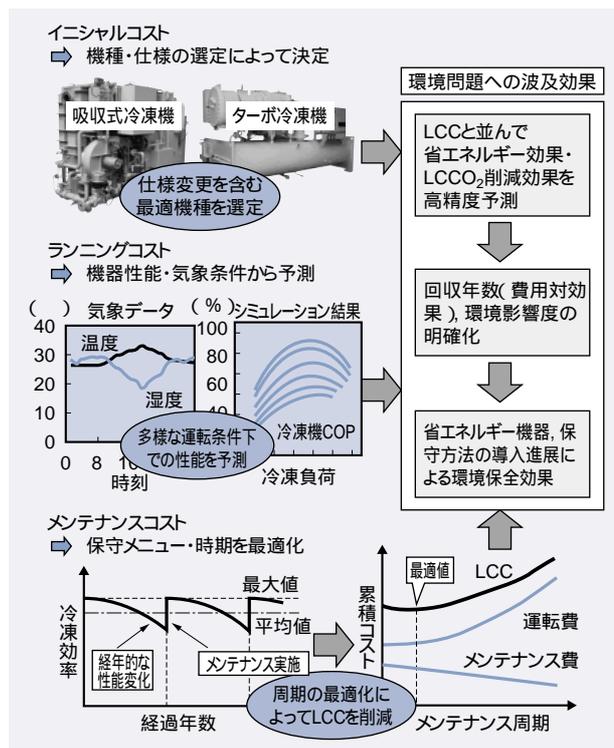
日立グループは、冷熱機器事業とメンテナンス事業における製品・サービス技術をフルに活用し、さまざまな運転パターンでのライフサイクルコストを高精度にかつ汎用的にシミュレーションし、これに基づいて最適な運用を図っている(図1参照)。

2.1 冷凍機のライフサイクルシミュレーション

ESCO事業では、冷凍機として主に電動式のターボ冷凍機と熱駆動式の吸収式冷凍機を対象とする。これらのライフサイクルコストは、(1)インシャルコスト、(2)ランニングコスト、および(3)メンテナンスコストに分類できる。

日立グループは、メーカーとしての製品技術を活用して、機種や内部構成の違いなどによるライフサイクルコストへの影響を予測し、また、保守サービス事業で得たノウハウにより、運転状況に応じた保守メニューとその費用対効果を精度よく予測する。これにより、初期投資の回収効果を精度よく予測し、最適な省エネルギー機器の導入を図る。

長期間のランニングコストの予測には、多様な運転条件で



注：略語説明 LCC(Lifecycle Cost), LCCO₂(Lifecycle CO₂(二酸化炭素)) COP(Coefficient of Performance)

図1 冷凍機のLCC評価技術の概要

インシャルコスト、ランニングコスト、およびメンテナンスコストの総和が最小となる機器の選定と最適運用ソリューションを提供する。

の冷凍機の性能データが必要であり、これらのデータを実機試験で取得することは現実的には難しいため、冷凍サイクルシミュレータを駆使してデータベースを構築した。このシミュレータは、製品設計や遠隔監視診断アルゴリズム開発で活用しており、ほぼすべての機種に対応するとともに、以下の特徴がある。

- (1) 吸収式冷凍機を高効率タイプとした場合や、ターボ冷凍機をインバータ制御した場合などの予測が可能である。
- (2) 熱交換器の仕様など、冷凍機内部の構成を変更した場合の予測が可能である。
- (3) チューブ汚れ係数などのパラメータを反映したことにより、(1)と(2)の効果を経年的な性能変化を含めて評価することができる。

2.2 メンテナンスパターン最適化によるLCCの削減

LCC(Lifecycle Cost)の削減には、冷凍機に対するメンテナンスを適切な内容と時期で行うことも有効である。冷却水チューブ汚れについても、付着した汚れの種類に応じて洗浄方法が異なり、これらの組み合わせから洗浄コストと性能回復効果が決まる。

日立グループは、遠隔監視システムを含む長年のメンテナンス事業で培ったノウハウをベースに、冷凍サイクルシミュレータを援用してこの技術を体系化した。稼働中のほぼすべての機種について、遠隔監視データによる冷却水チューブ汚れ

などの診断が可能である。

導入時に一定の性能変化を想定してメンテナンス計画を立てるとともに、その後の監視データを用いた計画の修正により、状況の変化に対応したメンテナンスを行い、コストメリットの最大化を図る。

3 ガスタービンの最適運用ソリューション

ESCOの主要熱源機器として、発電して電気を供給し、余剰エネルギーを熱として回収して供給するコージェネレーションがある。その中でも原動機にガスタービンを用いるガスタービンコージェネレーションは、わが国の累積設置容量の49%を占めており(社団法人日本コージェネレーション協会調べ)、電気だけでなく熱の需要が多い産業分野を中心に広く使われている。

日立グループは、性能評価、劣化評価、最適運転、最適保守を統合したライフサイクル最適運用により、短期的な導入初期の効果だけでなく、長期のサービス期間全体にわたって導入効果の最大化を図る(図2参照)。

3.1 性能評価

ライフサイクル最適運用では、原動機の効率をいかに維持

して事業の主要なコストである燃料代を抑えるかがポイントである。このため、設備の運転状態の計測値に基づいて性能状態を評価する。ガスタービンは、性能が大気の温度や圧力、湿度の条件に大きく影響される特性があり、計測値のトレンドだけでは性能状態の推移を正確に把握できない。そのため、性能シミュレータを用い、負荷や大気条件など運転状態に応じて発電効率、熱効率、および内部状態値を予測し、この予測値と実測値を比較することで性能状態を評価する。シミュレータの構築と運用には、日立グループの設計ノウハウや運転実績を反映している。経年変化や保守履歴による状態変化に対応してモデル同定する。

3.2 劣化診断

シミュレータによる性能の予測値と実測値の比較評価を時系列解析し、設備全体の出力や効率と、各構成要素の効率の推移の傾向を評価する。傾向の判定は、フィルタリングと統計処理によって定量評価する。また、運転履歴に基づいて材料の余寿命を予測する。

3.3 最適運転

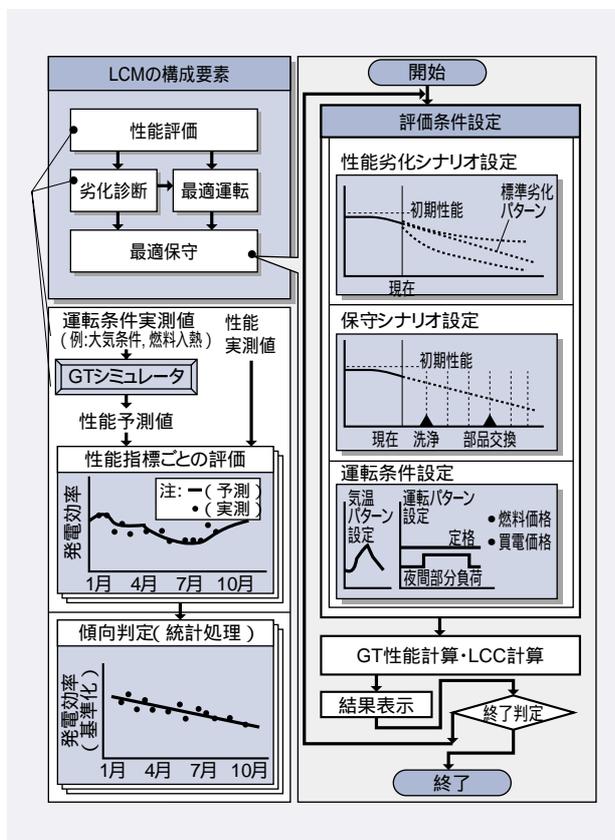
ESCOによる顧客メリットの源泉は、エネルギーコストの削減である。顧客設備の電気と熱の需要の変動に応じたコストミニマムな運転制御を行う。季節、曜日、時間帯、負荷に応じたコスト因子の変動を考慮して、熱電可変制御の最適運転点を決定する。

この際、設備の最適運転点をライフサイクルで見ると、初期の性能状態では最適であった運転点が、経年の運用や保守の実施による性能の変化に伴ってずれることがある。ライフサイクル最適運用では、これを加味して最適点を決定する。

また、運転点の変更による予想寿命延長効果を加味した最適点の検討も重要となる。

3.4 最適保守

最適保守では、設備性能の劣化診断の結果に基づいて、サービス期間全体のコストメリットが最大になるように保守の時期と内容を決定する。この際の課題は、性能を維持するために必要な保守費用と、性能劣化をある程度容認することによる燃費増大のトレードオフ(二律背反性)を、どこでバランスを取るかである。これについては、性能劣化の進行パターン(シナリオ)と、保守の時期と内容のシナリオを組み合わせたシミュレーションに基づいて、最適な保守時期と内容を決定する。



注：略語説明 GT(Gas Turbine), LCM(Lifecycle Management)

図2 ガスタービンのライフサイクル最適運用の構成例
長期のサービス期間全体にわたる導入効果を最大化する。

4 低リスクな燃料調達ソリューション

ESCOサービスでは、機器効率向上や排熱回収などの工

エネルギーフローの改善によって買電量や燃料使用量を削減する。そのコスト削減効果からESCO設備で使用する燃料代などの運転費用を差し引いた額がコストメリットになる。したがって、電気代単価や燃料単価の変動による影響を最小限にとどめることが重要である。

日立グループは、燃料単価を固定化する金融サービスである燃料デリバティブなども活用して、長期間にわたってESCOメリットを安定確保できる信頼性の高いESCOサービスを提供する。特に、燃料デリバティブ条件によるコストメリットの安定化効果を試算するESCO燃料リスク管理ツールを開発、運用し、燃料デリバティブの取引条件(固定単価、数量、期間)を適切に運用する(図3参照)。

このツールの特徴は以下のとおりである。

(1) 燃料価格変動の振れに対して、ESCOメリットの変動分布をシミュレーションし、燃料デリバティブ条件による分布の安定化効果を比較出力する。これにより、定量的な評価が可能である。

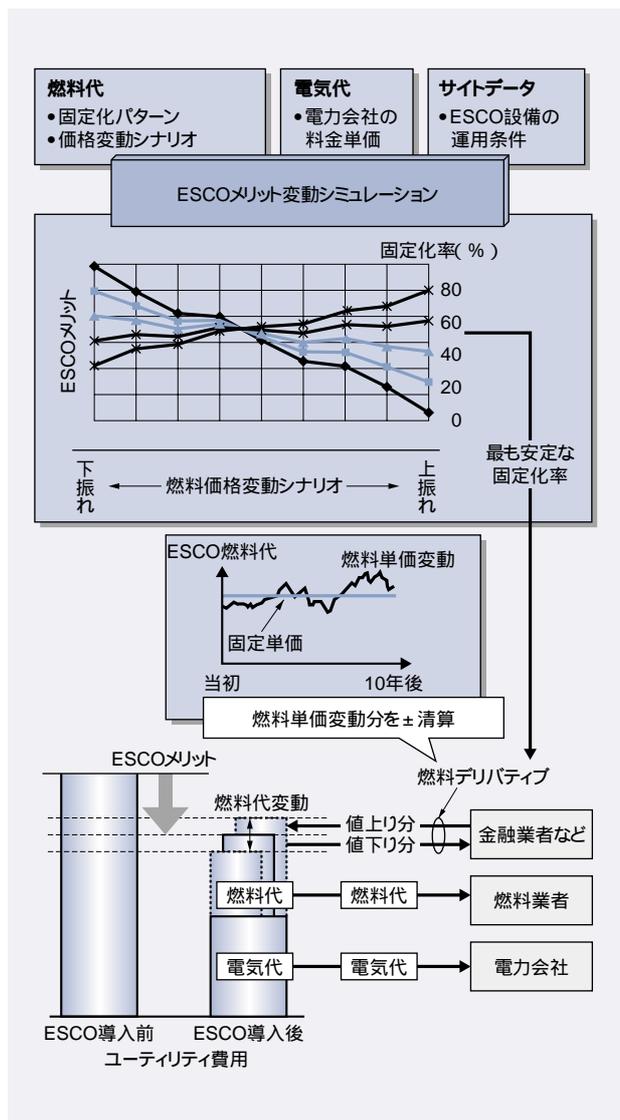


図3 燃料デリバティブを活用した燃料代安定化の概要
ESCOメリットを最も安定化する燃料デリバティブ条件を設定する。

(2) 燃料価格変動に付随して変動する電気代単価の影響を反映させる。これにより、燃料価格変動と電気代単価変動の相殺を考慮した、適切な固定化数量を検討することができる。

(3) 固定単価は、燃料フォワードカーブから固定化月次パターンごとに算定する。燃料市況の動向を踏まえて、10年間各月の固定化数量を変化させるパターンも検討が可能である。

5 おわりに

ここでは、日立グループのエネルギーサービス事業におけるライフサイクル最適運用ソリューションについて述べた。

日立グループは、製品技術やメンテナンス技術、および金融技術を生かし、高精度かつ信頼性の高いエネルギーサービスにより、省エネルギーと地球温暖化防止に貢献していく考えである。

参考文献

- 1) 経済産業省：京都メカニズム利用ガイドVersion4.3(2003)
- 2) 環境省：温暖化対策税制の具体的な制度の案(2003)
- 3) 資源エネルギー庁：RPS制度説明会資料(2003)
- 4) 環境省：温室効果ガスの国内排出量取引制度について(2002)
- 5) 経済産業省：今後のエネルギー政策について(2001)

執筆者紹介



富田 泰志

1990年日立製作所入社、日立研究所 情報制御第四研究部所属
現在、エネルギーソリューションに関する研究開発に従事
電気学会会員、空気調和・衛生工学会会員、IEEE会員
E-mail: ytomita @ gm. hrl. hitachi. co. jp



久島 大資

1988年日立製作所入社、電機グループ エネルギーソリューションサービス推進本部 所属
現在、産業部門を中心としたエネルギーソリューションサービス事業推進に従事
日本機械学会会員、日本冷凍空調学会会員
E-mail: daisuke_hisajima @ pis. hitachi. co. jp



藤居 達郎

1991年日立製作所入社、機械研究所 空調システムプロジェクト 所属
現在、冷凍機およびエネルギーシステムの研究開発に従事
日本機械学会会員、空気調和・衛生工学会会員
E-mail: fujii @ merl. hitachi. co. jp



吉田 卓弥

1993年日立製作所入社、電力グループ 電力・電機開発研究所 石炭科学プロジェクト 所属
現在、エネルギー設備のライフサイクルマネジメント技術の研究開発に従事
日本エネルギー学会会員、廃棄物学会会員
E-mail: takuya_yoshida @ pis. hitachi. co. jp