

化学プラントの省エネルギー対策と展望

(その4) 省エネルギー対策の進め方と展望

環境企画 主宰 松村 眞

本稿は2014年12月16日、化学工学会関西支部・和歌山支部が共催で開催した省エネルギーセミナー（於・和歌山）で配布した資料を加筆・修正したものである。

5. 省エネルギー対策の進め方

省エネルギー対策の進め方には、大きく二通りがある。一つは自社の組織活動として展開する方式で、通常は社内に恒常的なエネルギー管理部門が必要である。このため、石油精製や石油化学など、エネルギー消費量の多い大規模な工場に適している。もう一つは専門事業者に委託する方式で、社内に特定のエネルギー管理部門がなくても構わない。このため素材生産よりも製品の付加価値が高く、エネルギー消費量が相対的に少なく、どちらかという消費財生産に近い化学工場に適しているであろう。

5.1 自社中心方式

図5.1に自社中心方式の進め方を示す。第1段階は省エネルギー対策推進体制の整備である。多くの場合、工場全体のエネルギー管理部門を中心に、各設備の運転管理部門から担当者が参画する推進チームが作られる。省エネルギー対策のテーマは小規模分散型なので、設備の現場をよく知る運転管理者の方が、改善テーマに気がつきやすいからである。一通りの省エネルギー対策が実施された後も、推進チームは省エネルギーチームなどと名称を変えて残ることが多い。継続的な活動が求められるからである。

第2段階は、推進チームメンバーによる省エネルギーアイデアの提案で、集められた提案は第3段階でスクリーニングが行われる。思いつきのアイデアは集まりやすいが、中には実効性が低いテーマや、予想以上に費用が大きいテーマが含まれているからである。第4段階では、スクリーニングされた複数のテーマについて、詳細な検討が実施される。詳細検討では費用対効果の確認が求められるので、改造工事の設計と工事費の積算が必要になる。工事費の積算や工期の推定では、機器メーカーや工事事業者の協力が必要なことも多い。詳細検討の結果、費用対効果が確認され工期と予算が承認されると、第5段階で改修工事が発注される。後は工事の実施と、工事完了後の省エネルギー効果の確認である。

この一連の作業の中で、もっとも重要なのは第3段階のスクリーニングである。概略でも費用対効果を念頭に置いた判断が必要なので、経験のあるエネルギー管理者と工事管理者の両方の参画が望ましい。それでも第4段階で行われる詳細検討の結果、候補テーマが採用できない結果になることも珍しくない。理由としては処理量が想定より少なく、予想したほどの省エネルギー効果が得られなかい場合や、機器の納品と工事に予想以上の期間が必要な場合などがある。筆者の経験では23件のアイデアがありながら、最終的に5件しか採用に至らなかったことがある。

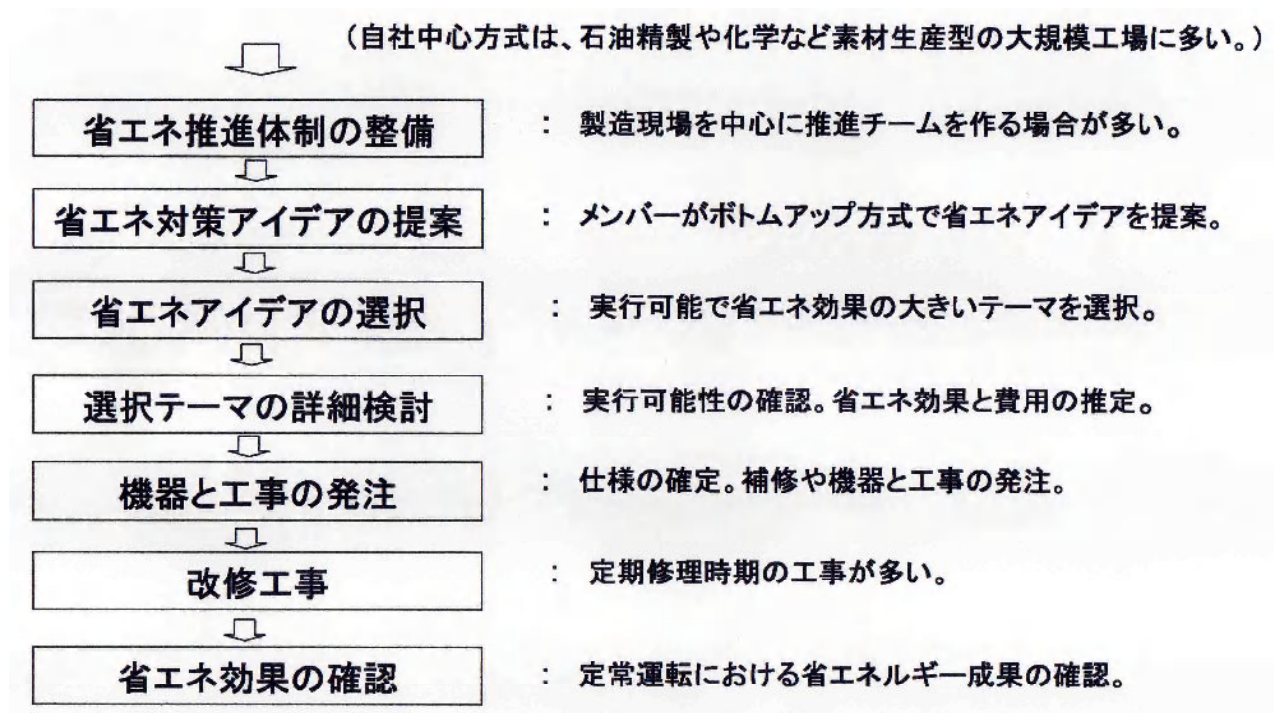


図 5.1 自社中心の省エネルギー対策推進方法

5.2 専門事業者委託方式

省エネルギー対策を推進する二つ目の方式は、省エネルギー専門事業者に委託する方式である。日本で省エネルギー対策が積極的に展開され始めた1980年代は、自社中心方式しかなかった。エネルギー消費量の多い素材産業が中心だったから、工場の内部にエネルギー管理部門があり、中心的な役割を果たすことができたからである。とくに運転管理の改善による省エネルギー対策の推進には、設備をよく知る現場の協力が重要だから、自社中心方式が効果的だった。しかし、設備改善による省エネルギー対策の比率が高くなると、候補テーマの抽出と有効なテーマのスクリーニング、および詳細検討の人材と工数が負担になる。

一方、1980年代になると、アメリカを中心に省エネルギー対策を請負うビジネスモデルが発展した。ESCO事業 (Energy Service Company) と呼ばれる方式で、1990年代から日本にも普及

し、現在、日本では約 130 社が ESCO 推進協議会に加入している。ESCO 事業の特徴と、サービス役務の内容を下記に示す。

5.2.1. ESCO 事業の特徴

- ① 省エネルギー対策に必要なすべての費用（設備設計費、工事費、維持管理費など）を、設備の改修で得られる契約期間中の光熱水費の節減分で賄う。
- ② 契約期間終了後の節減分は顧客の利益になる。
- ③ 計画、設計、施工、維持管理まで、すべての工程を ESCO 事業者が責任をもって請負う。
- ④ 省エネルギー効果を確認するための計測と検証には、短期・長期計測、統計解析、シミュレーション手法が適用される。
- ⑤ 契約形態には、改修工事資金を顧客が調達するギャランティード・セイビングス契約と、ESCO 事業者がリース業者と提携して調達するシェアード・セイビングス契約がある。
- ⑤ 保証した省エネルギー効果を発揮できず、顧客が損失を被る場合は、ESCO 事業者が契約にもとづいて保障する（パフォーマンス契約）。

5.2.2. ESCO 事業者の提供役務

- ① エネルギー診断にもとづく省エネルギー提案
- ② 提案実現のための省エネルギー設計と施工
- ③ 導入設備の保守、運転管理
- ④ 事業資金のアレンジ
- ⑤ 省エネルギー効果の保証
- ⑥ 省エネルギー効果の計測と検証。
- ⑦ 計測と検証にもとづく改善提案

5.2.3 専門事業者（ESCO 事業者）中心の進め方

ESCO 事業者に委託する方式を図 5.2 に示す。第 1 段階はウオークスルーと称する ESCO 事業者による現場の目視調査である。ESCO 事業者はこの調査とヒアリングから、第 2 段階で省エネルギー対策のアイデアを提案する。ここまでは無償のことが多い。ESCO 事業者は、生産設備よりもオフィスビルや商業施設など業務施設の経験が多い。したがって空調や照明関係なら容易に省エネルギーポイントを見いだせるが、化学プラントの場合は化学工場の知見も必要になる。第 3 段階は詳細な省エネルギー診断なので、工場側からエネルギー消費量や運転データの情報提供が必要である。この作業は自社中心方式の場合の詳細検討に該当し、費用対効果や工事費の積算が含まれる。診断の結果、有効性が確認された省エネルギー対策について、第 4 段階で工事計画が提案され、契約が成立すれば工事の発注、施工、省エネルギー効果の確認に進む。

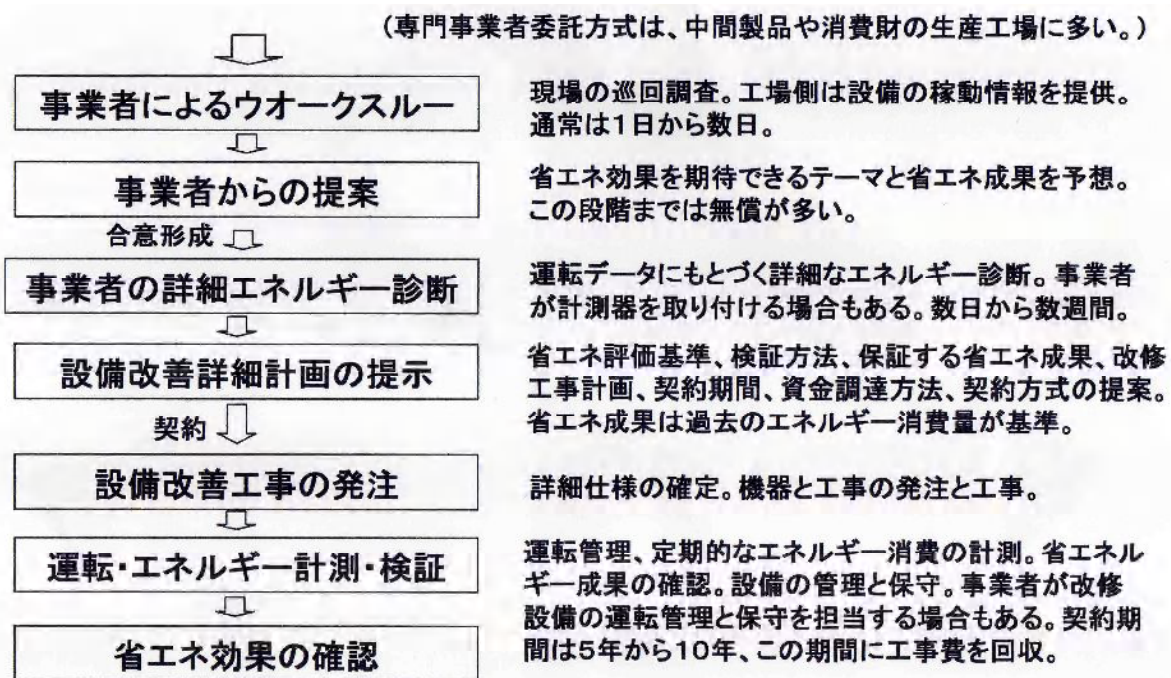


図 5.2 専門事業者中心の省エネルギー対策推進方法

5.2.4 ESCO 事業者の実績と省エネルギーテーマ

参考用に、ESCO 推進協議会の参加企業による 2001 年～2007 年のプロジェクト実績を表 5.1 に、採用された省エネルギーテーマを表 5.2 に示す。

表 5.1 ESCO 事業者の P J 実施状況 2001 年～2007 年

件数：647 件		公共施設 20% (行政庁舎、医療施設、文化施設など)
		業務用施設 47% (ホテル、店舗、病院、オフィス)
		産業用施設 33% (工場)
契約期間 (平均)		業務用：7.8 年 産業用：8.1 年
省エネルギー効果		業務用：13.5% 産業用：12.7% (平均)
投資回収期間		業務用：8.6 年 産業用：8.7 年 (平均)
契約金額 (平均)	業務用	ギャランテードセイビングス契約：2億 300 万円
		シェアードセイビングス契約：1億 4800 万円
	産業用	ギャランテードセイビングス契約：3600 万円
		シェアードセイビングス契約：3億 8200 万円
採用テーマ/1PJ		業務用：4.4 種類 産業用：2.0 種類

表 5.2 ESCO 事業の主要省エネルギーテーマ（制御の改善と設備の更新が多い）

空調 関連 連	ポンプ・ファンの回転数制御 (インバーター)	電力 関連 連	高効率変圧器の採用
	ポンプ・ファンの運転台数制御		高効率モーター・圧縮機の採用
	間歇運転の採用		N A S 電池（蓄電池）の利用
	排気と外気の熱交換	照明 関連 連	蛍光灯（電球型）の採用
	温度と湿度の制御改善		人感センサーによる自動オン・オフ
	ヒートポンプ冷房		昼光センサーによる照度制御
熱源 関連 連	コジェネレーション (発電と蒸気の同時発生)		インバーター照明の採用
	ボイラーの更新		高輝度誘導灯の採用
	冷凍機の更新	H I D ランプの採用	
	稼働台数制御	他	節水装置の採用
	氷蓄熱		B E M S の採用

6. 今後の省エネルギー対策分野

日本の石油・石油化学プラント業界は、過去 20 年以上にわたって省エネルギー対策を継続展開してきた。その結果、大規模な流体加熱炉やボイラーの排ガス温度は、石油燃料なら露点腐食を避けられる 180℃程度、ガス燃料なら 130℃程度まで低下した。200℃以上で排出しているのは小規模な炉だけである。蒸留塔の凝縮潜熱や製品の顕熱も熱回収が進み、量が多い製品系統は 120℃から 100℃ぐらいまで回収するようになった。この水準以下の排熱はほとんど回収されていないが、理由は工場内に空調や給湯以外の需要がないからである。余剰低圧蒸気も利用できないことが多い。工場内にこの水準の熱需要が乏しいことと、季節的な変動が避けられないからである。このような状況から、今後の省エネルギー対策は下記の 5 分野に集約されるであろう。

第 1 の分野は従来型の省エネルギー対策である。経済性が低かったり、機器の配置に制約があったり、改修工事期間が限定されていて採用できなかった対策がまだ多く残されている。これらの従来型省エネルギー対策は、エネルギー価格が上昇すると経済性が改善され、採用の可能性が高くなる。また通常の定期修理より長期の改修工事期間が許容されるなら、採用可能な対策の範囲が広がる。第 2 の分野は原料と生産プロセスの大幅な転換である。日本の石油・石油化学プラントは、建設されてからすでに数十年を経ており、今では国際水準から見て生産性が高いとは言えなくなっている。したがって新設に近い大幅な設備更新や改造ができれば、原料や生産プロセスの変換により、大きな省エネルギー効果が得られるであろう。天然ガス原料の水素製造、エタンを原料とするエチレン製造などが考えられる。基幹プロセスの変換になるので大規模な設備投資

をともなうが、波及効果は大きいであろう。

第3の分野は異業種間の生産複合体形成（異業種インテグレーション）である。日本の大規模装置産業は、一部の石油化学コンビナートを除くと、基本的に原料とユティリティーの自給体制を確保してきた。大規模な工場は独自に原料を確保し、それぞれに自家発電設備とボイラーを保有して、必要なエネルギーを自給してきた。複数ユニットのヒートインテグレーションは、自社関連工場の内部でしか採用されなかった。たとえ工場が隣接していても、異業種間では電力やスチームの相互利用がなかった。自己完結体制は、各工場の独立性確保の視点から、あまりにも当然のこととされていたのではないであろうか。したがって複数ユニットにまたがるヒートインテグレーションを、近隣異業種工場にまで拡大することで、省エネルギー効果が得られる余地がある。電力やスチームの相互利用だけではない。条件さえ適合すれば生産工程のインテグレーションによって、総合エネルギー効率を高められる可能性がある。たとえば電力会社はガスタービンで電力を生産し、まだ温度の高いタービン排熱を使って、メタンから効率よく水素を生産できるかもしれない。もし製油所が隣接していれば、この水素を製油所に供給できるのではないだろうか。現在、製油所がナフサから水素を製造しているプロセスは、天然ガスから水素を製造するプロセスよりエネルギー消費量が多いのである。異業種生産複合体は、近接立地と同時に、融通する製品やエネルギーの量的なバランスが必要である。しかし適切な組合せが実現すれば、大きな省エネルギー効果を発揮できるであろう。

第4の分野はコージェネレーションを含む分散型発電と、可変駆動回転機の利用拡大である。近年、燃料電池やマイクロガスタービンのように、これまでになかった高効率の小規模発電技術が発達してきた。また、インバーターを利用した可変駆動回転機が低価格になり、利用しやすくなった。1980年代には利用できなかったこれらの要素技術を利用することで、効率のよい電熱併給と、エネルギー損失の少ない回転機制御ができるであろう。

第5の分野は排熱の民生利用である。産業部門は工場内に100℃以下の熱需要がほとんどないので、その大半が大気放散か冷却水を通じて棄てられている。一方、民生のエネルギー需要は年々増大しているが、その6割は暖房用と給湯用だから、60℃程度でも要件仕様を満たすことができる。このため冬が長く気温が低い欧米では、従来から産業排熱を地域熱供給に利用してきた。日本の場合は気候が温暖なために、地域熱供給設備の稼働期間が短く資本効率が低い。このためこれまで極めて限定された範囲でしか、産業排熱の地域利用が行われていない。しかし、今後は民生熱需要の増大と車輛輸送に適した蓄熱媒体の発達で、産業排熱の地域利用が増加する可能性がある。そうなれば、地域全体としてのエネルギー消費の低減に貢献するであろう。産業排熱の地域熱供給は、排熱発生源と民生需要が近接している場合に効果的で、いくつかの製油所と石油化学工場で実現性を期待できる。

(終わり)