

## 化学プラントの省エネルギー対策と今後の展望

環境企画 松村 眞

(はじめに)

日本の産業用エネルギーは、1950年代の中頃まで水力と石炭が中心で、家庭の燃料は薪と炭だった。しかし1960年代に入ると安価な石油の輸入が拡大し、家庭では薪と炭に代わって灯油が燃料の主役になった。ところが1970年代に入ると第1次石油危機が発生し、原油価格は1バーレルが約3ドルから約12ドルと4倍に値上がりした。石油は無尽蔵の資源ではなく、政治的に不安定な資源だということを思い知らされたのである。このため原油の備蓄計画が立てられる一方、高騰した石油価格にもとづく新価格体系に移行して経済はやっと安定する。だが1978年になると今度はイラン・イラク戦争が勃発し、両国の原油輸出がストップして再度の石油危機が発生する。この第2次石油危機で原油価額は1バーレルが約24ドルに値上がりし、1972年に比べて実に8倍にもなったのである。急激な石油価格の値上がりは、石油を大量に消費する素材産業の競争力低下をもたらす。このため製鉄・セメント・製紙・化学産業は、省エネルギー対策を強力に推進しはじめた。毎年、業界ごとに省エネルギー対策の発表会が開催され、有益な対策はすぐに業界全体に普及していった。こうして日本の素材産業は、エネルギー効率の点で国際的に最高の水準に達したのである。石油精製と石油化学に代表される化学プラント分野でも、多様な省エネルギー対策が採用され普及した。本稿では化学プラントを対象とした省エネルギー対策について、これまでに採用されてきた技術と今後の展望を述べる。

### 1. 化学プラントのプロセスと設備

化学プラントを製鉄プラントやセメントプラントと比べると、いくつかの際立った特徴がある。その一つは、原料から製品を得るまでの加工工程が非常に長いことにある。原料は最初の工程で複数の第1次中間製品に変換され、精製されて次の工程の原料になる。精製の目的は、次の工程にとって好ましくない成分を分離することにある。精製された第1次中間製品は次の工程に送られ、再度の変換工程を経て第2次中間製品になる。石油精製工場では、どんな石油製品も数次の変換工程を経て作られるが、製品によっては第2次どころか第5次・6次の変換工程を経る。図1に示すのは石油精製工程だが、それぞれのブロックが中間製品製造工程で、通常、「ユニット」と呼ばれている。原料は製品になるまでに複数のユニットを経由し、組成が変わって最終製品になる。石油化学工場の場合は図1の

原油に該当するのがナフサで、常圧蒸留ユニットに該当するのがナフサ分解ユニットである。石油化学の第1次中間製品は、エチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンと言ってよいだろう。石油化学工場の最終製品は、プラスチック原料、合成繊維原料、合成ゴム、塗料原料、洗剤原料などだが、最終製品に至るまでのユニットは10を超えるであろう。

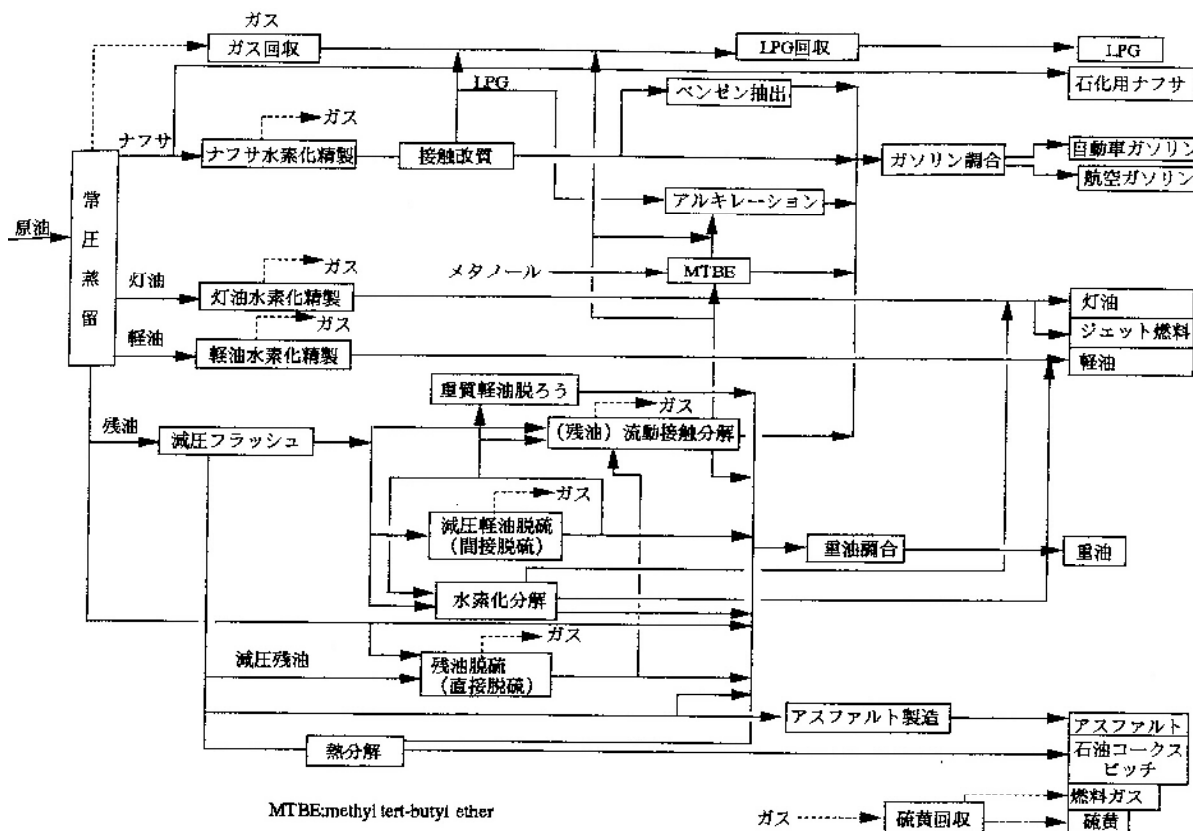


図1. 一般的な石油精製のブロックフロー

(出典：石油精製プロセス・講談社)

化学プラントの二番目の特徴は、原料も中間製品も、そして最終製品も基本的にガスと液体、つまり流体ということにある。したがって工場にはベルトコンベアがなく、代わりにパイプラインが縦横に走っている。原料も製品も流体だからタンクに貯蔵され、工場には規模も形も異なる多数のタンクがある。一方、倉庫に該当する建物は見当たらない。三番目の特徴は、ユニットの構成が複雑でも、ユニットを構成する単位操作は数種類に限定されていることにある。典型的なユニットとして、図2に石油精製工程の灯・軽油脱硫プロセスを示す。このプロセスを構成する単位操作は、原料油の「輸送」、反応生成物との「熱交換」、「加熱」、「反応」、「冷却」、「フラッシュ」、「蒸留」である。他のユニットのプロセ

スも単位操作の種類は同様で、呼称が違ってても機能的にはほとんど変わらない。たとえば「熱交換」が「加熱」とか「冷却」など目的表現の場合があるが、装置としての「熱交換器」に変わりはない。熱交換器と冷却器の違いは、冷却物質がプロセス流体か、水や空気かの違いであり、熱が回収されるか捨てられるかの違いに過ぎない。「蒸留」も「吸収」とか「放散」など目的表現が見られるが、装置としての「蒸留塔」に変わりはない。目的ではなく機能別に整理すると、化学プラントを構成する設備は表1に限定されるといってもよい。したがって基本的な省エネルギー対策は、これらの設備別に考えることができる。しかしプロセス全体が一つのシステムとして設計されているので、プロセスシステムとしての検討も重要である。

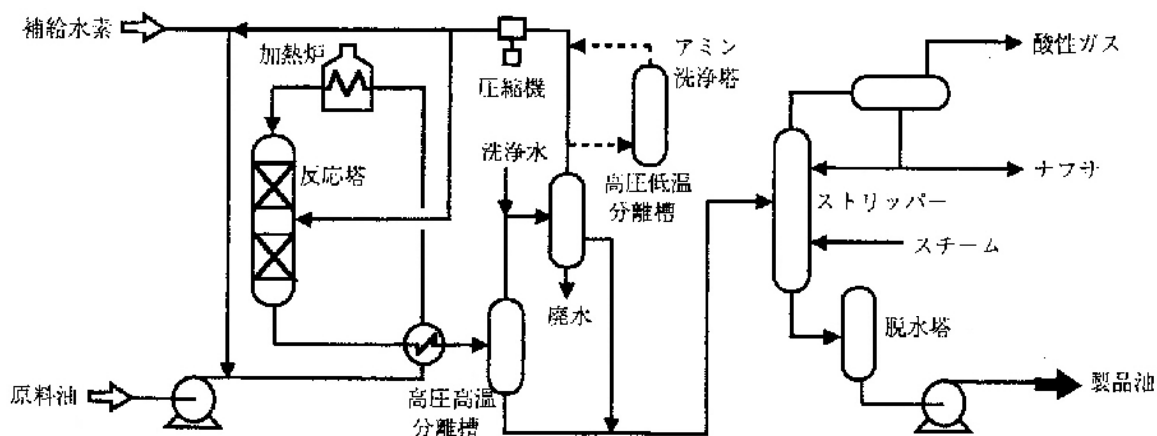


図2. 軽油深度脱硫ユニットのプロセスフロー  
(出典：石油精製プロセス・講談社)

表1. プロセスを構成する設備

基本構成設備	種類
炉	加熱炉、ボイラー、分解炉
熱交換器	熱交換器、冷却器、加熱器
反応器	反応器、反応塔、分解塔
蒸留塔	吸収塔、放散塔、抽出塔
回転機	送風機、ポンプ

## 2. 化学プラントの省エネルギー対策

化学プラントの省エネルギー対策は、1980年代に急速に波及した。初期段階で採用されたのは、日常的な設備の運転管理を改善する分野である。大きな費用が発生しないし、効果が迅速に現れるからである。それに石油危機以前はエネルギーコストが安かったので、きめこまかにエネルギーを管理する必要がなく、それだけにちょっとした運転管理の改善で、大きな省エネルギー効果が得られた。運転管理の改善が数年で一巡すると、もっとエネルギー消費量を減らすために設備投資のともなう対策が必要になった。ちなみに日本の石油精製業界は、1970年代から1980年代にかけてエネルギー消費原単位を7.3%低減した。このうち運転管理改善の寄与率が約8割で、残る2割が設備改善によるものだった。石油化学工業も同じ期間にエネルギー消費原単位を9.3%低減したが、運転管理改善の寄与率が約8割だった。しかしその後は運転管理改善の余地が小さくなったので、設備改善の寄与率が增大している。表2はこれまで化学プラントに採用されてきた省エネルギー対策を、単位操作別に分類したリストである。個々の省エネルギー対策は、製鉄所のコークス排熱回収のように、単独で大きな省エネルギー効果をもたらすものではない。化学プラントは加工工程が長いのに同種の単位操作が多いから、省エネルギー対策が小規模分散型なのである。このうち運転管理改善の領域では下記の実施例が多く、ほとんどの化学プラントで実施された。

- ① 加熱炉とボイラーの過剰空気低減（熱損失の低減）
- ② 蒸留塔の還流比低減（リボイラー熱量の削減）
- ③ 放散塔の吹き込み蒸気低減（過剰蒸気の抑制）
- ④ 反応器の水素/炭化水素比低減（過剰水素の低減）
- ⑤ 機器と配管の保温材補修・交換（放熱損失の軽減）
- ⑥ 熱交換器の伝熱管洗浄（汚れによる伝熱抵抗の低減）
- ⑦ ポンプインペラーカット（過剰動力消費の低減）
- ⑧ 計算機制御の拡大（原料や製品の条件変更や外乱に対する迅速な追随）
- ⑨ 発電量・蒸気圧・蒸気量の適正化（コージェネシステムの最適運用）
- ⑩ 運転管理目標値の厳格化（仕様要求過剰対応の抑制）

一方、設備改善の領域では下記の実施例が多く、多くのプラントで採用された。

- ① 加熱炉に空気予熱器を設置（熱回収）
- ② 加熱炉バーナーを低過剰空気型に交換（熱損失低減）
- ③ 蒸留塔トレイや充填物を低圧力損失型に交換（動力損失低減）
- ④ 熱回収用の熱交換器増設（熱回収）
- ⑤ 排熱回収ボイラーの設置・増設（熱回収）
- ⑥ 加熱炉に給水加熱器・蒸気過熱器設置（熱回収）

- ⑦ フレアーガスの回収利用（廃棄エネルギー有効利用）
- ⑧ 装置間の相互熱利用（ヒートインテグレーション、熱損失低減）
- ⑨ 圧力エネルギーの回収（動力回収）
- ⑩ コージェネレーション（電熱併給）の採用（エネルギー効率の改善）

日本石油連盟の1980年代の調査によると、設備改善による省エネルギー対策の8割は、熱回収率の向上や熱損失の低減など、熱エネルギーの有効利用だった。残る2割はオフガスやスチームコンデンサートのような物質回収と、タービンを利用する圧力エネルギーの回収だった。このような単位操作に付随する省エネルギー対策は重要だが、1980年以降、多くの対策がすでに採用されてきた。このため今後の省エネルギー対策は、単位操作付随対策だけでなく、プロセスの変革を含むエンジニアリング指向の対策がより大きな役割を果たすものと思われる。具体的には表3に示す対策が期待される。

表3. 今後の発展が期待される省エネルギー対策

運転管理の改善による省エネルギー	設備の改善による省エネルギー
①高機能保温保冷材の採用	①低レベル熱源のヒートポンプ昇温利用
②高度コンピューター利用制御	②低温排熱回収設備の設置
③低温操作型触媒の採用	③プロセス流体圧力の、膨張タービン、ハイ ドロリックタービンによる回収利用
④メンテナンス周期の最適化	④高性能触媒反応の採用
⑤自家発電設備の高効率運転	⑤連続触媒再生システムの採用
⑥最適化運転の強化	⑥ガスタービン利用の拡大
⑦コージェネレーションの拡大	⑦近隣工場とのエネルギー融通
特長：① 要素技術開発をともなう対策 ② システム技術開発をともなう対策 ③ 地域的な協力を含む対策 ④ 過去には経済性が低い理由で採用されてこなかった対策	

表2. 化学プラントの省エネルギー対策技術

◎：採用例が非常に多い ○：採用例が多い △：採用例がある

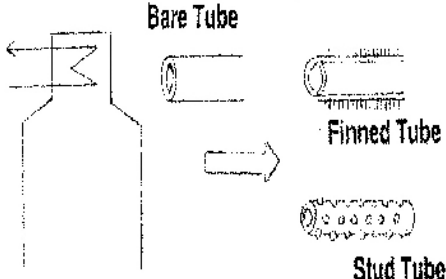
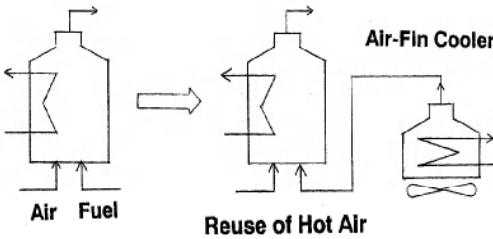
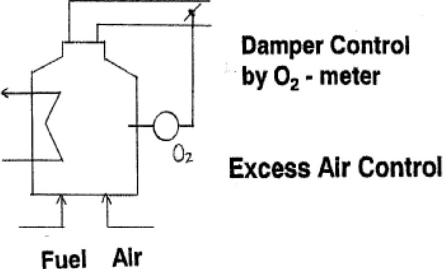
対象設備	設備の改善			運転管理の改善		
	機器の追加・変更	プロセスフローの変更	設備の保守	制御系の改善	運転指針の改善	生産管理の改善
ボイラー 加熱炉 フラスタック	◎ 空気予熱器の設置 △ スプリットフロー（流体を分流して燃焼ガスから熱回収）採用 ◎ 低過剰空気バーナーに変更 ○ ストップアークの設置 ○ ガスクラップの操作性改善 ○ 加熱チューブ変更（裸管からフィンスタッド） ○ 炉内面キャスターのセラミックライニング ◎ 制御用酸素濃度計の設置 △ 空気入口ダンパーの設置 ○ 保温材交換、保温厚増加 △ 製品冷却空気の燃焼利用	○ エノマイザー設置 ○ 廃熱ボイラー設置 ○ 蒸気スパーヒーター設置 ○ ボイラー給水予熱器設置 △ 廃熱によるプロセス流体加熱 △ 廃熱による燃料の予熱 ◎ フレアガスから炭化水素回収 ◎ フレアガスの燃料利用	◎ 付着ガス除去 △ 炉壁のエアリーク防止 △ 耐火材の保守	◎ 過剰空気制御システム導入	◎ 排ガス酸素濃度の目標値厳密化 ◎ 噴霧用スチーム（量・圧力）低減 △ 燃料添加剤の適正利用 △ ガス燃料の加圧平滑化 ◎ レジスターダンパーの開度適正化 △ 重油スチームレスの適正化	△ 保全サイクルの適正化 ◎ 使用燃料の適正化
蒸留塔 放散塔 抽出塔 吸収塔	◎ 低圧力損失トレイに変更 ○ 原料供給段の最適化 △ フィードインストリクターの改善 △ 中間ボイラーサイドリフラックス増設 ○ 保温（厚さ・材料・範囲）の強化 △ フィード段オーバーフラッシュモニター設置	◎ ホットチャージの採用 ○ ボイラー熱源に廃熱利用 ○ ボイラー熱源に蒸留塔の蒸気潜熱利用 △ ボイラー熱源スチーム圧適正化 ○ ヒートポンプによる塔頂蒸気の潜熱利用 △ エジェクターによる低圧スチームの昇圧熱利用	◎ トレイ充填物の汚れ除去	△ 内部還流制御の導入	◎ 還流量の低減 ○ 操作圧力の適正化 ◎ ストリッピングスチームの削減 ◎ 吸収剤・抽出剤の低減 △ オーバーフラッシュ量の低減	△ 製品構成の適正化 △ 製品仕様の適正化 △ 保全サイクルの適正化 ○ 吸収剤の適正化 ○ 抽出剤の適正化
反応器	○ 反応器の形式・段数適正化 ○ 保温（厚さ・材料・範囲）の強化	○ 連続触媒再生の採用 ○ 触媒再生ガスの廃熱利用	△ 付着カーボンの汚れ除去	△ 反応条件最適制御システムの導入	◎ シヤクルガス比の低減 ○ 反応温度・圧力の適正化 △ 触媒量の適正化	○ 適正触媒の選定 △ 反応生成物の仕様条件適正化 ◎ 触媒再生サイクルの適正化
熱交換機	◎ 熱回収熱交換機の新増設	○ ヒートインテグレーションの採用	◎ 伝熱管の汚れ	◎ 熱回収系流量配分の	○ 汚れ防止剤の適正利用	△ 保全サイクルの適正化

冷却器	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ チューブ形式の変更（裸管からフィン・スクッドへ）</li> <li>△ チューブピッチの短縮</li> <li>○ チューブ配列の変更（口から△）</li> <li>○ パツルの変更（ロングパツル採用）</li> <li>◎ プレート熱交換機の採用</li> <li>○ 保温（厚さ・材料・範囲）強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 熱回収組合せの変更</li> <li>△ 冷却水の直列利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>除去</li> <li>○ ウォッシュメンテナンス採用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正化</li> <li>○ 熱回収系最適制御システム導入</li> <li>◎ 空冷冷却器の自動制御導入（可変ピッチ）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 冷却水出口温度適正化</li> <li>○ プロセス流体出口温度適正化</li> <li>△ 空冷冷却器ファンピッチ適正化</li> <li>○ 空冷冷却器ファン開度適正化</li> <li>△ 冷却塔出口温度適正化</li> </ul>	
回転機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ ボックインバースカット</li> <li>△ ボック形式適正化</li> <li>◎ 可変駆動モーター採用</li> <li>○ 流体クラフ採用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ ハイドロリッターピンによる動力エネルギー回収</li> <li>○ 膨張長ピンによる圧力エネルギー回収</li> <li>◎ 回転機器駆動媒体変更（モーター⇄タービン）</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 回転数制御の導入</li> <li>◎ 稼働台数自動制御システムの導入</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 圧縮機操作条件（温度・圧力・流量）の適正化</li> <li>△ タービン回転数の適正化</li> <li>◎ 稼働台数の適正化</li> </ul>	
真空設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 真空方式の適正化（真空ポンプ⇄エジェクター）</li> <li>△ コンデンサ変更（サフェスコンデンサ⇄バロトリックコンデンサ）</li> <li>◎ エジェクターの台数分割</li> <li>△ エジェクターの段数適正化</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ サフェスコンデンサ汚れ除去</li> <li>◎ サフェスコンデンサエアリーク防止</li> <li>◎ エジェクターの清掃</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ エジェクターシステムの適正化（温度・圧力）</li> <li>◎ 操作圧力の適正化</li> </ul>	
用役設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ コージェネレーションシステムの採用</li> <li>△ 低圧蒸気タービンの採用</li> <li>△ マイカ発電機の採用</li> <li>△ 吸収式冷凍機の採用</li> <li>△ 燃料電池の採用</li> <li>△ タービン形式の適正化（背圧⇄凝縮）</li> <li>◎ タンク・ダクト・配管保温の強化（範囲・保温材・厚さ）</li> <li>○ 温度調節スチームトラップの採用</li> <li>△ スチームアキュムレーターの採用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ スチームコンデナートからボイラー給水の回収</li> <li>◎ プレシジョン排水の再利用</li> <li>△ 低圧蒸気の昇圧利用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 保温状態の点検保守</li> <li>◎ スチームトラップの点検保守</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ エネルギーバランスの適正化（自家発電・買電・高圧蒸気・中圧蒸気・低圧蒸気）</li> <li>◎ 照明管理（範囲・照度）の適正化</li> <li>○ ベント蒸気の低減</li> <li>◎ 配管スチームレスの適正化</li> <li>○ タンク保持温度の適正化</li> <li>△ ボイラー稼働台数の適正化</li> <li>△ タービン背圧（抽気圧）の適正化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 設備稼働率の適正化</li> </ul>

### 3. 化学プラントの省エネルギー対策事例

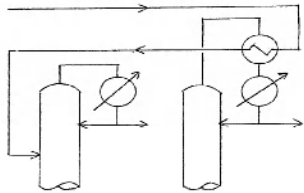
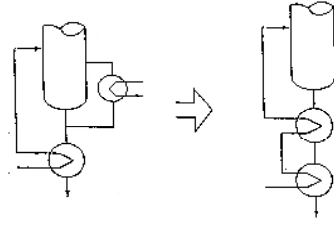
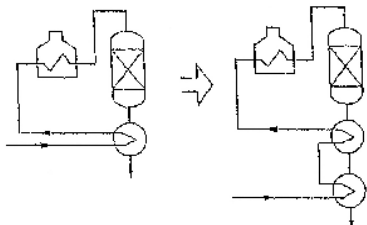
表2に示した省エネルギー対策のうち、表4に代表的な事例を示す。

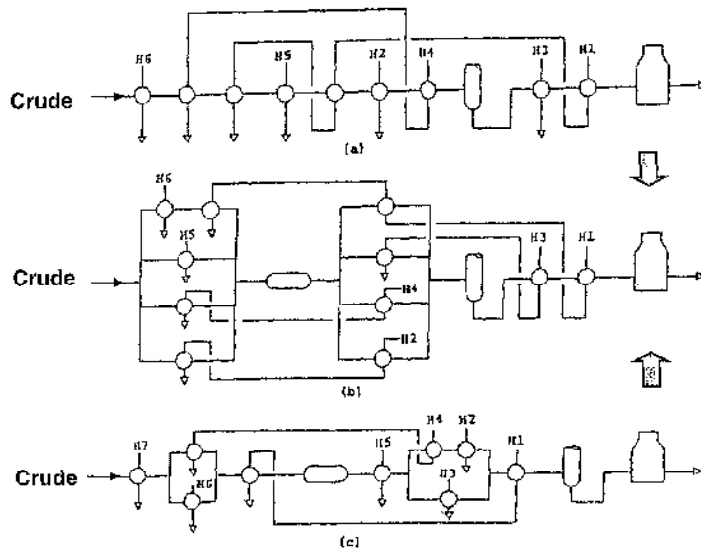
表4. 具体的な省エネルギー対策事例

装置	省エネルギーテーマ	概要
加熱炉 ボイラー	① 加熱炉のチューブ変更	
	② 燃焼用に空冷熱交排気利用	
	③ 酸素濃度直結過剰空気制御	



	<p>④ 空気予熱器の設置</p> <p>加熱炉排気の下流に、空気予熱器を設置。露点腐食温度に注意。          炉出口温度：          重油加熱炉：180℃以下目標          ガス加熱炉：130℃以下目標</p>	
	<p>⑤ 排熱ボイラー設置</p> <p>加熱炉の高温燃焼ガスを利用する排熱ボイラーの設置</p>	
	<p>⑥ ボイラー給水予熱器の設置</p> <p>加熱炉の対流部に新たにボイラー給水予熱器を設置</p>	
<p>蒸留塔</p>	<p>① ヒートポンプリボイラー</p> <p>蒸留塔の塔頂蒸気を圧縮して昇温し、リボイラーの熱源に使用する。熱エネルギーは有効利用できるが、圧縮機に動力エネルギーが必要。沸点差の小さい蒸留に採用（エタン・エチレン系、プロパン・プロピレン系。）</p>	
	<p>② コンデンサー兼リボイラー</p> <p>蒸留塔の塔頂蒸気を、別の蒸留塔のリボイラーの熱源に使用する。温度差の関係で、類似圧力の隣接蒸留塔には適用できない。通常は両塔に圧力差が必要</p>	

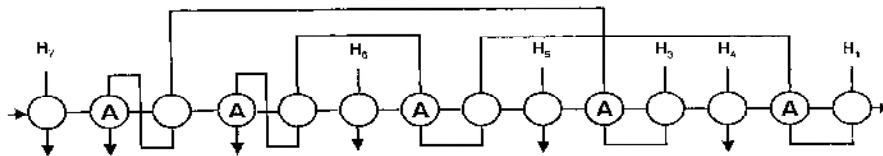
	<p>③凝縮熱の原料加熱利用</p> <p>蒸留塔のコンデンサー凝縮熱を、別の蒸留塔の原料加熱に利用する。</p>	 <p>Use Condensation Heat as the Reboiler</p>
	<p>④ 熱回収の増強</p> <p>塔底液と原料の熱交換器を増設して、熱回収量を増やす。塔底液が中間材製品の場合、下流で空気か水で冷却され熱損失になる場合が多いので、その前に回収する。</p>	 <p>Addition H/E on Fractionator</p>
<p>熱交換器</p>	<p>① 熱回収熱交換器の増設</p> <p>通常、反応操作では熱交換器で反応生成物の熱を回収してから冷却器に送る。この熱交換器を増設して熱回収量を増やす。</p>	 <p>Addition Heat Exchanger on Reactors</p>
	<p>② 原油常圧蒸留ユニット：原油予熱系熱交換器の並列配置</p> <p>原油の常圧蒸留装置では、原油が重油留分、軽油留分、灯油留分など複数の中間製品から熱回収し、最後に不足する熱を加熱炉で与える。このため 10 基以上の熱交換器を並べるが、このとき原油を分流して熱交換器の配列を並列に近づける。こうすると温度差が大きくなるので熱回収量を増やせる。</p>	



Flow Pattern of Crude Oil Preheating System Adopted So Far

③ 原油常圧蒸留ユニット：原油予熱系熱交換器の増強

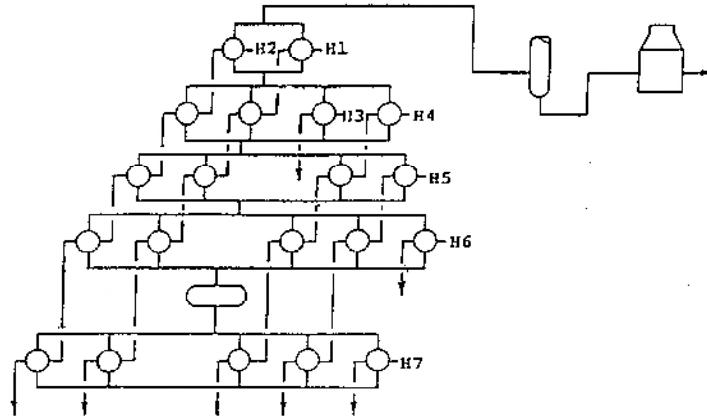
原油の常圧蒸留装置では、原油が複数の中間製品から熱回収し、最後に不足する熱を加熱炉で与える。このため 10 基以上の熱交換器を直列に並べるが、その場合は既設の熱交換器列に熱交換器を増設して熱回収量を増加する。



Adding Heat Exchanger to Crude Heating Train

④原油常圧蒸留ユニット：原油予熱系熱交換器の高度並列化

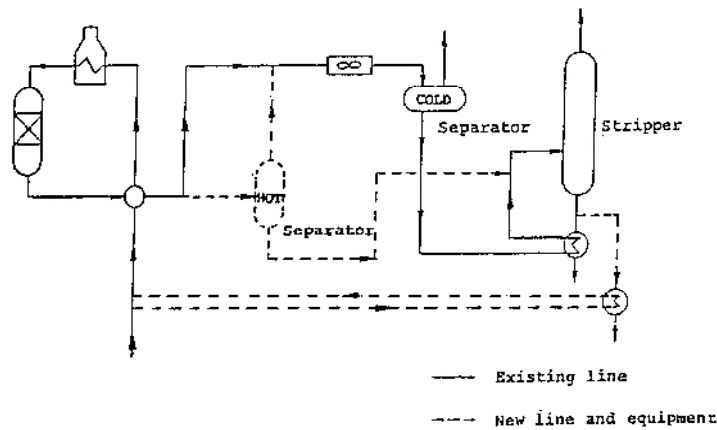
②の並列配置を徹底した配列で、熱回収量は最大になるが、小規模熱交換器が多くなり設備構成が複雑になる。熱力学的には効率最大になる。



石油精製  
固有の省  
エネルギー  
テーマ

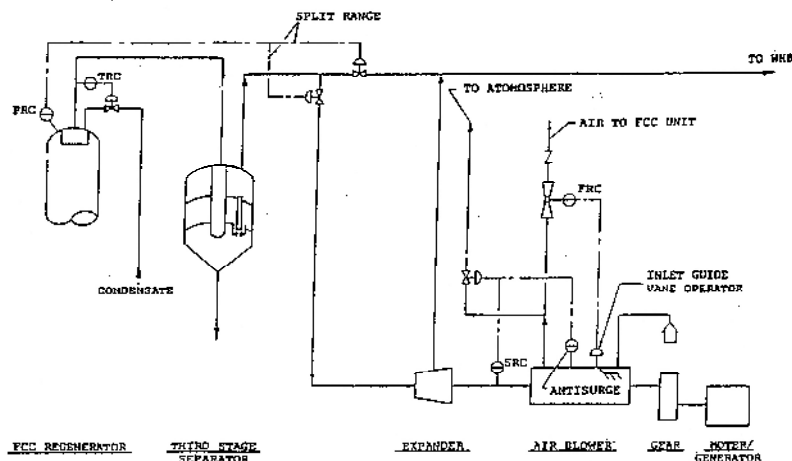
① 水素添加脱硫装置のプロセスライン変更

従来は実線ラインのプロセスだったが、点線ラインに変更することで、空冷冷却器で捨てていた熱を回収できる。



② 流動接触分解装置の圧力を膨張タービンで動力として回収

沸点の高い重油留分は、触媒を使って主に軽油留分に分解する。その装置が流動接触分解装置で、触媒分離装置の圧力が約 1 MPa がある。このガス圧力は減圧弁で脱圧していたが、バイパスラインを設けて膨張タービンを設置し、発電機に接続して動力エネルギーとして回収する。



#### 4. 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 年以上にわたって継続的に省エネルギー対策を展開してきた。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 180°C 前後、ガス燃料なら 130°C 程度と露点腐食の限界近くまで低下した。200°C 以上で大気に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流体製品の顕熱も熱回収が進み、量が多い製品系統は 130°C から 100°C ぐらいまで回収利用されるようになった。この水準以下の排熱はほとんど回収されていないが、この水準以下になると工場内に空調や給湯以外に用途がないからである。余剰低圧蒸気の潜熱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ことによる。このような状況から、今後の省エネルギー対策の展望は下記の 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、改造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造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/製品および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/製品と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まうが、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、たとえ省エネルギー効果が明確でも、自社関連工場内部でしか採用されなかった。異業種間ではたとえ工場が隣接していても、電力やスチームの相互利用はなかったのである。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だろうか。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、天然ガス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し、製油所の水素製造を止めることができるかもしれない。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の分野は分散型発電/コージェネ機器と可変駆動機器の活用である。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小規模発電技術が発達してきた。また、マイクロコンピュ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活用することで、効率のよいコージェネレーションや、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℃程度でも需要要件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。

日本の場合気候が温暖なために、地域熱供給設備稼働期間が短く資本効率が低い。このためこれまでは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輻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が期待できる。

(おわり)