

# 木材業におけるエネルギーコスト削減の可能性

石河周平

## はじめに

原木の質の低下，従業員の高齢化，海外からの低価格な製品の輸入量増加，これら木材業を取りまく環境が厳しくなっているとされて久しくなりましたが，この状況というのは依然改善されているとは言えません。むしろより一層厳しさを増しているのが現状だと思います。

しかし，これら外的な要因を自社あるいは業界として改善することができない以上，自社の経営環境を良くしていくためには，いかにコストを削減していくかということになります。

本稿では最近木材業で取り込まれつつある自家発電装置について事例調査の結果を紹介するほか，そのコスト削減の可能性・導入にあたっての注意事項等を述べていきたいと考えています。

この内容は，林産試験場管財課動力係，長坂康弘氏と共同で調査・分析したものです。

## コストとは

「作れば売れる」そんな時代が過去にはありました。当時では，製品の製造にかかるコストに適切な利潤を上積みしたものが製品価格であり，需給が逼迫すれば自然に価格は上がり，利潤は増えるそんな構図がありました。これをプロダクツアウトといいます。

これに対し今日的には，製品価格は外部環境が決定し，そこから適切な利潤を引いた値を原価とする，言い換えればその値に原価を抑えなければならないということになります。この考え方をマーケットインと呼

### プロダクツアウト

$$\boxed{\text{コスト}} + \boxed{\text{利潤}} = \boxed{\text{製品価格}}$$

### マーケットイン

$$\boxed{\text{製品価格}} - \boxed{\text{利潤}} = \boxed{\text{コスト}}$$

んでいます。まさしく北海道木材業もこの考え方でいかなないと適切な利潤は得られないということです。

無論，製造業において利潤は売上高からコストを引いたもので，コスト削減が利益を増大させるのですが，コスト削減には二面性があるのも忘れてはいけません。実際のコストを下げる，もう一つは相対的にコストを削減できればよいということです。前者は当然のこととして，後者はコストをかけてもそれを回収してあまりあるものであれば積極的にそれを選択するということです。

## 製材工場におけるコストの内訳

表1，図1は製材業におけるコストの内訳について北海道商工指導センターで調査した結果から作成したものです。

これを見ると明らかに原木費の占める割合が高いことが分かります。コスト比率が高いものほどその費用対効果が大きいので，経営者にとっては原木を安く調達することが大きな関心事になります。反面このことが製材業におけるコスト意識を高めることができない要因とも言われています。

次に労務費率が高くなっています。従業員の高齢化，更に福利厚生重視のための有給休暇制度，労働時間の短縮すなわち週40時間の導入の中での生産性の低下が，今後大きく企業経営を圧迫していくと考えられます。このことは，別に稿を起こしていきたいと考えています。

さて，製造経費の内訳の中で電気料金，減価償却費が他の経費より大きく出ています。

減価償却費は，ご存知のように金銭の支出を伴わない費用であり，内部に留保され，借入れ元金の返済の原資として通常充当されます。製造経費の中で金銭の支出を伴う大きな構成費としては，電気料金です。ここに焦点を当てている企業が出現し始めているという情報が，本稿の出発点となりました。

表1 製材業原価構成割合（平成5年度、黒字企業平均）

費用項目		製造費用基準（100%）	
原材料		70.68	
外注加工費		1.71	
労務費	賃金	13.36	
	賞与および手当	2.01	
	雑給	0.51	
	退職給与引き当て	0.04	
	福利構成比	2.49	
小計		18.41	
製造経費	電気料	1.59	
	燃料費	0.14	
	水道光熱費	0.12	
	仕入れ運賃	0.27	
	車両費	0.62	
	消耗品費	1.27	
	消耗工具器具	0.26	
	修繕費	0.85	
	減価償却費	1.84	
	租税公課	0.08	
	賃貸料	0.61	
	保険料	0.31	
	旅費交通費	-	
	リース料	0.08	
	雑費	0.14	
	その他製造経費	1.02	
	小計		9.20
	製造費用合計		100.00

1企業平均売上高 620,469 千円  
 1企業平均生産高 415,729 千円  
 1企業平均従業員 27 人

### 商用電力によるコスト削減の一考察

昭和63年7月から、大きな契約電力を結んでいる契約電力者から順次小さな契約電力者へと実量料金制度（デマンド契約）が採られてきました。

従来は受電設備および負荷設備容量から一定の算式で契約設備電力を決定していました。

これに対し、新制度のもとでは30分ごとの平均電力を計測し、それに基づきひと月の最大需要電力を決定し、その最大需要電力で1年間契約をすることになりました（図2）。ただしその間に前月を超える最大需要電力を使用すると、その月から新たに12か月その最大需要電力で契約するものです。

たとえば、当年3月に108<sup>kW</sup>だとしてこれを上回る電力の使用が無い場合、翌年の2月まで108<sup>kW</sup>の契約で基本料金を払っていくことになります。また、当年8月以降101<sup>kW</sup>未満で有れば、翌年の3月からは101<sup>kW</sup>の契約でよいということです。

ですからまず最小測定単位の30分間の平均需要電力

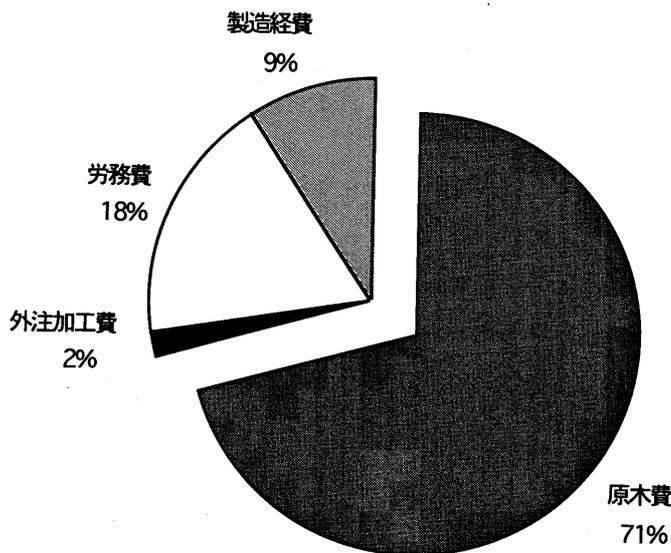


図1 製造費用に占めるコスト比率

の値が料金に響いてくることになるので、この最大需要電力のピークをいかに抑えるか、例えば複数台ある機械の起動の時間帯を考えピークが高くないようにすることも基本料金の抑制につながるようになります（図3）。また、使用電力量を抑える意味から言えば、使わない機械・照明は止めるなどの地道な節電は当然のこととなります。

現在の商用電力（北海道電力、以下北電）の料金体系は表2のようになっています。業務用以外が産業用ということで、通常木材業の場合こちらが自動的に選択されます。50<sup>kW</sup>（注：動力のみ、照明使用不可）、500<sup>kW</sup>が契約の境目になっています。

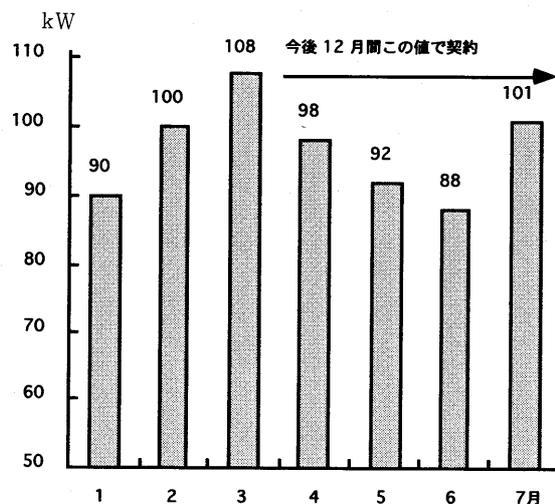


図2 デマンド契約の具体例

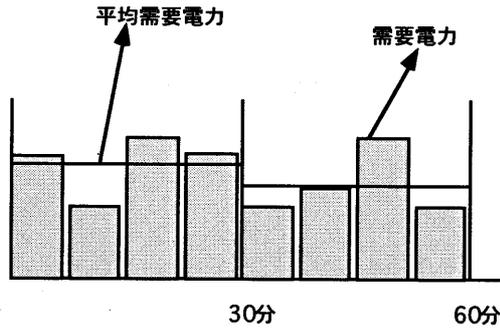


図3 ひと月の需要電力の決定

製材工場ですと、高圧Aが一般的な契約内容だと思えます。基本料金は低圧から高圧Bに従って高くなり、逆に電力量料金の単価は下がっていることが分かります。

ここで、470<sup>kW</sup>の高圧Aでデマンド契約をし、86,000<sup>kWh</sup>の電力使用量があった企業が、40<sup>kW</sup>の設備を増やし、510<sup>kW</sup>の高圧Bの契約になり、それに伴い191,800<sup>kWh</sup>の電力使用量になったとします。このときの電気料金は、次のようになります。

〔高圧A〕

基本料金

$$470^{\text{kW}} \times 0.85 (\text{力率100\%時}) \times 1,310^{\text{円/kW}} = 523,345^{\text{円/月}}$$

電力量料金

$$86,400^{\text{kWh}} \times (10.71 + 0.18)^{\text{円/kWh}} = 940,896^{\text{円/月}}$$

$$(523,345 + 940,896)^{\text{円/月}} \times 1.03 = 1,508,168^{\text{円/月}}$$

〔高圧B〕

基本料金

$$510^{\text{kW}} \times 0.85 \times 1,870^{\text{円/kW}} = 810,645^{\text{円/月}}$$

電力量料金

$$91,800^{\text{kWh}} \times (9.67 + 0.18)^{\text{円/kWh}} = 904,230^{\text{円/月}}$$

$$(810,645 + 904,230)^{\text{円/月}} \times 1.03 = 1,766,321^{\text{円/月}}$$

契約の境目にある企業の場合特に操業の工夫をし、基本料金を下げることが大切です。

### 自家発電のタイプ

自家発電と一般に呼ばれておりますが、正式には分散型電源 (Dispersed Generation System = DGS) と言われております。需要地に隣接した場所に分散して存在する電源という意味です。この分散型電源の発電システムとしては、

- 1) 太陽光・風力などの自然エネルギーを利用したもの
- 2) ディーゼルエンジン・ガソリンエンジンによる発電のみの利用
- 3) 2)に加えてガスタービン・燃料電池を用いて熱と電力を併用利用する熱電併給型

があり、特に3)はホテル・デパート等を中心に利用されています。

現在、DGSは熱電併給型すなわちコ・ジェネレート (Co-Generate System = CGS) 中心に利用されていますが、これは北電の料金体系 (前掲、表2) と、DGSの熱効率に大きく関わっています。

DGSの発電効率は通常図4とされています。電力として利用できるのは全体の35%程度にすぎないのですが、併せて熱も同時に回収できれば75~85%とエネルギーの利用効率が高くなります。DGSの場合、電力だけ使うのでは本来もったいないということになります。

表2 電力料金体系

種 類	低 圧	高 圧 A	高 圧 B	業 務 用
範囲	50 <sup>kW</sup> 未満	50~500 <sup>kW</sup> 未満	500~2000 <sup>kW</sup> 未満	50~2000 <sup>kW</sup> 未満
受電電圧	200 <sup>V</sup> , 3相, 3線	6000 <sup>V</sup>	6000 <sup>V</sup>	6000 <sup>V</sup>
基本料金 (円/kW)	1,170	1,310	1,870	1,700
電力量料金 (円/kWh)	11.48	10.71	9.67	22.64

その他、燃料調整手当がかかる。  
1996年11月1日現在18銭/kWh

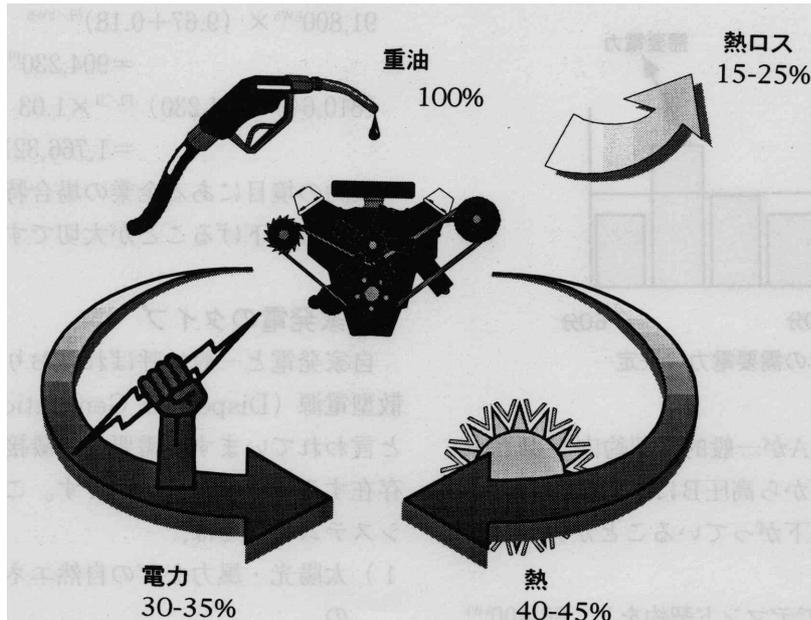


図4 CGSの熱効率

#### DGSの導入例

それでは、実際にDGSを導入している企業例を紹介しながら、コスト削減にどのように貢献しているのか、あるいはその問題点について見ていきたいと思えます。

##### A社の場合

同社は木材業におけるDGSの草分け的存在です。同社では構造用集成材を生産しています。

導入の経緯としては、新規に工場を稼働させる検討の段階で、受電設備の費用が思いのほか高かったことから、受電設備の費用でDGSが導入できるのではないかと検討を始めたとのことでした。

そして集成材工場の場合、冬場の養生期間の室温保持、工場環境の向上をめざし暖房を入れる関係から、同社では電力だけではなくDGSの排気熱を熱交換器に通したCGSを導入しています。

発電能力ですが、工場の機器が必要とする電力に対し1.5から2倍程度の発電容量を確保しています。ただ、夏場の熱を使わない時期においては、逆にDGSのクーリングに苦労しているとも伺いました。

自家発電停止の場合の自家発補給電力契約はしていませんが、最悪の場合に備えて、移動式のDGS受け入れの配線を屋外に準備しており、極めて短時間の停止で済ませる体制は整えています。

また、電気主任技術者は工場にいるため、こまめな

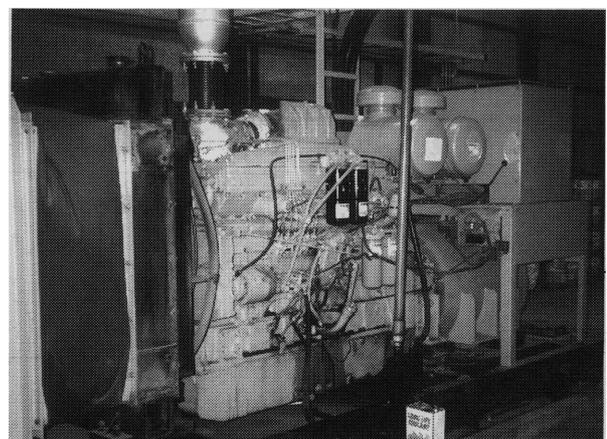
メンテナンスがとれること等、DGSの導入には有利な条件をもっています。

##### B社の場合

同社は合板工場で、1000<sup>kW</sup>の6000<sup>V</sup>発電設備を1基入れています。同社は、電力供給の他、DGSのエンジンの冷却水(60 程度の温水)を木屑焚ボイラーに給水しており、10 前後の給水から50 まで上げるための熱はDGSで賄っています。このため、工場廃材の他購入していたパーク代金を低く抑えることができ、トータルとしてメリットを上げています。

事務所電力は北電からの買電となっています。

DGSの稼働は、3日以上連続して工場を停止させることが無い限り常時動かしています。これは、発電



機が大きく起動・停止操作に手間がかかる（人の手配・手当、熱変化による消耗品の磨滅が大）とのことでした。燃費の部分から見れば不利のようですが、メリットは十分でいるとのことでした。

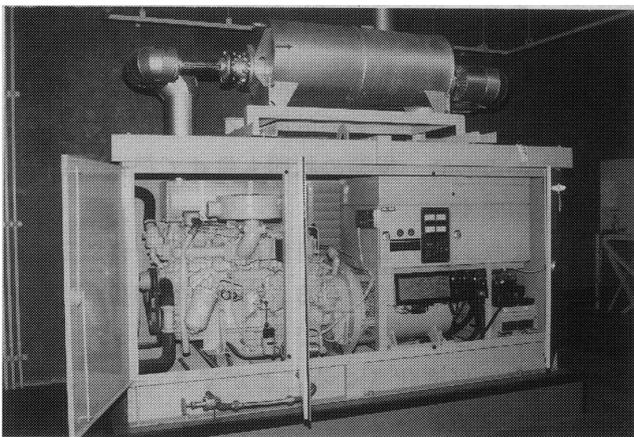
#### C社の場合

同社は針葉樹製材工場です。DGSの発電規模は工場の必要電力目一杯の規模であり、そういう意味では、DGSの余裕が無い工場となっています。現在DGS安定化のために、工場の運転の仕方に工夫をしているようで、

- 1) DGSの過負荷を知らせる警報ランプを工場内に設置する。
  - 2) 大きな電力を使うものから、起動させる。
  - 3) 時間差をもってそれぞれの機器の電源を投入する。
  - 4) 冬期間のエンジン出力が落ちる時期は暖気運転を十分にします。
- 等です。

同社では、通常の製材工場のように製材機の歩出しはデジタル制御となっていますが、北電からDGSに切り替えた当初、歩出しが誤作動をするという事態に見舞われたそうです。そこで自家発補給電力という形ではないのですが、デジタル制御にかかる部分と、ちょっとした製材を休日等に頼まれた場合のため、少額買電をするようになりました。

誤作動の原因は、DGSの電気の質に因るものかどうかの判断はつきませんが、発電に余裕が無いことも遠因となっているのかもしれませんが。DGSのメーカーも、ある程度発電に余裕が必要だとコメントをしています。



#### D社の場合

同社は、プレカット工場です。非常に生産が忙しい工場であり、同社では生産を止めるわけにはいきません。しかし、自家発補給電力契約は割高な電力契約となっているため、業務用電力と違い産業用電力にこの契約を結ぶと、DGSのメリットが少なくなります。

そこで、同社ではDGSを2台設置し、かつそれを電力需要の高い時間帯は同時に、下がってくれば交互という体制で発電を行っています。設備費は高くなるのですが、安全性と耐久性と燃費にメリットを見出しています。この方式でも買電を行っていた時期と比較して、十分メリットを出しているとのことでした。

以上、導入事例について簡単に報告しました。調査時点では、経費に関わる部分についても詳しくお聞きしましたが、公表は差し控えさせて頂きました。そこで、架空の製材工場を設定し、それに基づくコスト試算を行っていく中で、DGSに掛かる費用について説明をし、買電との比較をしたいと思えます。

#### DGSによるケーススタディー

それでは、製材工場に自家発電を取り入れた場合の商用電力コスト比較をしてみます。次のような製材工場を設定しました（表3）。

#### 前提条件

- 1) 稼働時間  $8^h$  (稼働) +  $2^h$  (その他)
- 2) 月間稼働日数  $25^d$

これに基づき、北電による電気料金を試算すると次のようになります。

#### 基本料金

$$433^{kW} \times 0.85 \times 1,310^{円/kW} = 482,146^{円/月}$$

#### 電力量料金

##### 稼働時間

$$433^{kW} \times 0.6 \text{ (負荷率)} \times 8^h \times 25^d \\ \times (10.71 + 0.18)^{円/kWh} = 565,844^{円/月}$$

##### その他時間

$$433^{kW} \times 0.1 \text{ (照明, その他)} \times 2^h \times 25^d \\ \times (10.71 + 0.18)^{円/kWh} = 23,793^{円/月}$$

合わせて、

$$(482,146 + 565,844 + 23,793) \times 1.03 \\ = 1,103,936^{円/月}$$

となります。

表3 工場設定

機 械 名 称	動力 (kW)
ツイン帯鋸盤 送材車ワンマン (1100mm)	61.9
同 テーブル盤 (1100mm)	46.6
オートテーブル帯鋸盤 (1100mm)	21.7
クロスカットソー	4.4
チップパー	43.4
集塵装置	37.0
小計	215.0
付帯設備	177.4
照明	30.0
その他	10.0
小計	217.4
合計	432.4

これに対して、DGSでの費用を試算してみます。

#### 前提条件

A重油：36<sup>円/l</sup>，オイル単価：200<sup>円/l</sup>

発電機燃料消費量：0.27<sup>l/kWh</sup>

発電器の選定

定格出力：512<sup>kW</sup>，オイル量：120<sup>l</sup>

燃料費

稼働時間

$$433^{\text{kWh}} \times 0.6 \times 8^{\text{h}} \times 25^{\text{d}} \\ \times 0.27^{\text{l/kWh}} \times 36^{\text{円/l}} = 505,051^{\text{円/月}}$$

その他時間

$$433^{\text{kWh}} \times 0.1 \times 2^{\text{h}} \times 25^{\text{d}} \\ \times 0.27^{\text{l/kWh}} \times 36^{\text{円/l}} = 21,044^{\text{円/月}}$$

$$\text{計 } 505,051 + 21,044 = 526,095^{\text{円/月}}$$

オイル交換

$$120^{\text{l/月}} \times 200^{\text{円/l}} = 24,000^{\text{円/月}}$$

消耗品 (エレメント)

$$10,000^{\text{円/月}}$$

整備費

$$54,125^{\text{kWh}} (\text{月電力使用量}) \times 2^{\text{円/kWh}} \\ = 108,250^{\text{円/月}}$$

電気保安協会委託料 (自家発電運転部分)

$$50^{\text{万円/年}} \div 12^{\text{月}} = 41,667^{\text{円/月}}$$

保安要員不在の場合で聞き取り調査による目安。

煤煙測定

$$10^{\text{万円/6月・回}} \div 6^{\text{月}} = 16,667^{\text{円/月}}$$

1時間当たり50l以上の重油を消費する発電機。

聞き取り調査による。

$$\text{合計} ( + + + + + ) \\ \times 1.03 = 748,479^{\text{円/月}}$$

コスト比較をすると、

$$1,103,936 - 748,479 = 355,457^{\text{円/月}}$$

$$355,457^{\text{円/月}} \times 12^{\text{月}} = 4,265,484^{\text{円/年}}$$

と試算されます。

その他、熱の回収および利用について考慮すると、重油消費量約14,600lの内、少なめの30%の約4,400lの重油がボイラーおよび暖房に換算使用可能となり、金額では更に158,400<sup>円/月</sup>の節約につながります。今後木材業においても冬期間の労働環境を整える必要があり、この熱が有効に利用されることが望まれます。

#### 導入のための手引き

導入にあたっては綿密な計画と試算が必要となります。ここでは導入のためにおさえておかなければならないことを述べていきたいと思います。

##### (1) 既存設備の把握

まず、自社における機器の設備容量をもう一度確認して下さい。現在移行中のデマンド契約以前にある契約負荷設備および契約受電設備の内容が現状の設備と一致しているか見なければなりません。本来、契約以外の設備は持ち得ないのですが、何らかの理由により、増設・廃棄の手続きが終了していないことも考えられます。そして、これらすべての設備容量を計算します。

##### (2) 負荷特性の把握と平準化

所有する設備の負荷のパターンを把握します。電力の日最大負荷および各月の負荷パターンを把握する必要があります。このことは、DGSの選定・および後に述べる負荷平準化のための基礎資料となります。このパターンを把握するための最も簡易な方法としては、電気保安協会等に委託して計測・グラフ化してもらうことです。この時、操業の状態も併せて把握しておくことが大切です。

これにより、次のような日負荷特性図を得ることが出来ます。図5を見て分かるように、電力負荷には、通常変動が生じているはずですが、このピークをいかに他へ振り向け平準化させることができるかにより、DGSの選定も変わってきます。

必要な仕事を止めるわけにはいかないため、前・後

に仕事を振り分け、ピークAの仕事を例えば休憩を交代に取ることで休憩時間に持っていけないのか、更にピークB・Cを下げる事ができないかを検討することで、初期投資の圧縮が可能となり大きなメリットを生むこととなります。

しかしこのことは前述したようにDGSのみならず、商用電力を用いる場合にも検討されるべきです。

### (3) システムの設定

次に、排熱利用も検討されます。木材業の排熱利用としては、一つは冬期間暖房、そして今日乾燥材が普及する中で乾燥装置への熱供給があります。熱回収システムとしては、DGSから発生する蒸気や温水を使用できるかを検討します。しかし熱を大量に回収しようとするれば発電機の規模が大きくなることから、電力主体で考えるのか、熱を主体で考えるのか、あるいは併用させるのかでシステム構成は大きく変わってきます。

### (4) 経済性の検討

#### ・イニシャルコスト

DGSは日本だけでも10数社からシステムが販売されています。その特性・価格にも幅があり一概に何kWなら設備費はいくらとは言えません。また、DGS本体以外にかかる費用としては設置工事費（煙道・潤滑油装置・排熱回収装置・その他配管工事・電気設備工事・燃料タンク・建物等）があります。これら総設備にいくらまでかけるかは、経営者の判断に因ることとなります。

さて、設備費の回収期間としては（DGSは法定耐用年数15年）、4年から6年程度以内にしたいたいです。それ以降の保守・修繕に大幅に費用がかかること、長期的な重油価格の予測がつかないことも理由となります。その期間内にランニングコストで浮いた費用合計で回収できるくらいの投資額に抑えたいものです。

例えば、年間300万円のコスト削減が可能として5年を回収期間とすれば、1,500万円程度の投資にしたいということです。

#### ・ランニングコスト

前述の「DGSによるケーススタディー」で、簡単なコスト試算をしました。ランニングコストとしては、先の費用が考えられます。この中で整備費を計上してありますが、これは毎月かかるものではなく、総運転時間15,000時間ごとにかかるオーバーホール費用を月割りにするために、kWhあたりに換算したもので計算しています。

また、金銭の支出は伴わないのですが減価償却費、営業外費用としての金利負担、租税公課、保険料これらも、固定的な費用として毎年考えなければなりません。ケーススタディーでは人件費も見えていませんが、別途雇用することになれば、メリットは完全に出てこなくなるので、工場内部人員による余裕時間において操作、監視が出来る体制・機器設置の検討をしなければなりません。

#### ・その他

今回、紹介した試算は簡便に行ったものであり、導入検討の前段階としては十分有効ですが、導入の実際の段階では更に厳密なコスト試算がなされなければな

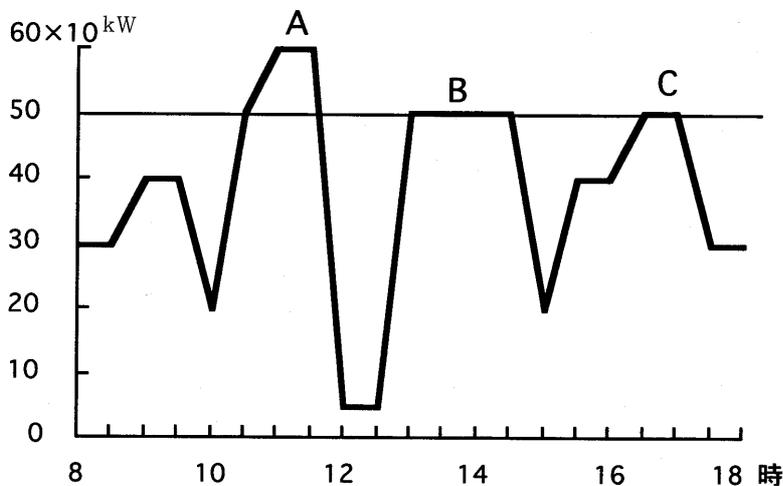


図5 電力日負荷特性図

りません。ある企業では準備に半年を要したといいますが、さらに、メーカーとの綿密な打合せを行った結果、試算通りの費用節減効果があり4年ほどで設備の単純回収は終了したといえます。

木材業で年間3～400万円の節約できることは非常に大きな意味を持っていますが、単純な試算でDGSに飛びつくことは危険といえます。

調査した6社ともDGSのシステムが故障し、生産に影響が大きく出るような経験はしていないとのことでした。そういった点からすれば、システムの信頼性はかなり高いと思います。

しかし機械は故障するものであり、特にDGS1台体制で行う場合には、緊急のバックアップ体制が取れるのか、修理の期間にはどの程度要するのか、その間の生産をどうカバーしていくのか、最悪の工場停止時のダメージコストをどのように評価するのも大切な検討課題です。すなわち、経済性の評価は、個別によるのではなく、生産システム全体との兼ね合いの中で

評価をしていくべきものといえるでしょう。

#### まとめ

以上、エネルギーコストの削減のための方策についてご紹介しました。既にDGSを導入をしている企業の多くは現段階では満足されて、増設のため2台目を検討しているところもあります。事実、メリットは少なくないように思います。

最後に付け加えるなら、原価の構成比率としては小さい電気料金もシビアに管理する、そういった観点でコストコントロールをするために努力を惜しまない姿勢が、企業にとって最大のメリットであったと、私は結びたいと思います。

末文ですが、調査に快く応じていただいた各企業の方々には心より感謝申し上げます。

(林産試験場 経営科)