

川崎製鉄技報

KAWASAKI STEEL GIHO

Vol.18 (1986) No.2

エネルギーセンターの計測制御システム

Instrumentation and Control System at Energy Center

阿部 成雄(Shigeo Abe) 峰松 隆嗣(Takashi Minematsu) 赤城 啓允(Hirochika Akagi) 小宮山 滋(Shigeru Komiyama) 前沢 利春(Toshiharu Maezawa) 山下道広(Michihiro Yamashita)

要旨：

千葉製鉄所ではエネルギー需給に関する情報を集中化し、エネルギー相互の効率的変換運用を目的として、エネルギーセンターをリフレッシュした。全体構成をセンターコンピュータシステム、プロセスコンピュータシステム、計装システムから成るハイアラーキ構造とし、生産計画と一体化したエネルギー需給を可能にした。計装システムでは、マンマシン・インターフェースを充実し、所内全域のエネルギー設備の集中監視制御を行っている。また、プロセスコンピュータシステムでは、電力、燃料、蒸気、酸素等の情報を一元的に管理し、エネルギー最適運用を実現した。本システムの導入により、エネルギーコストの削減と要員の合理化を達成している。

Synopsis :

Chiba Works has revamped its Energy Center with the aim of centralizing information concerning energy demand and supply, and which achieves mutual effective conversion use of various kinds of energy. The new system consists of a hierarchy of a central computer system, process computer system and instrumentation systems, thereby permitting energy demand and supply to be connected to the production system. The instrumentation system is provided with currently-available man-machine interfaces to perform centralized monitoring and control of all energy facilities at the steelworks. The process computer system has a data base about electric power, fuels, steam, oxygen and other utilities. Through the installation of the new system, energy costs saving and man-power saving have been achieved.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Instrumentation and Control System at Energy Center



阿部 成雄
Shigeo Abe
千葉製鉄所 設備技術
部電気計装技術室



峰松 隆嗣
Takashi Minematsu
千葉製鉄所 設備技術
部計装整備課 掛長



赤城 啓允
Hirochika Akagi
知多製造所 設備部電
気計測課 課長



小宮山 滋
Shigeru Komiyama
千葉製鉄所 エネルギ
一部エネルギー技術室
主査(課長補)



前沢 利春
Toshiharu Maezawa
千葉製鉄所 エネルギ
一部エネルギー調整課
主任部員(掛長)



山下 道広
Michihiro Yamashita
千葉製鉄所 エネルギ
一部エネルギー調整課

1 緒 言

昭和48年末に発生した第1次石油危機を契機に、当社では10年で4次にわたる省エネルギー活動を展開した。第1次の省エネルギー活動では主として操業改善が中心であり、第2次以降は設備改善がふえて、例えば、設備の大型化、連続化、高効率化、排エネルギー回収などをオイルレス製鉄のスローガンのもとに実現してきた。第4次の省エネルギー活動では、従来のエネルギー節約型の活動が限界に近づきつつあるので、エネルギーコストを低減することに方針を変更したり。これは、各種エネルギーのコスト差や設備間での効率差を利用して、エネルギー需給を適正化してエネルギーコスト低減を図ることを骨子としている活動である。

千葉製鉄所で、昭和59年10月に建設したエネルギーセンターシステムは、このエネルギー需給の最適化を狙ったものであり、トータルエネルギーコストが最小になるように、生産情報およびエネルギーコスト情報をもとに、製鉄所全域のエネルギー発生ならびに消費設備の需給を調整するシステムである。このシステムは、センターコンピュータシステム(以下C/C)、プロセスコンピュータ(P/C)

要旨

千葉製鉄所ではエネルギー需給に関する情報を集中化し、エネルギー相互の効率的変換運用を目的として、エネルギーセンターをリフレッシュした。全体構成をセンターコンピュータシステム、プロセスコンピュータシステム、計装システムから成るハイラーキ構造とし、生産計画と一体化したエネルギー需給を可能にした。計装システムでは、マンマシン・インターフェースを充実し、所内全域のエネルギー設備の集中監視制御を行っている。また、プロセスコンピュータシステムでは、電力、燃料、蒸気、酸素等の情報を一元的に管理し、エネルギー最適運用を実現した。本システムの導入により、エネルギーコストの削減と要員の合理化を達成している。

Synopsis:

Chiba Works has revamped its Energy Center with the aim of centralizing information concerning energy demand and supply, and which achieves mutual effective conversion use of various kinds of energy. The new system consists of a hierarchy of a central computer system, process computer system and instrumentation systems, thereby permitting energy demand and supply to be connected to the production system. The instrumentation system is provided with currently-available man-machine interfaces to perform centralized monitoring and control of all energy facilities at the steelworks. The process computer system has a data base about electric power, fuels, steam, oxygen and other utilities. Through the installation of the new system, energy costs saving and man-power saving have been achieved.

システム、計装システム(DDC)の3階層のハイラーキ構成としている。C/Cシステムでは、生産管理システムと接続して、エネルギーの長期および短期(月、週、日)計画とリアルタイムのエネルギー予測を行い、P/Cシステムでは、このエネルギー予測の修正およびそれにもとづくエネルギー配分の最適化を行う。計装システムは、電力、燃料、蒸気、酸素などの計測データの収集と、プラント監視および制御を行うものである。

このシステムの特徴を挙げると次の通りである。

- (1) 最適化モデルを使用したエネルギー需給予測
- (2) 光データウェイによる高速多量の情報伝送
- (3) P/C、計装システムによる高信頼性の確保
- (4) 人間工学を考慮したマンマシン・インターフェース

本報では、全面的にリフレッシュした千葉製鉄所のエネルギーセンターを中心にエネルギーセンターの計測制御システムについて概要と特徴について述べる。

2 全体構成と機能

Fig. 1 にエネルギーセンターシステムの機能構成を示す²⁾。以

* 昭和61年1月29日原稿受付

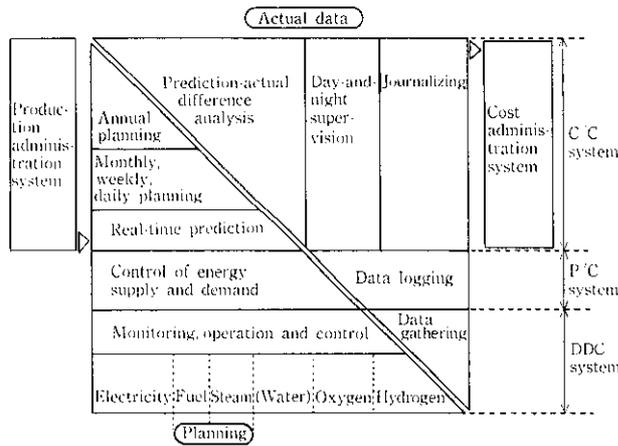


Fig. 1. Function composition of energy system



Photo 1 Energy center

下、それぞれのシステムの主な機能について述べる。

(1) 計装システム

計装システムは、各種エネルギー需給の手足となるシステムであり、主たる機能は上位システムの指示に基づくエネルギーの安定供給と効率的運用、補正による計量精度の向上などである。また、本システムは情報の系統的な一元管理、操作性、安全性の向上を目的としてマンマシン・インターフェース機能の向上を図っている。

(2) P/C システム

P/C システムは、エネルギー需給運転を管理するためのもので、エネルギー需給のバッファ機能を有するガスホルダー、燃料ガスの電力変換を行う発電所を有効に使い、燃料、蒸気、電力、酸素などの効率的変換運用により、エネルギー需給を最適化することが、主機能である。

(3) C/C システム

C/C システムは、製鉄所の生産管理システムと連携を取り、エネルギー需給上、これを支援するという位置づけである。生産計画、稼働計画に基づいたエネルギー需給を正確に予測し、需給のアンバランスを平滑化するために工程調整を行うことと、エネルギー実績を把握し解析評価することが、主な機能である。

3 計装システムの機能と構成

3.1 システム構築上のポイント

3.1.1 機能的な制御室

エネルギーセンターには、C/C システムの端末機器、P/C システムの端末機器および計装システムのデスクなどが入るため、機器配置、デスクの形状、寸法、色を統一した。Photo 1 にエネルギーセンター制御室を示す³⁾。

3.1.2 人間工学的アプローチ

本システムはエネルギー設備を直接操作するものであるから、人間工学的アプローチを取り入れて、操作性と安全性の高いシステムとした。Fig. 2 にその一端を示すが、照明の位置、方法の検討、室全体の色調の検討はもとより、寸法の決定に関しては、日本人男子の体格を基準とし、実物大模型を使った複数実験者による操作性、視認性の確認、心理的影響の検討などを行った⁴⁾。また、デスクと系統盤の間隔についてもオペレータが系統盤を見る際、上向き角度を 45° 以下に抑えるなど疲労感を極力感じないように配慮した。

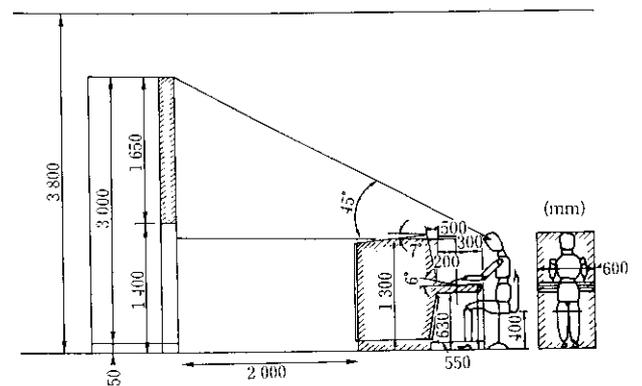


Fig. 2 Decision of console dimensions

このように見た目のはでさより機能的に、また、オペレータが長時間生活する生活居住空間であることを意識して、各システムの端末機器、デスクなどを実用的に配置した。

3.2 システムの構成と特徴

千葉製鉄所においては、燃料、蒸気、電力、酸素および環境について情報の集中化を行っているが、ここでは中心となる燃料および蒸気の計装システムについて以下に述べる。Fig. 3 に燃料・蒸気計装システム構成を示す。

3.2.1 高速長距離光データウェイの採用

Fig. 3 において西工場と生浜地区の情報収集のために光のデータハイウェイを使用した。光データハイウェイの総延長は、22.1 km であり、伝送速度は、32 M ビット/秒と高速である⁵⁾。

3.2.2 情報の集中化と制御の分散化

製鉄所のエネルギーセンターとして、総合計装システムを採用し、情報の集中化を図った。プロセス入出力信号は、アナログ信号とデジタル信号合わせて 1500 点であり、CRT オペレーションにより情報の一元管理を可能にした。また、エネルギーセンターは 1 年中停止することがないので、制御ループについてはマイコンを 2 重化し、さらにブローのような重要設備については、制御ステーションを分散し、ブロー設備全体の停止を避けるようシステム設計を行った (Fig. 3 参照)。

3.3 機能概要

燃料・蒸気計装システムの機能を Table 1 に示す。酸素、電力については、需給・系統の監視および操作を行っている。

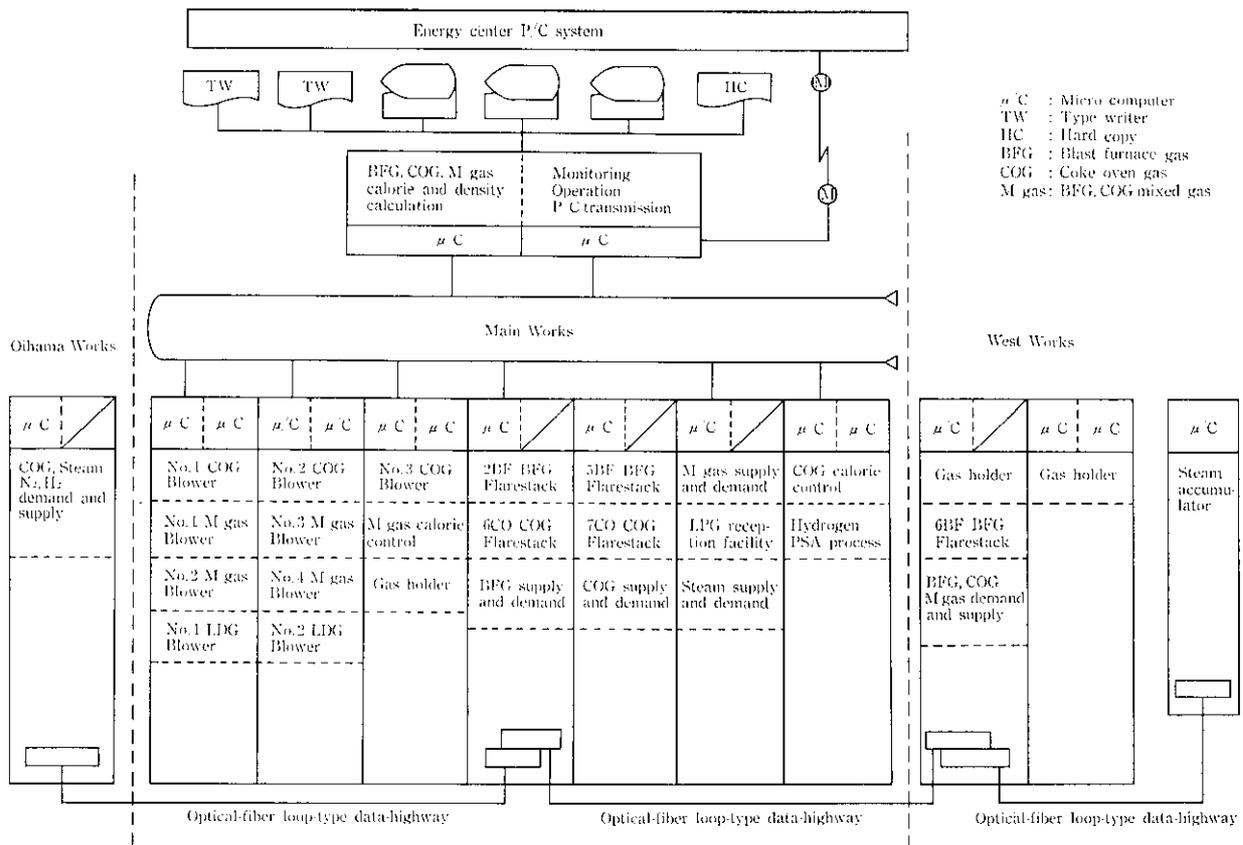


Fig. 3 Fuel and steam control system at Chiba Works

Table 1 Function of fuel and steam control system

Energy plant	Function
Gas holder	<ul style="list-style-type: none"> Gas holder level, pressure and piston-speed monitoring Inlet and outlet interception valve inter-lock sequence Oil flow monitoring sequence
Flarestack	<ul style="list-style-type: none"> Flarestack control by monitoring holder level and gas pressure Flarestack automatic sequence
Fuel gas and steam supply and demand instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> Gas volume compensation by temperature, pressure, humidity and density
Gas blower	<ul style="list-style-type: none"> Start and stop operation sequence of gas blower Suction and delivery pressure control Surging protection control Temperature monitoring of blower
LPG reception facility	<ul style="list-style-type: none"> Pump operation sequence Gas leak detecting
Steam pressure and temperature reducer	<ul style="list-style-type: none"> Feed water control
Steam accumulator	<ul style="list-style-type: none"> Steam feed control Pressure monitoring of accumulator
Gas calorie controller	<ul style="list-style-type: none"> M gas calorie advanced control

3.3.1 燃料ガスカロリー制御

製鉄所の副生ガスの有効利用を推進するためには、燃料ガスカロリー制御が不可欠であり、当社においても積極的に実施している。水島製鉄所では、特徴的な A_0 (理論空気量) index (A_0I) 一定制御を行っており、千葉製鉄所では、Wobbe index WI 一定制御を基本としている。供給先に応じて使い分けが必要である。

$$WI = H / \sqrt{\rho}$$

H : ガスの真発熱量 (kcal/Nm³)

ρ : ガスの密度 (kg/Nm³)

千葉の熱延系燃料ガスカロリー制御では従来の制御ロジックに可変ゲイン要素、非干渉制御、負荷変動フィードフォワード要素を付加し、制御性の向上を図っている。Fig. 4 に千葉熱延系燃料ガスカロリー制御フローを示す。Fig. 5 に燃料ガスカロリー制御ブロック図を示す。制御すべき対象は、混合ガス (以下Mガス) カロリーとMガス圧力の2点であり、いずれも定値制御である。Fig. 5 における各要素は、以下の通り定式化される。

(1) 最適比率

$$\frac{F_C}{F_B} = \frac{Q_{MSV} - Q_B}{Q_C - Q_{MSV}} \dots\dots\dots (1)$$

F_C : Cガス流量 (Nm³/h)

F_B : Bガス流量 (Nm³/h)

Q_{MSV} : 目標Mガスカロリー (kcal/Nm³)

Q_C : 無駄時間補正後のCガスカロリー (kcal/Nm³)

Q_B : Bガスカロリー (kcal/Nm³)

(2) 負荷変動フィードフォワード要素

Fig. 5 において G_{PM} および G_{PW} を 1 次遅れ+無駄時間の系

と近似すると、 G_1 は

$$G_1 = -\frac{G_{PM}}{G_{PB'}} \times F_M$$

$$= -\frac{K_{PM}}{K_{PB'}} \times \frac{1+T_{PB'}S}{1+T_{PM}S} \exp[-(L_{PM}-L_{PB'})S] \times F_M \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$G_{PM} = \frac{M \text{ ガス吐出圧力 PV}}{M \text{ ガス使用量}} = \frac{K_{PM}}{1+T_{PM}S} \exp(-L_{PM}S)$$

$$G_{PB'} = \frac{M \text{ ガス吐出圧力 PV}}{B \text{ ガス流量 SV}} = \frac{K_{PB'}}{1+T_{PB'}S} \exp(-L_{PB'}S)$$

- F_M : M ガス使用量 SV
- $K_{PM}, K_{PB'}$: ゲイン
- $T_{PM}, T_{PB'}$: 時定数
- $L_{PM}, L_{PB'}$: 無駄時間
- S : ラプラス変換のパラメータ

となる。 G_1 として遅れ進み+無駄時間要素を用いる。

(3) 可変ゲイン要素

$$G_2 = \frac{F_B + F_C}{F_B} \times \frac{1}{Q_C} \quad \dots\dots\dots(3)$$

(4) 非干渉要素

$G_{PB'}$ および $G_{PC'}$ を 1 次遅れ+無駄時間の系と近似すると、

G_3 は

$$G_3 = -\frac{G_{PC'}}{G_{PB'}} \times F_B = -\frac{K_{PC'}}{K_{PB'}} \times \frac{1+T_{PB'}S}{1+T_{PC'}S} \times \exp[-(L_{PC'}-L_{PB'})S] \times F_B \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$G_{PC'} = \frac{M \text{ ガス吐出圧力 PV}}{C \text{ ガス流量 SV}} = \frac{K_{PC'}}{1+T_{PC'}S} \exp(-L_{PC'}S)$$

- $K_{PC'}$: ゲイン
- $T_{PC'}$: 時定数
- $L_{PC'}$: 無駄時間

となる。

Fig. 6 に改善後の燃料ガスカロリー変動を示す。変動幅は、2330 kcal/Nm³ の目標値に対し、±20 kcal/Nm³ であり、良好な結果が得られている。

3.3.2 燃料ガス、蒸気の計測精度と省エネルギー

差圧式流量計による流量計測を行う場合、真の容積流量を得るためには、ガス温度、ガス圧力、ガス組成、およびガス相対湿度による補正を行わなければならない。一般式は下記の通りである。

$$Q_N = Q \times \frac{\sqrt{\gamma_s}}{\sqrt{\gamma_1}} \times \frac{10332 + P_1 - \varphi_1 P_{D1}}{273.2 + t_1} \times \frac{273.2 + t_s}{10332 + P_s - \varphi_s P_{Ds}} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\gamma_s = \gamma_{ns} \times \frac{10332 + P_s - \varphi_s P_{Ds}}{10332} \times \frac{273.2}{273.2 + t_s} + \varphi_s \gamma_{Ds} \quad \dots\dots(6)$$

$$\gamma_1 = \gamma_{n1} \times \frac{10332 + P_1 - \varphi_1 P_{D1}}{10332} \times \frac{273.2}{273.2 + t_1} + \varphi_1 \gamma_{D1} \quad \dots\dots(7)$$

- Q_N : 標準状態での流量 (m³/h)
- Q : 流量計使用状態での流量 (Nm³/h)
- P_1, P_s : 使用状態, 設計時の圧力 (mmHg)
- t_1, t_s : " , " 温度 (°C)
- γ_{n1}, γ_{ns} : " , " 比重 (kg/Nm³)
- P_{D1}, P_{Ds} : " , " 飽和蒸気圧力 (mmHg)
- γ_{D1}, γ_{Ds} : " , " 飽和蒸気比重 (kg/Nm³)
- φ_1, φ_s : " , " 相対湿度 (%/100%)

燃料ガスについては、相対湿度のみ定数でもち、他の圧力、温度および密度については、プロセスデータをもとに補正演算を実施し

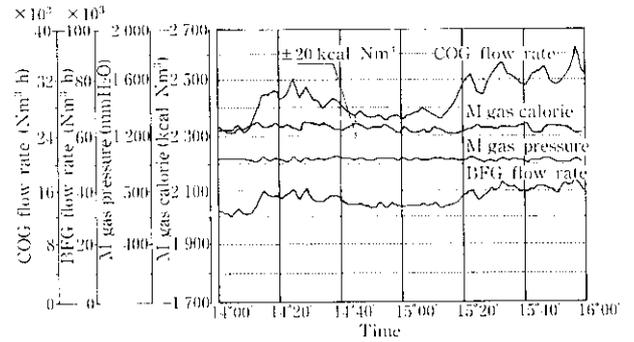


Fig. 6 M gas calorie chart

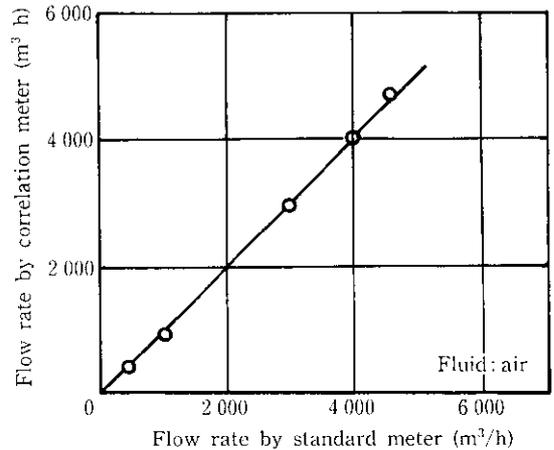


Fig. 7 Flow characteristics

ている。温度と圧力の計測点は、配管圧損やガスの潮流を勘案し、必要最小限に数を絞っており、総合計装システムの採用により効率良く演算を行っている。

近年、オフィスでの圧力損失が無視できないこと、取付け工率が大掛りになることなどの理由から気体用超音波流量計の導入が行われている。当社では、オーバル機器工業株式会社と共同開発した相関式流量計^①があり、今後、採用を検討していく段階である。以下、測定原理と結果について述べる。

流体管路軸上の上下流に距離 l だけ離れた位置 A、B に置かれた 2 つの速度変動検出センサーによって、変動を測定するものとする。A、B 間を流れる流体の流速を u とすると、A における変動が B に到達する時間 τ_0 は、

$$\tau_0 = l/u \quad \dots\dots\dots(8)$$

である。従って、 τ_0 が求めれば、流速 u が計算される。 τ_0 は A における時間変動 $X(t)$ 、B における時間変動 $Y(t)$ の相互相関関数

$$\phi_{XY} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X(t) Y(t-\tau) dt \quad \dots\dots\dots(9)$$

を最大にする τ を求めることによって得られる。実際の相関演算は極性相関方式を用いて、論理演算で処理速度を上げている。

Fig. 7 にオーバル社内での基準ガス試験装置での比較結果を示す。この結果では流量が 450 Nm³/h (0.8 m/s) が流量下限であり、かつ器差が指示値に対して、±1% 以内に収めることが可能であるとの確証を得た。

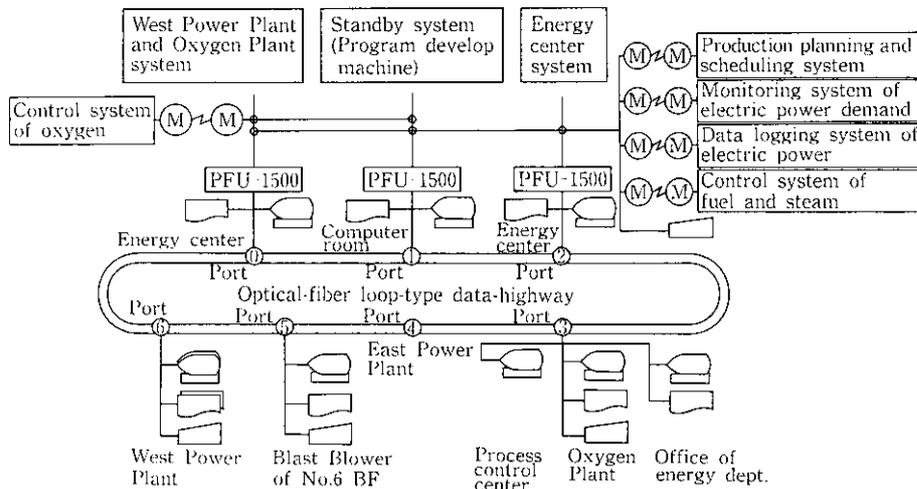


Fig. 8 Hardware configuration of Energy center P/C system at Chiba Works

4 プロセスコンピュータシステムの機能と構成

4.1 P/C システムの位置づけ

本システムは、C/Cシステムで作成した設備稼働予定、エネルギー最適配分計画および修正情報と下位の計装システムからの実績情報をもとに、エネルギーバッファ設備を活用したきめ細かいエネルギー最適配分計画を作成し、操業させることにより、燃料、蒸気などの放散を抑制し、購入エネルギーのミニマム化を図るものである。

4.2 システムの構成と特徴

Fig. 8にP/Cシステム構成を示す。システム構築上考慮した点を以下に述べる。

4.2.1 多種多量の情報の一元管理

所内全域に光データウェイステーションを設置し、情報の集中化を図り、エネルギー最適需給ガイダンスを、各ポート経由で操作室へ出力できるようにした。エネルギーセンターで管理している情報は、実績ベースで7000点である。

4.2.2 信頼性、操作性、保守性の向上

ボイスアナンシエータ、高密度CRTの導入によりオペレータの使い易いシステムとした。また、P/Cにおける機能の高度化にとともに、システム全体の信頼性を向上させるため、計算機を3台構成とし、1台をバックアップ兼開発用とした。

4.3 機能概要

P/Cシステムの機能構成をFig. 9に示す。構成としては、エネルギー共通処理を中心に電力システム、燃料システム、蒸気システム、西発電所システム、酸素システムから成っている。以下、主な機能について述べる。

4.3.1 エネルギー最適配分モデル

エネルギー最適配分モデルは、8時間運転モデル、1時間運転モデルおよび自家発電所最適負荷配分モデルより構成されている。前二者は、エネルギー需給の運転基準に合ったモデルとし、エネルギー需給構造の変化に柔軟に対処できるよう配慮した。このためヒューリスティックモデルを採用した。これに対し、自家発電所最適負荷配分はモデルの性格から最適化問題ととらえ、その解法として制

Energy common transaction	
●	Energy demand and supply prediction data processing
●	Optimal energy distribution model for 8 hours (8 hours operation model)
●	Optimal energy distribution model for one hour (1 hour operation model)

Electric power system	Fuel system	Steam system	West Power Plant system	Oxygen system
● Electricity demand control	● BFG, COG LDG holder level prediction ● BFG east-west connection flow control ● Number of gas blower prediction	● Bleeding steam control ● Steam accumulator control	● Turbine start up guidance ● Plant operation monitoring ● O ₂ control ● Data logging	● O ₂ , N ₂ , Ar demand and supply prediction ● Load distribution guidance of ATC, SEP

ATC: air turbo compressor
SEP: air separator

Fig. 9 Function composition of P/C system

約付非線形計画法を適用した。Fig. 10に8時間および1時間運転モデルのパッケージ構成を示す。2つの共通パッケージと2つの個別パッケージで構成している。

(1) 各時間メッシュエネルギー配分パッケージ

ヨークス炉燃料切替、熱延系へのLPG投入、燃料および電力使用量制限タイミングを切替制限の時間余裕を考慮して出力する機能をもつ。

(2) ホルダー推移決定パッケージ

ホルダー備蓄によるLPG使用量のミニマム化と昼夜間、尖頭時の電力料金差の活用(ホルダーの戦略的運用)の機能をもつ。

Fig. 11にホルダー推移決定パッケージの概念を示す。ホルダーレベル一定による燃料ガス配分をベースにして、LPG使用量を予測し、次にホルダーの運用により使用量を少なくし、更に昼夜間の電力料金差を利用して、ホルダー推移を決定するパッケージの概念を示したものである。

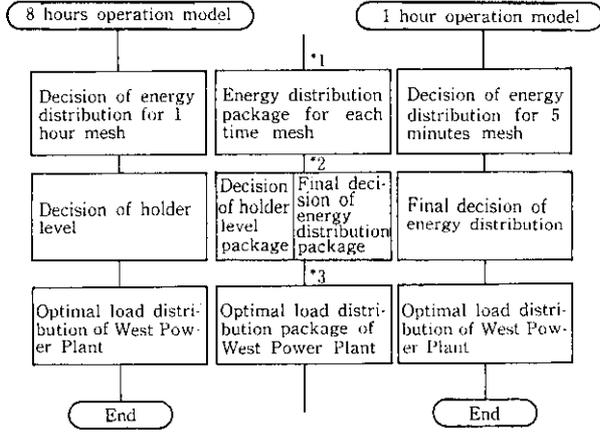


Fig. 10 Configuration of 8 hours and 1 hour operation model

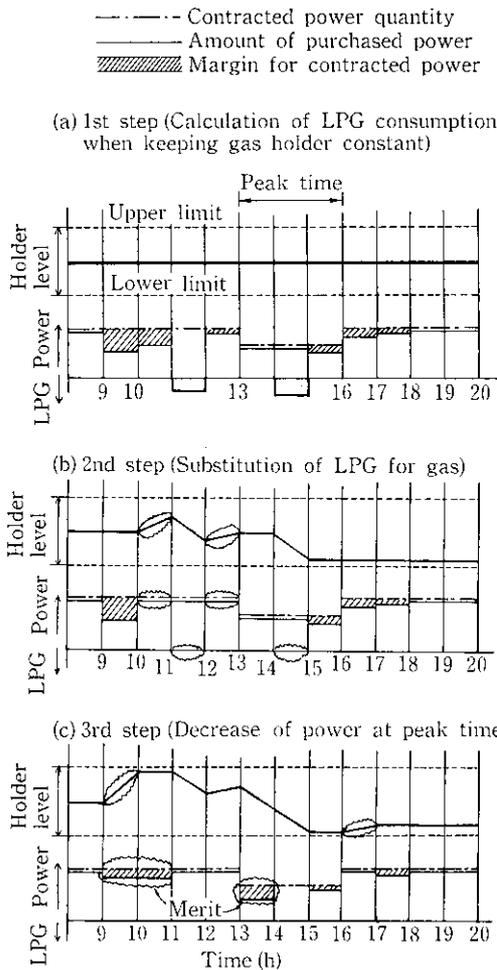


Fig. 11 Holder level decision package

(3) エネルギー運用最終決定パッケージ

1度に多くの操作を指示せず、また変更指令に要する時間を考慮して自家発電量およびガス使用量の変更、燃料・電力使用量制限などを出力する機能をもつ。

(4) 自家発電所の最適負荷配分パッケージ

自家発電所の高効率運転による購入エネルギー費用の最小化を実現する機能をもつ。このパッケージでは、自家発電所向けのトータルガス量と発電量下限値から、次のように定式化し、こ

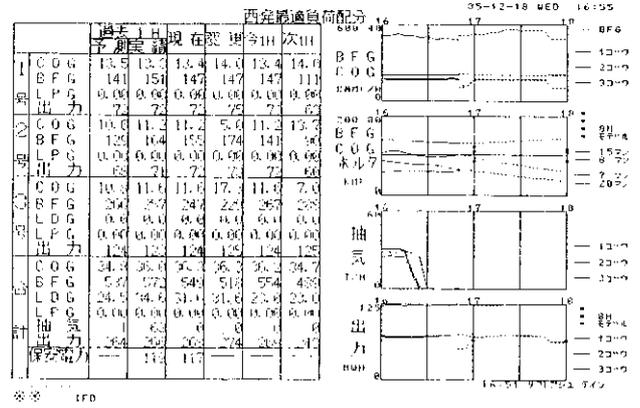


Fig. 12 An example of display of optimum-distribution operation result of in-house generated power

れを非線形計画法パッケージを用いて各ボイラー・タービン負荷、燃料配分を決定している。

$$\max Z = C_E(W_1 + W_2 + W_3) - C_{LPG}(F_{LP1} + F_{LP2} + F_{LP3}) \dots (10)$$

$$\text{subject to } F_{B1} + F_{B2} + F_{B3} \leq F_B$$

$$F_{C1} + F_{C2} + F_{C3} \leq F_C$$

$$W_{i \min} \leq W_i \leq W_{i \max} \quad (i=1, 2, 3)$$

$$W_i = f_i(F_{Bi}, F_{Ci}, F_{LPi}) \quad (i=1, 2, 3)$$

W_i : ボイラー、タービン系特性式

i : 1~3号ボイラー・タービンの No.

C_E : 電力量料金

W : 有効電力

C_{LPG} : LPG 料金

F_{LP} : LPG 流量

各モデル式の推定に関しては、実操業結果をもとに重回帰分析を行い、モデル式自体の形を決めることから検討した。実際に用いているモデル式は (11) 式の通りである。非線形モデルとして定式化した。

$$W = a_0 + a_1 \bar{W}^2 + a_2 \bar{W} + a_3 F_S \dots (11)$$

ここで

$$\bar{W} = \bar{a}_1 Q_{BM} F_{BM} + \bar{a}_2 Q_{COG} F_{CS} + \bar{a}_3 Q_{LPG} F_{LP} \dots (12)$$

W : 有効電力 (MW)

Q_{BM} : 増熱 BFG カロリー (10^3 kcal/Nm^3)

Q_{COG} : 単独 COG カロリー (10^3 kcal/Nm^3)

Q_{LPG} : LPG カロリー (10^3 kcal/Nm^3)

F_{BM} : 増熱 BFG 流量 ($10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$)

F_{CS} : 単独 COG 流量 ($10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$)

F_{LPG} : LPG 流量 ($10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$)

F_S : 抽気流量 (t/h)

実際の運転結果を Fig. 12 に示す。Fig. 12 では予測と実績の値がほぼ等しく、自家発電所の最適負荷配分ガイダンス (図中の変更の欄) によれば現在の 268 MW に対し、さらに 6 MW 発電量が増加することを示している。

4.3.2 電力デマンド監視

エネルギー最適配分、自家発電所の最適負荷配分で計算された各ユニット毎の自家発電量と電力需要予測値、および購入電力量実績値から1時間デマンド、日量デマンドの予測、監視を行うものである。

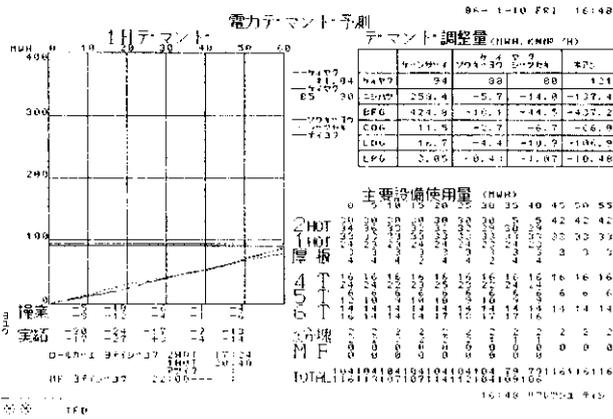


Fig. 13 An example of display of one-hour demand predicting operation result

(1) 1時間デマンド監視

現時刻から定時(60分)までのデマンド予測を行う。

$$\hat{Y}_i = \sum_{k=1}^j y_k + \sum_{l=j+1}^i \hat{y}_l \dots\dots\dots (13)$$

$$i=j+1, j+2, \dots, 60$$

j : 現時刻 ($1 \leq j \leq 59$)

y_k : 買電量実績値 (1分メッシュ)

\hat{y}_l : 買電量予測値 (1分メッシュ)

\hat{Y}_i : i 分までの電力デマンド予測値

(2) 日量デマンド監視

現在時刻から22時までのデマンド予測を行う。

$$\hat{Z}_m = \sum_{k=n}^m Y_k + \sum_{l=n+1}^m \hat{Y}_l \dots\dots\dots (14)$$

$$m=n, n+1, \dots, 21$$

n : 現在時刻 ($8 \leq n \leq 22$)

Y_k : 買電量実績値 (1時間メッシュ)

\hat{Y}_l : 買電量予測値 (1時間メッシュ)

\hat{Z}_m : 8時から m 時までの電力デマンド予測値

日量デマンド管理対象の時間帯は、7, 8, 9月については昼間帯と尖頭時の2つに分け、それ以外は昼間帯のみ予測する。Fig. 13に1時間デマンド予測運転結果を示す。Fig. 13では契約電力以下で予測と実績(図中の2本の点線)が、良く一致していることがわかる。

4.3.3 酸素プラント最適運転計画

酸素については、月間と8時間、2つの最適運転計画より構成されている。月間最適稼働計画では、日単位の需要量、外販計画から分離器、圧縮機、圧送機の最適稼働指標と液の発生量を求めている。8時間最適負荷配分では、複数台の分離器、圧縮機、圧送機の最適負荷配分の指標を8時間先まで求めている。これらの処理では、非線形計画法パッケージを用いており⁷⁾、本システム導入後、20%の省エネルギーを達成している。

5 結 言

1984年10月リフレッシュした千葉製鉄所エネルギーセンターの計測制御システムを中心に述べた。計装システムでは、エネルギー安定供給と効率的運用および用役の計測精度を向上するための制御機能、演算機能に重点をおき、システム構築上の留意点についても言及した。P/Cシステムでは、エネルギー相互の効率的変換運用を行うための、エネルギー最適配分モデルを中心に自家発電所、酸素での非線形計画法の適用例、電力デマンド監視の概要などについて述べた。

エネルギーセンターの計測制御システムは、エネルギーコストの削減に大きく寄与し、エネルギーセンターでの運転管理レベルの向上にも役立っている。今後は、生産計画情報の予測精度を向上させ、エネルギーセンターの機能の拡充を図っていく所存である。

参 考 文 献

- 1) 森川昌夫, 藤川徳次郎, 吉村博安: 川崎製鉄技報, 17 (1985) 2, 93-97
- 2) 前沢利春, 小宮山 滋, 南部正悟, 峰松隆嗣, 阿部成雄: 川崎製鉄技報, 17 (1985) 2, 104-109
- 3) 阿部成雄, 赤城啓允: 計測技術, 14 (1986) 1, 68
- 4) 渡辺一宇: オートメーション, 25 (1980) 9, 34
- 5) 稲生清春: 横河技報, 26 (1982) 3, 105-110
- 6) K. Komiya, H. Akagi, A. Yokota, H. Yamamoto and T. Fukami: "On the Cross-correlation Flow Meter for Gas Flow Measurement", Preprint of International Symposium on Fluid Control and Measurement Tokyo, 1985, SICE, Tokyo (JAPAN), September (1985)
- 7) 赤城啓允, 柴田典夫, 津田 宗: 富士時報, 57 (1984) 9, 526