
汎用パソコンを用いた連铸情報ネットワークの構築

Information Network System of Personal Computers for Continuous Steel Casting Plant

稲山 晶弘(Akihiro Inayama) 茨木 通雄(Michio Ibaraki) 増田 康男(Yasuo Masuda)

要旨：

コストパフォーマンスにすぐれた汎用パソコンを、プロセス制御（P A）分野の計測制御システムの一要素として積極的に活用すべく、千葉製鉄所第3連铸工場において、汎用パソコン、汎用LANおよびプログラマブルコントローラ（P L C）とを組み合わせた情報ネットワークを構築した。汎用パソコンをP A分野で使いこなすために、ネットワーク制御プログラムの作成、MS-DOSの疑似マルチタスク化、拡張メモリ機能（EMS）及びRAMディスクの採用といった多くのノウハウを確立し、信頼性の高い高速ネットワークシステムを実現した。1989年3月に稼働して以来、プロセス情報の共有化およびシステム資源の共有化に大きく寄与している。

Synopsis：

Process information network system of personal computers has been installed for No.3 Continuous Casting Plant at Chiba Works. The network is mainly composed of personal computers, a local area network and programmable controllers. Network system with high reliability and quick response has been realized by means of many kinds of know-how, such as development of network control software, quasi-multi task transformation of MS-DOS (Microsoft), and applications of expanded memory specification and RAM disk. The network has been working smoothly since it was constructed in March 1989, and contributes considerably to common use of process information and system resources.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

Information Network System of Personal Computers for Continuous Steel Casting Plant



稲山 晶弘
Akihiro Inayama
千葉製鉄所 設備技術
部電気・計装技術室



茨木 通雄
Michio Ibaraki
千葉製鉄所 設備技術
部電気・計装技術室 主
査(課長補)



増田 康男
Yasuo Masuda
千葉製鉄所 設備技術
部電気・計装技術室 主
査(課長)

1 緒 言

昨今のパーソナルコンピュータ(パソコン)の高機能化とアプリケーションソフトウェアの充実度には注目すべきものがあり、パーソナル分野およびオフィスオートメーション(OA)分野のみならず、ファクトリーオートメーション(FA)やプロセスオートメーション(PA)分野においてもパソコンの有効活用を1つの柱とするシステムの構築事例が見られるようになってきた。

FAおよびPA分野でのパソコンの導入例に、リアルタイム性の高いシーケンス制御向きのプログラマブルコントローラ(PLC)と結合させて、小規模デジタル制御システム(DCS)を構成し、そのマンマシンインターフェース機能やデータベース機能および上位計算機との通信機能を受け持つ機器として活用されるケースがある。このようなシステム構成をとると、コストパフォーマンスに優れたスタンドアロンのシステムを短期間で構築できるメリットがあるが、その反面で、このようなシステムを無秩序に建設すると、マンマシンインターフェースの乱立やプロセス内の横断的な情報処理機能の欠如といった弊害を発生させるおそれがある(Fig. 1)。

その対応策として、パソコンと並ぶ最近の注目技術であるローカルエリアネットワーク(LAN)に着目し、千葉製鉄所第3連鑄工場において、小規模プロセス制御システム間をLANを用いて有機的に結合することにより、情報やシステム資源の共有化を図るネットワークシステムの構築を実現した¹⁾。

LANは、小規模プロセス制御システム群を統合する手段としては有効であるが、その機能をPA分野で十分活用するためには、流通パッケージソフトウェアを補完するリアルタイムシステム向け伝送ソフトウェアの開発を初めとしたさまざまなノウハウが必要となる。

要旨

コストパフォーマンスにすぐれた汎用パソコンを、プロセス制御(PA)分野の計測制御システムの一要素として積極的に活用すべく、千葉製鉄所第3連鑄工場において、汎用パソコン、汎用LANおよびプログラマブルコントローラ(PLC)とを組み合わせた情報ネットワークを構築した。汎用パソコンをPA分野で使いこなすために、ネットワーク制御プログラムの作成、MS-DOSの擬似マルチタスク化、拡張メモリ機能(EMS)およびRAMディスクの採用といった多くのノウハウを確立し、信頼性の高い高速のネットワークシステムを実現した。1989年3月に稼働して以来、プロセス情報の共有化およびシステム資源の共有化に大きく寄与している。

Synopsis:

Process information network system of personal computers has been installed for No. 3 Continuous Casting Plant at Chiba Works. The network is mainly composed of personal computers, a local area network and programmable controllers. Network system with high reliability and quick response has been realized by means of many kinds of know-how, such as development of network control software, quasi-multi task transformation of MS-DOS (Microsoft), and applications of expanded memory specification and RAM disk. The network has been working smoothly since it was constructed in March 1989, and contributes considerably to common use of process information and system resources.

千葉第3連鑄のネットワークは、パソコン、LAN等の汎用機器を用いながら、それをPA分野向けにカスタマイズした多くの特徴を有するネットワークであり、1989年3月に構築以来順調に稼働している。

以下、本ネットワークの概要を報告する。

2 汎用パソコンのプロセスオートメーションへの適用²⁾

2.1 連続鑄造設備の計測・制御システム

連続鑄造設備は、溶鋼から厚さ約30cmの鋼塊(スラブ)を製造する設備であり、その計測・制御システムが扱うデータは、製品である1枚のスラブの品質や製造条件といった、設備内を横断するスラブをキーとするデータが中心となる。

Fig. 2に、千葉第3連鑄鑄造設備の計測・制御システムの概略構成を示す。

連鑄機制御用マイコン、スラブマーキング装置用マイコンをはじめとした各種のマイコンが設置されており、それらをプロセスコン

* 平成2年6月1日原稿受付

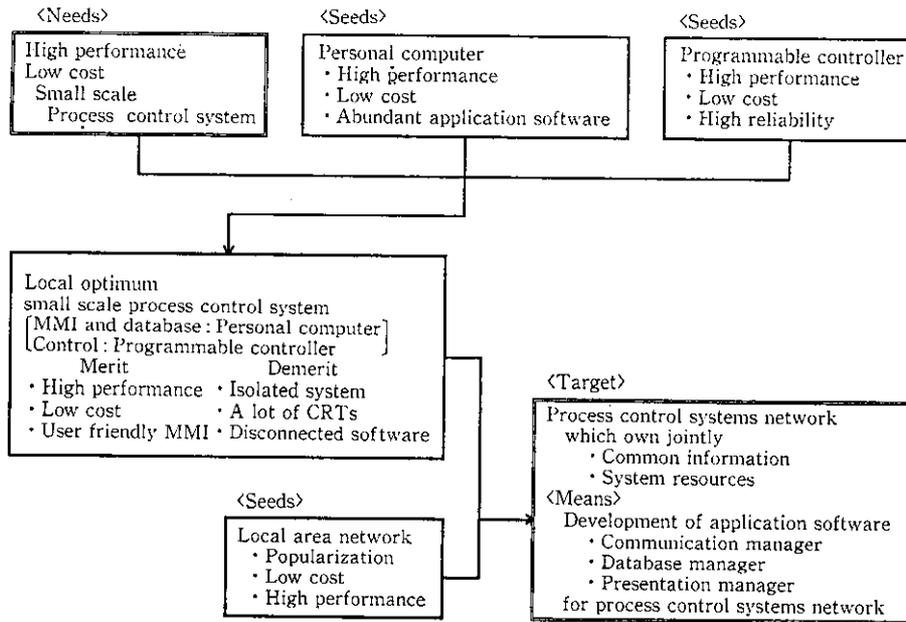


Fig. 1 Needs, seeds and target of small scale process control systems network

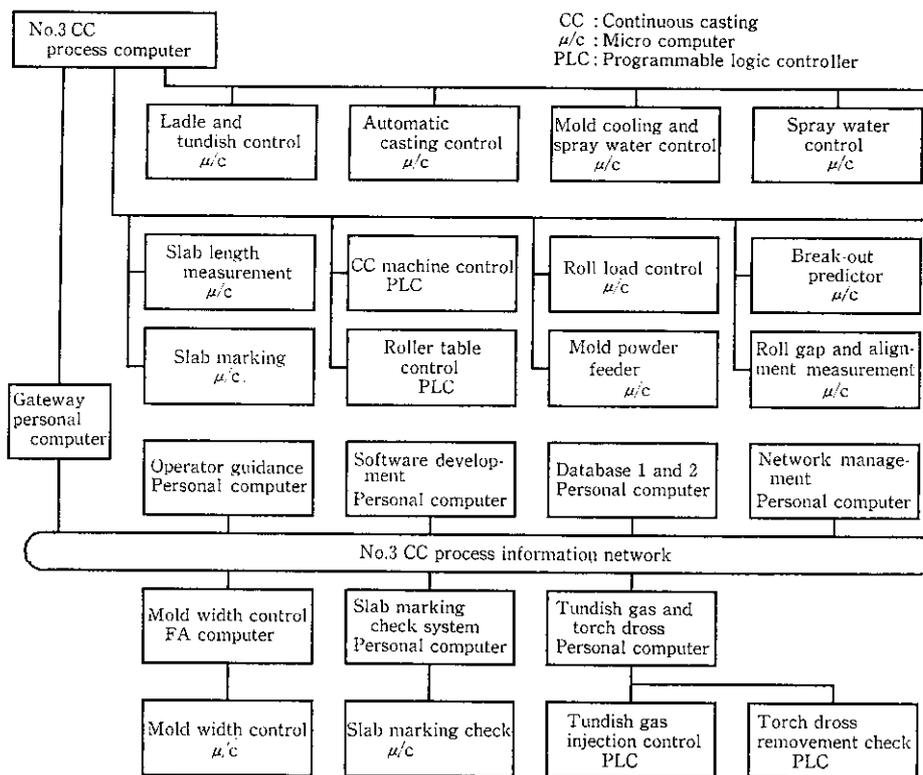


Fig. 2 Configuration of process control system for No. 3 continuous casting plant at Chiba Works

コンピュータが管理・統括する構成になっている。

連鑄設備では、昨今のスラブ品質管理ニーズの高まりに対応し、制御システムのレベルアップや品質監視システムの増設といった、比較的小規模でありながら、高速で処理を行い、データロギングが要求されるシステムの建設・開発案件が多くなっている。オペレータの数が限られているため、これらのシステム開発においてマンマシンインターフェースを乱立させないことは、コストパフォーマンスの追求や開発期間の短縮とともに重要な課題である。

2.2 汎用パソコンの適用

小規模プロセス制御システムの構成要素を考えると、データ処理・保存性能およびマンマシンインターフェース性能という点ではパソコンが、また高速性ではPLCが優れていることは明白であり、両者をうまく組み合わせたシステム構成がコストパフォーマンスの点でも、開発期間の点でも有利であるといえる。

1988年に、スラブダレ取残し検知システムおよびタンディッシュ

ガス吹込み制御システムをはじめとした複数のシステムを、同時並行的に建設する機会を得たので、パソコンと PLC を組み合わせ、かつ各システム間が LAN で有機的に結びついた本システムの建設を計画した。

3 ネットワークの構成と特徴

3.1 構成

Fig. 3 に本ネットワークのシステム構成を示す。ネットワーク内のハードウェアは汎用パソコンおよび汎用 LAN を中心に構成されており、LAN に接続されているパソコンを「ノード」と呼んでいる。

3.1.1 ノードの種類

ネットワークによる分散システムに必要な機能を、マンマシンインターフェース機能、データベース機能、数値処理機能およびネットワーク監視機能の4つに整理し、それらを複数のパソコンに分担させた。

また、他のネットワークとの接続用に2種のゲートウェイを設けるとともに、オンラインシステムに必須のソフトウェア開発用のノードも設置した。

3.1.2 採用 LAN

ネットワークの根幹となる LAN には、PA 分野向きである光トークンリング方式の汎用 LAN を採用した。Table 1 に LAN の仕様を示す。普及率の点で優位な Ethernet (Xerox 社) も考慮したが、高負荷時のリアルタイム性が保証されない方式 (CSMA/CD 方式) を使用しているため採用しなかった。

3.1.3 ソフトウェア構成

Fig. 4 に各ノードに搭載されているソフトウェア構成を示す。伝送機能のうち、OSI 7 階層モデルの低位 4 層を LAN メーカーのパッケージソフトウェアが受け持ち、上位 3 層の機能を今回当社で開発した「ネットワーク制御ソフトウェア」が受け持っている。

Table 1 Specifications of local area network

Media access control method	Token ring
Transmission speed	2 Mbit/s
Network topology	Double optical fiber loop
Class of optical fiber	Plastic clad fiber
Distance between two nodes	Max. 1 km
Number of nodes	Max. 127 nodes
Class of hardware	<ul style="list-style-type: none"> Network service board (NSB) Network service unit (NSU)
Transmission topology	N : M
RAS function	<ul style="list-style-type: none"> Automatic loop-back Node by-pass by central power supply

アプリケーションのうち、データベースとマンマシンインターフェースには、ネットワークによる分散処理環境に即した機能を充実させている。

3.2 特徴

3.2.1 ネットワーク制御ソフトウェアによるカスタマイズ

計算機によって異なるコード体系 (ASCII, JIS 7, EBCDIC 等) や フローティング (浮動小数点式実数) フォーマット、および 2 バイトデータのメモリ・アクセス方式の相違 (インテル系 CPU とモトローラ系 CPU で上・下の認識が逆) の問題は、計算機間通信についてまわる障害である。

また、各種の計算機を持つ伝送ソフトウェアには共通的な機能が多いにもかかわらず、新しいシステムを構築する際に、伝送ソフトウェアも一品料理的に製作している点もソフトウェアの開発・保守効率が向上しない要因の1つである。

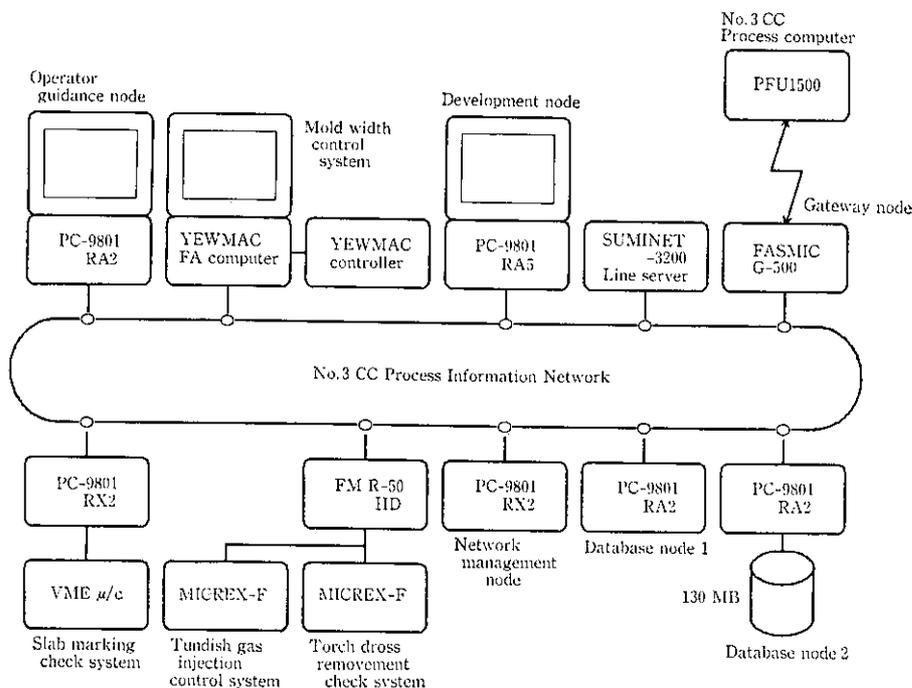


Fig. 3 System configuration of No. 3 CC process information network

Application	User application	<Database> Data collection & reference	<Man-machine interface> Picture display Printout	<Others> Calculation etc.
Communication	Application layer	• Data transmission • Renewal of data		
	Presentation layer	• Data conversion		
	Session layer	• Data exchange control		
	Transport layer	• Datagram (UDP)		
	Network layer	• Internet protocol (IP)		
OSI seven-layered model	Datalink layer	• Logical link control • Medium access control		
	Physical layer	• Optical fiber interface		

Area of : Network control software scope

Fig. 4 Software configuration

そこで、本ネットワークでは、各ノードにネットワーク制御ソフトウェアと呼ぶ共通通信ソフトウェアを搭載し、そこで機種依存の仕様の相違を吸収するとともに、共通的な伝送機能をアプリケーションソフトウェアに提供し、伝送ソフトウェアの開発・保守効率の向上を図っている。

3.2.2 MS-DOS のマルチタスク化

シングルタスク OS(オペレーティングシステム)である MS-DOS (Microsoft 社) が、事実上の標準 OS となっているパソコンにおいて、通信とマンマシンインターフェースとの並行処理、下位通信と上位通信との並行処理等を実現させるためには、マルチタスク化のための何らかの対策が必要となる。

本ネットワークでは、Fig. 5 に示すように MS-DOS を擬似マルチタスク化することで対応した。OS/2 (Microsoft 社)をはじめとした他のマルチタスク OS も検討したが、普及率やコストの面で満足なものはなく、今回は採用しなかった。

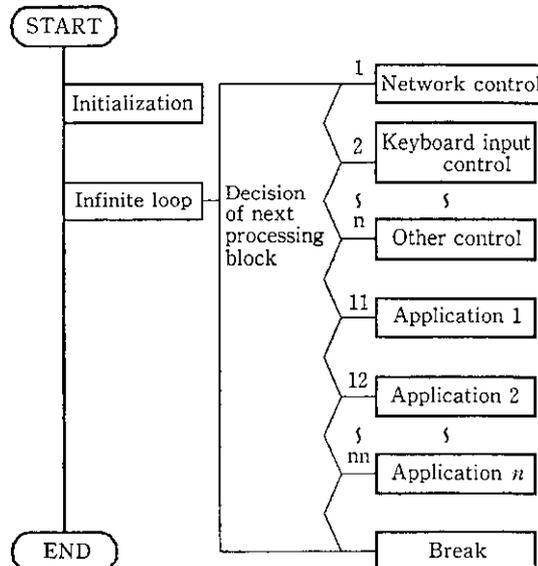


Fig. 5 Quasi-multi task of MS-DOS (Microsoft)

Fig. 5 の構造は、通信・キーボード入力といった複数の処理を、無限ループ内の1つのブロック処理と考えるもので、これにより MS-DOS 上で容易に擬似マルチタスク機能を実現できた。

3.2.3 EMS および RAM DISK の活用

通常のパソコンの主記憶(メモリ)容量は、640 KB (キロバイト) しかなく、今回のように多機能のソフトウェアを搭載しようとする場合、その容量に全ソフトウェアを圧縮するのは相当の困難を伴う。

また、補助記憶装置として一般的な磁気ディスク装置は、可動部を持つため振動や粉塵等に弱く、悪環境の PA 分野向けの機器として好ましくない。

そこで、近年パソコン界で急速に普及している EMS (Expanded Memory Specification) 機能⁹⁾ による拡張メモリを用いて、伝送ソフトウェアの一部を主記憶以外に配置し、全ソフトウェアが高速性を維持しながら機能する環境を整えた。

また、データベースノード以外のノードでは、極力、磁気ディスク装置を用いずに RAM DISK (フロッピーディスクや磁気ディスクと同様に使える半導体メモリ) を活用した構成とし、PA 分野における使用に対する耐久性を高めるとともに、処理の高速化も実現した。Fig. 6 に EMS 機能と RAM DISK の概念図を示す。

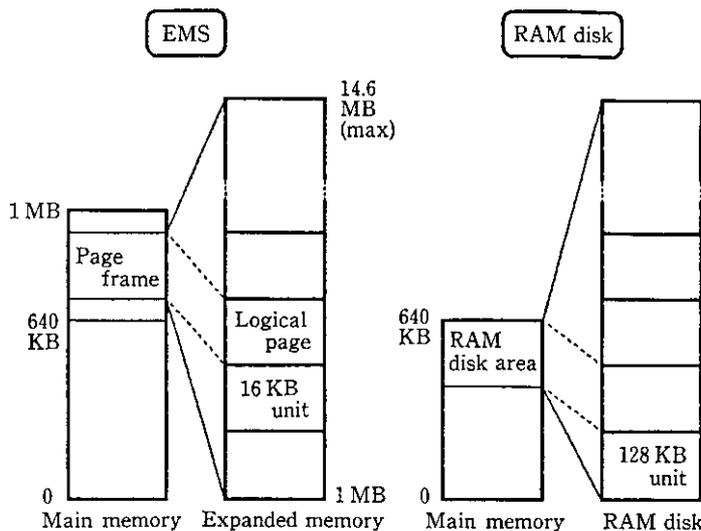


Fig. 6 Outline of expanded memory specification (EMS) and RAM disk

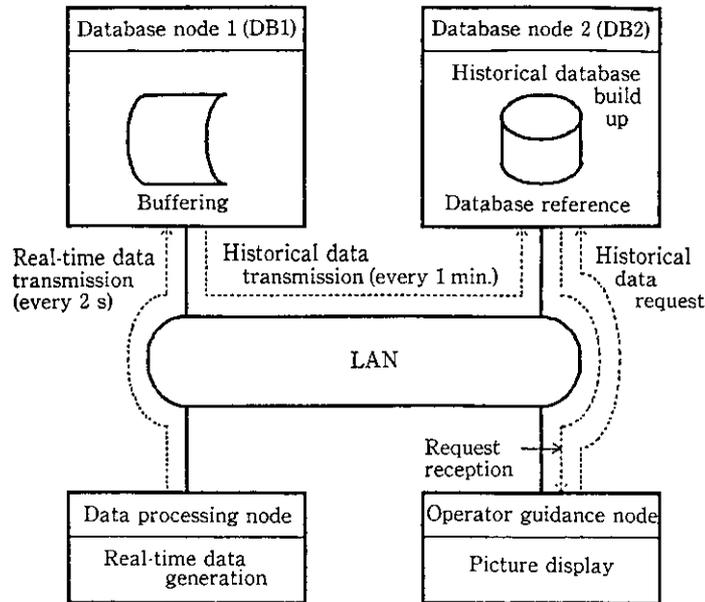


Fig. 7 Functional assignment between database nodes

3.2.4 高速リアルタイムデータベース

本ネットワーク中の、データベース1 (DB1) とデータベース2 (DB2) の2つのパソコンは、機能を分担しながら高速のリアルタイムデータベース機能を実現している。

Fig. 7に両者の機能分担の概念図を示す。

データ処理を行うノードでは、接続されたPLCからのデータをPLCのバス(データウェイ)経由で受信し、数値処理後、ネットワークへ送信する。

データ処理ノードから送信された任意のタイミングのイベントデータと秒単位(現在は2秒で運用)の定周期データは、DB1で蓄積された後、1分ごとにDB2に転送される。

DB2では、約3日間分のデータを蓄積し、オペレータガイダンス用ノードからの要求に基づき、データの検索を行う。

オペレータガイダンス用ノードは、DB2から受信したデータをトレンドグラフ画面等のデータ解析用画面に表示する。Fig. 8にトレンドグラフ画面の例を示す。

DB2は大容量のデータを蓄積するため、磁気ディスクを用いているが、検索用のキーフェイルをRAM DISKに配置したことをはじめとして、数々の高速化対策が施されており、一般的なトレンドグラフ画面の表示所要時間が5秒程度という十分実用的なリアルタイムデータベースとして機能している。

4 効果

4.1 総合効果

4.1.1 総合的パフォーマンス

今回のシステム構築の目標として、(1)ピーク負荷時においてもデータ欠損がないことおよび(2)トレンドグラフ画面の応答時間が10秒以内であることの2点を設定したが、いずれも達成することができた。

4.1.2 データベース、マンマシンインターフェースの一元化

本ネットワーク構築により、4つの各サブシステムごとにデータベース機能やマンマシンインターフェース機能を設ける必要がなくなり、システム資源の共有化によりハードウェアおよびソフトウェアコストが低減された。

4.1.3 情報の共有化

小規模のプロセス制御システムを個別に構築した場合に比べ、プロセス横断的な情報処理機能を備えることができた点で、情報の共有化に貢献した。

4.2 パソコンの評価

4.2.1 パフォーマンス

前述の総合的パフォーマンスの目標を実現するうえでは、パソコンのパフォーマンス面での力不足は感じなかった。

機能不足を感じさせない理由に、パソコン間で機能を分散して使用していることに加え、EMS機能、RAM DISKおよび外付けハードディスク等の周辺装置により、機能アップが容易・安価にできる点があげられよう。

また、市販のパッケージソフトを活用して、容易にグラフィック

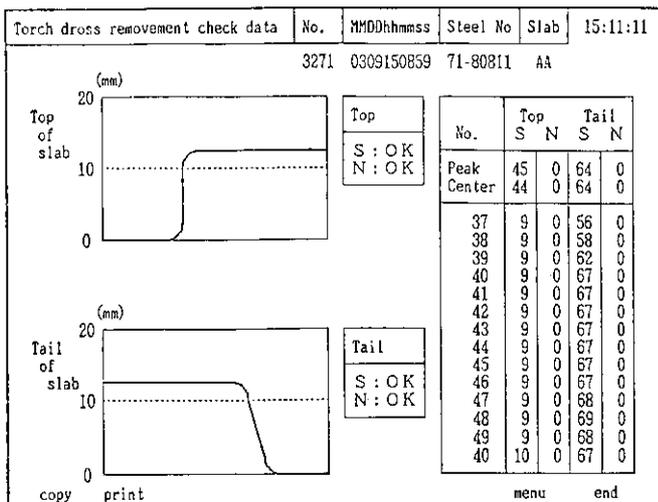


Fig. 8 Example picture of operator guidance node (Torch dross removal check data, originally in Japanese)

イメージの画面が作成できるため、キャラクタ表示をベースにした従来の計装システムやプロセスコンピュータの画面に比べ、画面サービス性も優れている。

4.2.2 ソフトウェア開発効率

言語にはC言語を使用したがる、開発時にプログラマ1人に1台のパソコンを充当すれば、従来のプロセスコンピュータのソフトウェア開発に比べ、開発効率は大幅に向上する。また、パソコン向けには各種のソフトウェア開発用ツールが安価に提供されており、これらの活用も開発効率向上に寄与している。

具体的には、従来のプロセスコンピュータにおいて、一般的なCRT画面1枚のソフトウェア製作に約1人月を要していたものが、今回はそのほぼ4分の1で製作できた。

4.2.3 ソフトウェアの互換性

バージョンアップの周期は早いがる、OS、Cコンパイラ等の言語ソフト、その他のユーティリティソフトの上位互換性が保たれている点は特筆すべき長所である。このため、アプリケーションソフトが、従来の計装システムのソフトウェアに比べ長寿命化することが期待できる。

すなわち、ハードウェアの寿命で機器を交換した際に、ソフトを一から作り直さねばならないという従来ありがちな問題を回避できる。

4.3 LANの評価

4.3.1 伝送容量

秒オーダーの伝文を数多く処理しているにもかかわらず、30分間

の平均でみた伝送路の占有率は1%以下で、伝送容量(2Mbps)の点では全く不足はなかった。LANの伝送速度とパソコン1台の処理速度とを比較した場合、LANの能力がパソコンの処理能力よりも相対的に勝っており、パソコン台数の点で今回規模のネットワークでは、LANの伝送容量はこの程度で十分であるといえる。

4.3.2 信頼性、保守性

稼働後、LANのハードウェアに関する故障は発生しておらず、光ケーブルを用いているためノイズによるデータ異常等のトラブルも起きていない。パソコンの後部拡張スロットに挿入するカードタイプのLANボードでありながら、自動ループバックや外部からの集中給電といった24時間連続使用するための機能も備えられており、工業的にもほぼ満足できる仕様といえる。

5 結 言

千葉製鉄所第3連铸工場において、汎用パソコンを中心とした連铸情報ネットワークを構築した。ネットワークのハードウェアおよび、ソフトウェアは、それらをプロセスオートメーション分野向けにカスタマイズした多くの特徴を有しており、従来の分散型デジタル計装制御システムの機能にひけをとらぬシステムを、安価な汎用機器の集合体により実現できた。

構築以来順調に稼働しており、情報やシステム資源の共有化に貢献している。

参 考 文 献

- 1) 稲山晶弘, 茨木通雄, 増田康男: 「千葉3連铸プロセス情報ネットワークの構築」, 材料とプロセス, 2 (1989), 1601
- 2) 茨木通雄, 笹谷俊幸, 森 清: 「リアルタイムシステムにおけるMS-DOSの応用」, 富士時報, 62 (1989) 7, 484-488
- 3) 松原 敦: 「拡張進む MS-DOS: メモリ管理」, 日経バイト, Nov. (1988) 157-166