

工業システムにおける端末アプリケーション

Data Terminals for Industrial Systems and Their Application

プラントの運転制御や工場の生産管理を行なうための工業システムで使用される端末装置は、操作性、信頼性、耐環境性などの点で過酷な要求があり、性能、構造やシステムの構成上、種々の配慮が行なわれている。アプリケーションの面でも、システムのカバーする範囲が広がり、広域に散在する端末を効率よく接続するための構内用シリアルデータ伝送装置が開発され、製鉄所や自動車工場における適用が一般化しつつある。CRTを利用したディスプレイ装置は、システムと人間との対話の有力手段として普及しており、工業システムのマンマシン機能は、質量ともに、今後ますます発展していくものと見られる。

小野 光* *Ono Hikaru*
 川野正一郎* *Kawano Shôichirô*
 石田宏一郎* *Ishida Kôichirô*

1 緒言

各種の工業において生産プラントや工場の大規模化、高効率化が図られるとき、生産プロセスの制御だけでなく、生産活動の管理媒体としての制御用計算機システムに対するニーズが生じ、その傾向が近年とみに高まっている。

その結果、システムへの入出力対象として自動的に入出力が行なわれるプロセス関係だけでなく、端末を介しての人間との対話、すなわちマンマシンコミュニケーションが重要視されるようになってきた。

本特集を機会に、これら工業用システムで要求される端末の諸特性を整理し、日立製作所のHIDIC制御用計算機シリーズにおける実例と、代表的アプリケーションの幾つかを紹介する。

2 工業システムにおける端末の要件

広範なアプリケーションを対象としているため、端末として要求される仕様も多岐にわたるが、工業システム用端末に共通する特徴について述べる。

(1) 高い操作性

端末は計算機からの指示を末端作業者に与えたり、現場作業者の持つプロセス情報を中央に収集したりするもので、これら端末の操作者（オペレータ）が特別の訓練を必要とせず、現場の生のデータを正確かつ迅速に入力できるものが要求される。したがって、比較的情報量が少ないが、単純化された機能で操作性の良いことが望まれる。オペレータの作業性を特に重視するシステムでは、端末操作部のレイアウトをユーザーが最適設計する例も多い。

(2) 高信頼性、高保守性

制御用計算機システムは、通常、プロセスに直結しオンライン稼動することを前提としているため、最前線でデータの集配を行なっている端末にも高い信頼性と保守性が要求される。部品を定格以下で使用（デレーティング）したり、十分な設計余裕（マージン）を見込むなどによりMTBF（平均故障間隔）を向上させる一方、故障診断機能の充実、修理・交換部品の迅速な補給など保守性の向上が図られる。特に後者は、端末自身の性能というよりはむしろ、(a) オンラインテストプログラムによる故障端末の摘出、(b) 保守体制の整備といったシステム全体に要求される条件でもある。

(3) 耐環境性

端末が設置される環境条件のうち、温度・湿度はオペレータに対する考慮から0~40°C、10~95%RH程度であり、これは端末にとってそれほど厳しい条件ではない。それよりはむしろ、塵埃及び腐食性ガスが端末の構成要素である電子部品、機構部品について十分考慮しなければならない条件である。すなわち、端末は直接現場に設置されたり、操作室に設置される場合でも、その出入口は現場と直結されているため、生産現場で発生する塵埃・腐食性ガスの影響を避け得ない。(a) 開閉部分や可動部分に対するパッキンや防塵カバーの考慮、(b) 清浄な空気を内部に取り込むことにより、内圧を高くし外部空気の侵入を防ぐエアパージ、(c) 電子部品を搭載したプリント板に対するコーティング、(d) スイッチ、コネクタなどの接触部分の金めっき化など十分な防護策が必要となる。

(4) 広域設置

通常、端末は計算機から遠く離れた現場の広い領域に分散設置されるので、経済的な長距離伝送手段が不可欠である。アナログ的には減衰、位相遅れの影響の少ない伝送方法、デジタル的には信頼性の高いシリアル高速の伝送技術の実現である。数十キロメートル以上ではモデムを用いたシリアル伝送が一般的であるが、工業システムに多い数キロメートル以下の範囲ではモデム自身の価格が問題となるので、より簡便な長距離伝送手段が必要となってくる。

3 工業用端末の実例

HIDICシステムに使用される端末は多くの種類があるが、ここではその中で代表的なものとして、プロセスディスプレイ、プリンタ、オペレーターズコンソールについて触れるにとどめる。表1にこれらの代表機種 of 概略仕様を示す。

(1) プロセスディスプレイ

信頼性を重視したカラーCRT（Cathode Ray Tube）利用のキャラクタディスプレイ装置として代表的なH-7844C形、H-7845C形及びH-7846C形3機種について述べる。表示文字数はそれぞれ960字、1,920字及び4,032字であり、また図形表示用に96種ないし768種の任意画素を用意し、簡単な文字表示から図形を用いたより高度なマンマシン性能までカバー

* 日立製作所大みか工場

表1 工業用端末の仕様例 HIDIC 80シリーズで用いられる代表的な端末装置の概略仕様を示す。

機種	形式	概略仕様	接続方式	塵埃, ガス対策
プロセス ディスプレイ	H-7844C	960字/画面 (48字×20行) 96任意画素	同軸ケーブル3本, 最大1km 8台/制御部	1. 制御部とビューアの分割 2. エア パージ (オプション)
	H-7845C	1,920字/画面 (80字×24行) 96任意画素	同軸ケーブル3本, 最大500m 8台/制御部	
	H-7846C	4,032字/画面 (96字×42行) 768任意画素	同軸ケーブル3本, 最大200m 4台/制御部	
プリンタ	H-7864C	30字/秒 96字, 132字, 158字/行 両方向印字, 簡易プロッタ機能	19対ケーブル 最大1km	1. プリンタデスク内蔵 2. エア パージ (オプション)
オペレーターズ コンソール	H-7620C	10K語/秒 表示: プラズマ ディスプレイ, LED (発光ダイオード), ランプ他 入力: テン キー, デジタル スイッチ, カード リーダ他	7対ケーブル, 最大1km 8台/制御部	1. 防塵デスク 2. 防塵スイッチ (オプション) 3. エア パージ (オプション)

できるようになっている。構成は制御部とビューアを分割し、1台の制御部に複数個のビューアが接続できる。制御部とビューア間の距離はH-7844C形の場合、最大1kmである。制御部は計算機側に設置されるため、現場設置の考慮をする必要がない。特に塵埃のひどい環境に設置されるビューアには防塵形が使用される。

(2) プリンタ

プリンタでは、特に従来の機械主体の構造から大幅な電子化によって、高速化・高性能化を図ったH-7864C形について述べる。印字速度は従来の約3倍(30字/秒)、両方向印字、簡易プロッタなどの機能を持っているので、簡単なグラフや図形が表現できマンマシン性が優れている。プロセスディスプレイと同様、制御部とプリンタ本体とが分かれておりケーブル長は最大1km、防塵プリンタデスク(図1参照)にエアパージすることも可能である。

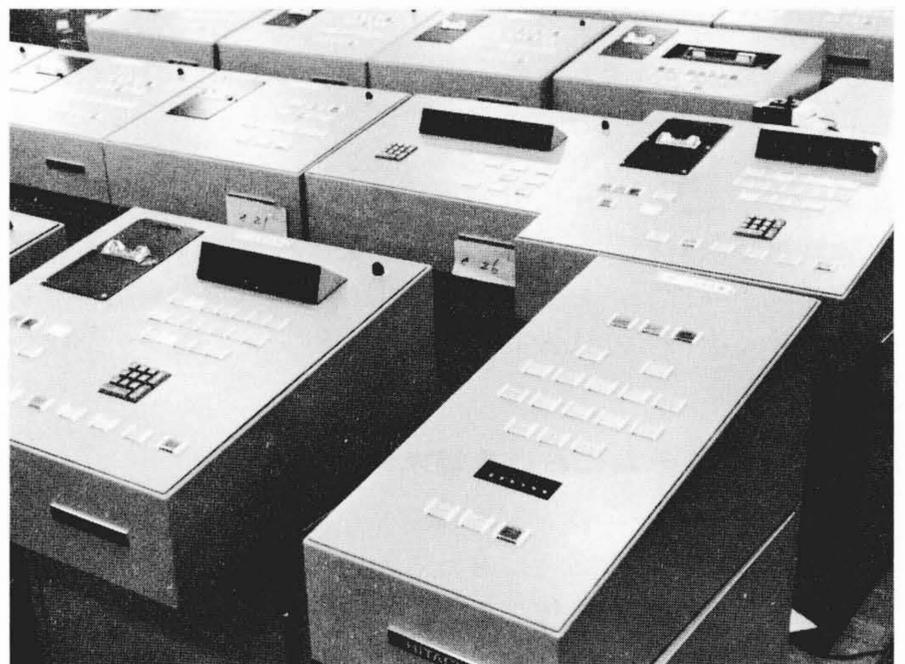


図2 オペレーターズ コンソール (設定盤) 自動車組立工場用の端末の例で、機能、配列の種々に異なるオペレーターズ コンソールが出荷前の試験を受けている。



図1 H-7864C形プリンタ 大幅な電子化が進められた高速(30字/秒)プリンタで、防塵カバー付きのデスクに収納されている。

(3) オペレーターズ コンソール

オペレータの操作性を最大限に追求していくと、機能及び器具のレイアウトは、図2に示すように使用目的ごとに異なるものにならざるを得ない。H-7620C形オペレーターズ コンソールは、表示要素としてプラズマ ディスプレイの英・数字・片仮名表示、発光ダイオードの数表示など、手動入力としてデジタル スイッチ、テン キーなど各種スイッチ、大量情報入力として80欄カード リーダやトークン カード リーダなどの豊富なバリエーションを持ち、ユーザーはそれらの中から任意の組み合わせで、盤面上に最適配置することができる。表示情報の多いものでは、前述のプロセス ディスプレイを組み込んだものもある。1台の制御部に最大8台のコンソールを接続でき、ケーブル長は最大1kmである。耐環境性能としては、防塵密閉構造、盤表面上の器具には専用の防塵カバー付きのものが使用できるほか、エアパージも可能である。

HIDICシリーズには構内データ伝送用として1本の同軸ケ

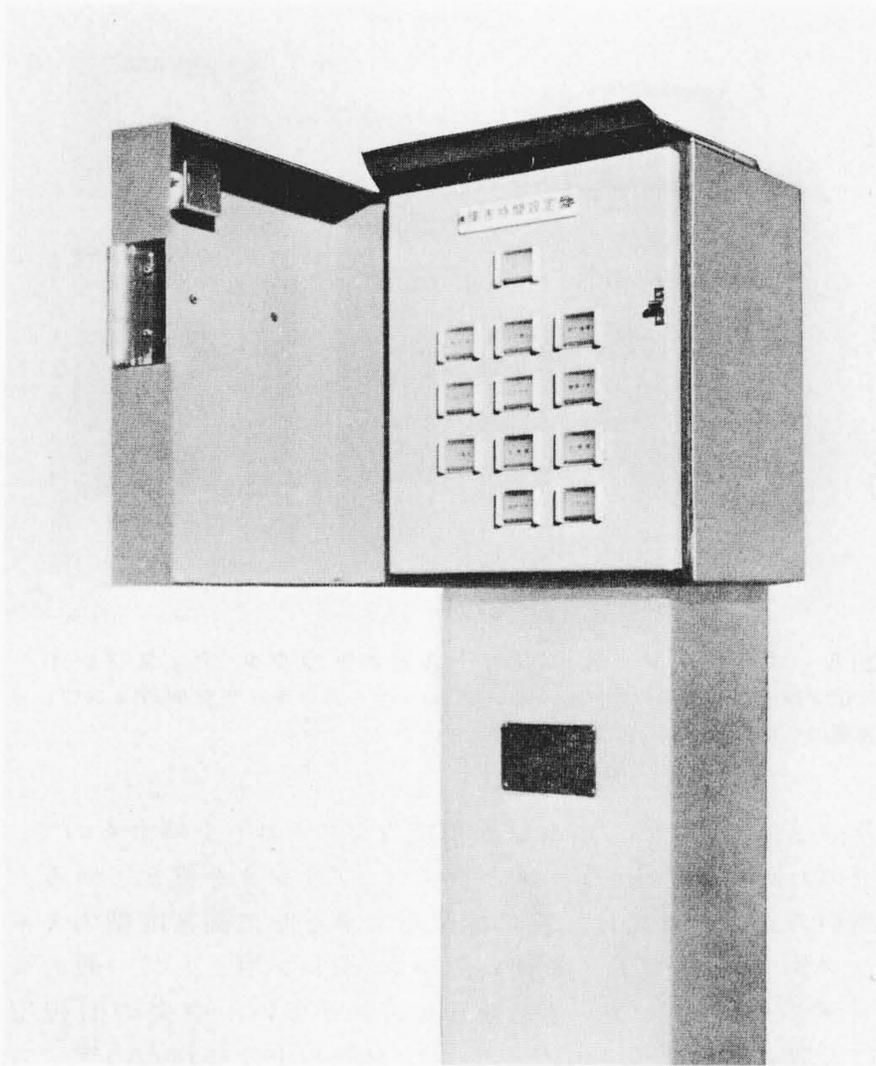


図3 防塵型スタンドの例 塵埃を防ぐために、使用しないときは鉄のカバーをしておく防塵型スタンドの一例を示す。

ケーブルで各機器をリング状に接続して、相互間の通信を行なうデータフリーウェイ(日立製作所商品名)があり、最大十数キロメートルまでの広域に散在した端末と接続して、2Mビット/秒の高速データ伝送が可能である。

保守性向上に対しては、HIDICシリーズの端末は活線での交換が可能であるほか、オンラインのテストプログラムによりオンライン運転を停止することなく、障害の発見及び修復後の動作確認を可能としている。

4 製鉄所における端末のアプリケーション

4.1 アプリケーションの特徴とすう勢

製鉄工業における現場の環境は、周知のように端末機器にとってはかなり悪い条件になる場合が多い。例えば、転炉の炉前などでは鉄粉が舞い上がり、圧延ラインなどでは煤煙が立ちこめている。このような環境のもとで使用される端末は、3.で述べられているような各種の防塵や防熱といった対策が施されていないと行かない。図3は防塵タイプのスタンドの一例を示したものである。

製鉄所におけるアプリケーションのもう一つの特徴は、制御あるいは管理対象の範囲が広域であり、かつその取扱情報量もますます増大する傾向にあることである。製鉄工程、製鋼工程、圧延工程など、いずれにおいてもその傾向が強くなる。すなわち、現場のすみずみに至るまで、あらゆる情報を収集するとともに、オペレータが計算機を中心にしてこれと会話をしながら生産を進めている。したがって、計算機からはるか離れた場所にいろいろな端末が設置されるが、

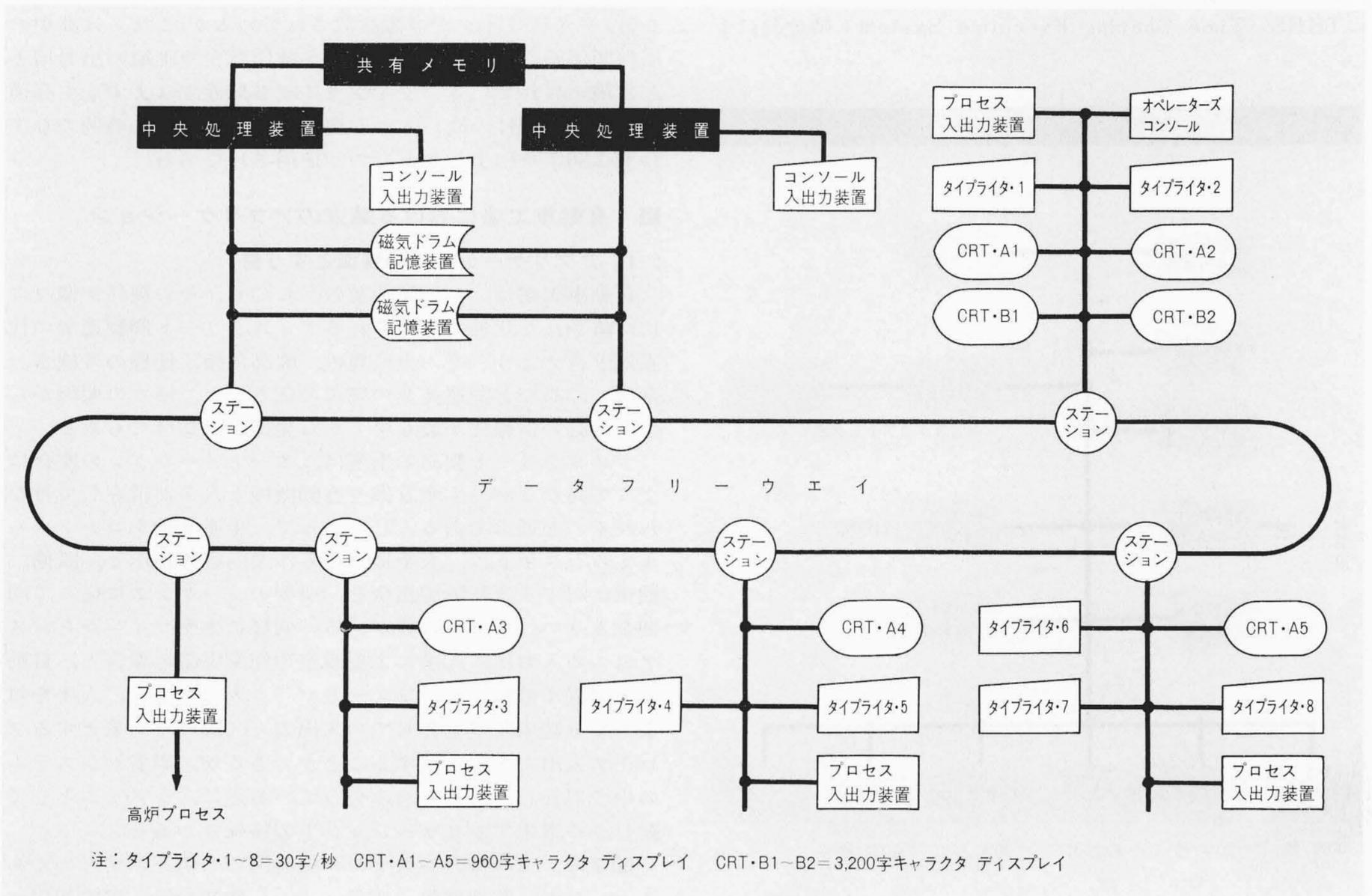


図4 製鉄原料管理システム例 製鉄原料ヤード管理用計算機システムにおける機器構成の一例を示す。

これらの端末は、工事費や応答速度あるいは他の計算機システムとのリンケージ上の問題などを解決するデータフリーウェイを介して接続されることが多い。

また、最近では前述のようなマンマシン形式に有利な端末として、プロセスディスプレイ装置（CRT）が多く使用されるようになってきている。

次に、製鉄工業におけるアプリケーションシステムの具体例について説明する。

4.2 製鉄原料管理システムの例

図4は製鉄原料ヤード管理システムの一例を示すものである。本例は、システム及び情報の信頼性を確保するために、万一を考慮して二重系になっている。各端末は、鉱石センタ、製鉄事務所、分析センタ、高炉計算機室、焼結工場などに配置されてデータフリーウェイの各ステーションを介して接続されている。このシステムでは、特にデータの入出力はCRTとタイプライタによって行なわれ、マンマシン性が重視されたシステム構成がとられている。CRT・A1及びCRT・B1は主として作業指示を、CRT・B2はヤード状況、ベルトコンベヤの状態、作業計画と実績、分析情報などの表示を、CRT・A2は設備条件、各種運転データ、データ修正など入力中心の用途に使用され、CRT・A1とCRT・A2、CRT・B1とCRT・B2は相互にバックアップ可能となっている。タイプライタ1及びタイプライタ2は関連する全プロセスの作業実績、アラームを出力し、相互にバックアップしている。他のCRTやタイプライタについては、各ステーションに対応する作業情報や実績の入出力を行なう。

4.3 高炉プロセス制御システムの例

図5は高炉計算機システムの一例を示すものである。同図はTSES (Time Sharing Executive System: 時分割による

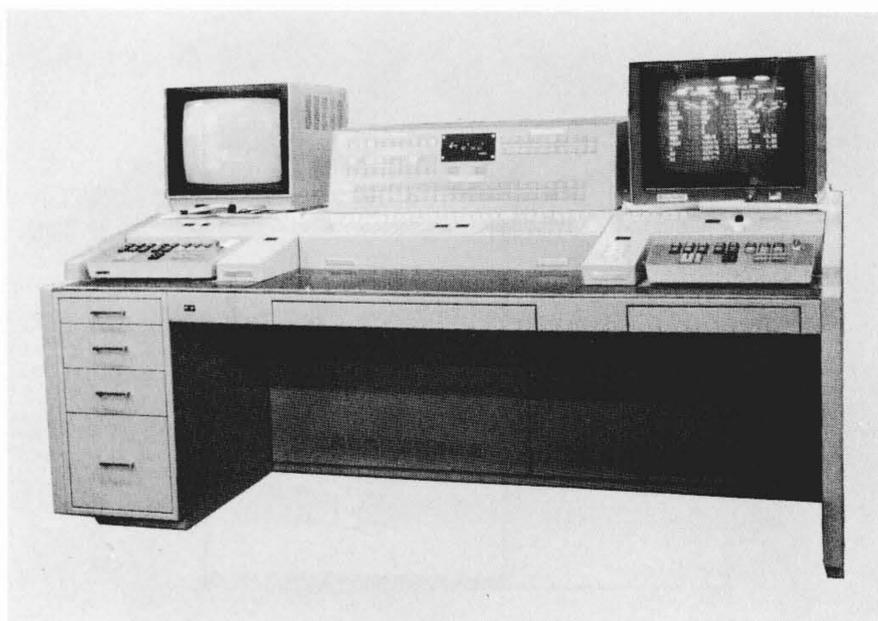


図6 オペレータズ コンソールとキャラクタ ディスプレイ
高炉プロセス制御用のオペレータズ コンソールとキャラクタ ディスプレイ装置の一例を示す。

リバックグラウンドジョブが可能なシステム)を持つもので、そのためにカードリーダーとラインプリンタを備えている。高炉のシステムでは、特に操業モニタとして高密度型のキャラクタディスプレイを使い、マンマシン用として一般のキャラクタディスプレイを使うケースが多い。中央の監視室に設置されるオペレータズコンソール上にこれらのディスプレイ装置を配した例を図6に示す。更に、高炉の長時間にわたる操業状態を一目で分かるように時系列データをグラフィックディスプレイに表示させたり、シャフト圧力分布や各種温度分布を同様にグラフでディスプレイ装置に表示して、常に安定な操業ができるよう監視することが行なわれている。なお、タイプライタが多数設置されているが、これらは高炉の原料関係から出鉄に至るまでの各種作業表や実績の出力用として用いられている。タイプライタも最近ではますます高速度、かつ信頼性の高いものが要求されており、この例でも1秒間に30字を印字できるものが使用されている。

5 自動車工場における端末のアプリケーション

5.1 アプリケーションの特徴とすう勢

自動車工業は、各種製造業のうちでも、その製品が個々に切り離された状態で生産されるディスクリート形製造業の代表例と言えよう。その生産規模、製品単価、仕様の多様さ、素材、部品など関連産業の底辺の広さなど、種々の要因から生産活動の情報化が最も早くから発達した業種でもある。

ディスクリート製品の生産は、オートメーションの割合によって異なるが、生産設備や自動機械と人手が混在して行なわれるのが通常である。したがって、生産活動をコントロールするシステムは、人手に対する作業内容の指示と、設備、機械に対する運転制御指令を、所要のシーケンスに従って同期をとりつつ行なう必要がある。同様に生産ラインからシステムへの入力、人手による設定や作業実績の報告と、自動検出装置や機械からのフィードバック入力がある。人手を対象とする端末装置を介しての入出力と、機械を対象とするプロセス入出力とに大別することができるが、両者がシステムの中で混在し、複雑に絡み合っている点に、システムとして難しさや端末アプリケーション上の特殊性がある。

図7は、この種のシステムの機能図の一例を示すものであるが、計画・管理情報の処理レベル、作業指示、実績報告・問合せなどオンライン入出力レベルとプロセス制御レベルが

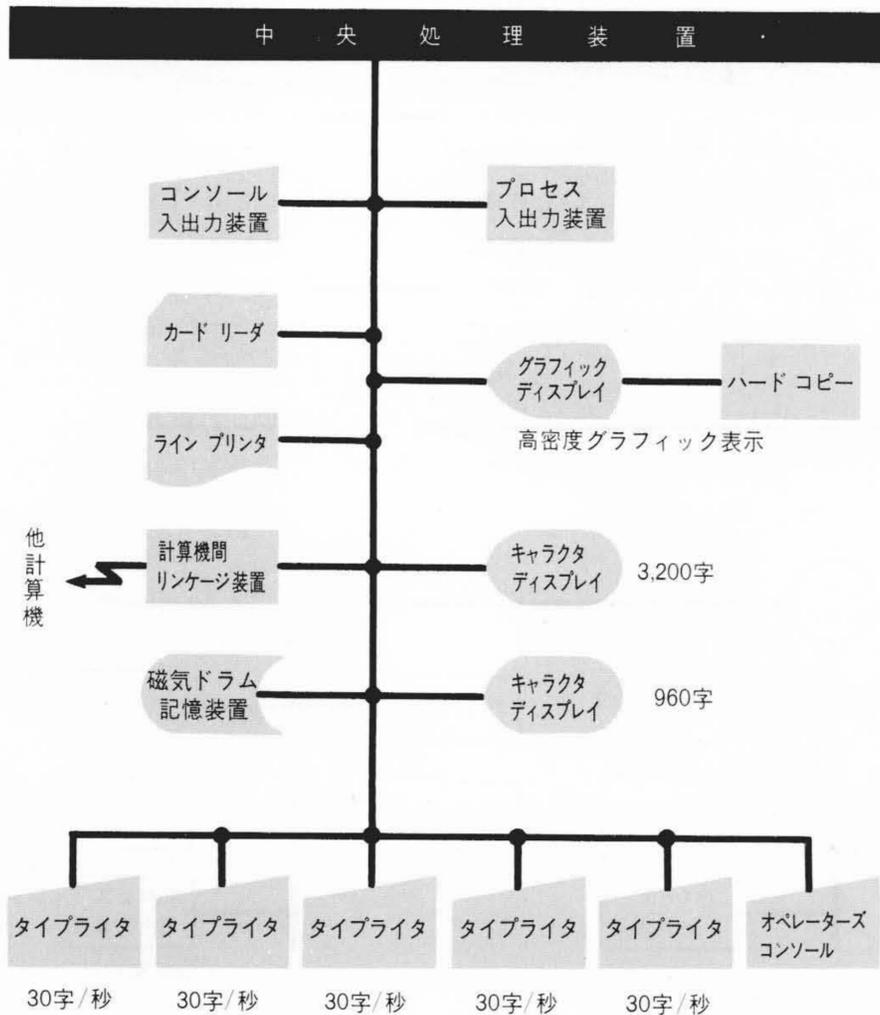


図5 高炉プロセス制御システム例 高炉プロセス制御用計算機システムにおける機器構成の一例を示す。

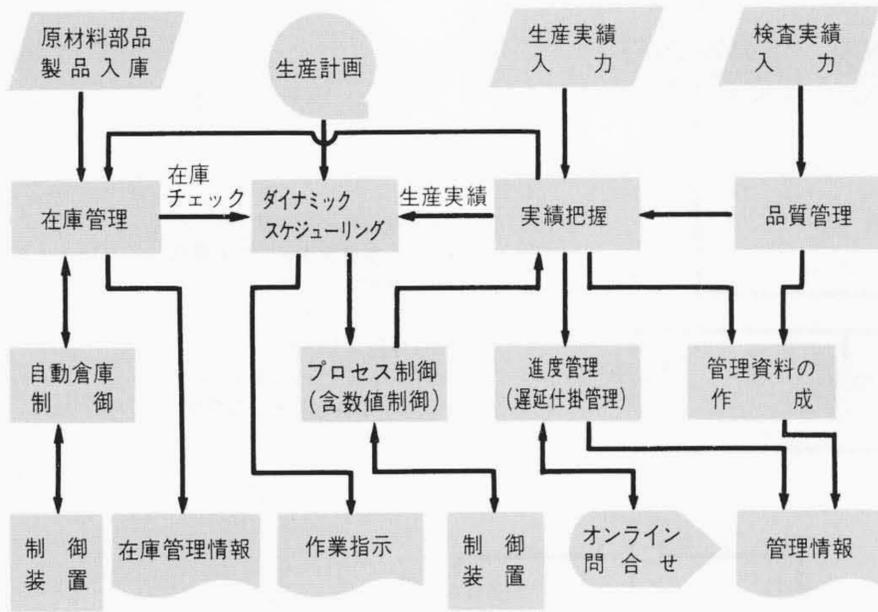


図7 オンライン生産管理システム機能図 計画管理レベル，端末入出力レベル及びプロセス制御レベルの処理が混在している。

共存している。

自動車組立工場では、半製品のほとんどがコンベヤで搬送され、コンベヤ上を移動中に加工され、組み立てられ、1分前後の間隔で完成車がライン オフする。広大な工場のあちこちで情報が発生し、要求され、リアルタイムに伝送、処理されねばならない。電子計算機の導入以前から、テレタイプやリレー式の遠隔表示装置などが普及していたが、オンライン計算機の本格採用により、端末装置を介する情報入出力が、飛躍的に豊富、かつ自在なものとなり、効率の高いオーダー エントリー システム(受注生産方式)が可能となった。今日では、顧客の趣向にマッチさせて、ほとんど1台ごとに仕様の異なる車が、同一ラインで連続生産されている。

最近の傾向としては、公害防止、安全製品の見地から、品質情報や製品履歴が重要視され、アプリケーションとして各種検査の自動化とEDP (Electronic Data Processing) 化、

端末技術的には、パターン認識、番号読取、検査チェックシートのEDP入力化などが推進されている。また、ブレーキや車軸など重要保安部品について、製作年月やロット番号を完成車1台ごとに記録保存するデータ収集システムが導入されつつある。

5.2 自動車組立工場の生産管理システム

図8に自動車組立工場の工程の概略とその生産管理システムの端末の機能及び配置の一例を示す。日立製作所では、約20件の同種システムの納入実績があり、高信頼度のデュプレックス構成を標準としている。図9は、最新鋭の制御用計算機HIDIC 80によるシステムの構成例を示すものである。プリンタやオペレータズ コンソール(設定盤)などの端末装置は、計算機側の制御部から直接か又はデータ フリーウェイを介して接続される。

作業者に組付部品の仕様などを指示するプリンタは、文字が大きく、現場の環境に耐え連続稼動することが必要で、従来は、機構主体のものが主流であったが、保守頻度のより少ない電子化されたプリンタに移行しつつある。設定盤は通過する車体の番号をトークン カードで入力したり、作業実績の報告を行なうための専用入力端末である。図2に見られるように現場作業者の操作に便利のように、大形で信頼度の高い部品を十分な間隔をとって配列してある。

端末の運用は、コンベヤの運転などプロセス制御レベルとの干渉があるので、ハードウェア的な信頼性だけでなく、プログラム上の考慮が必要である。例えば、端末からの通過車両情報の入力と、リミット スイッチなどによる自動通過検出入力の競合の問題がある。工程上、前者が先に起こることになっていても、融通が利く動物である人間が、後者の入力の後、前者を入力することがある。ソフトウェア的にいずれが先に起こっても処置できるタフなシステムとしておかねばならない。また、設定盤での操作が、計算機を介してそのまま、コンベヤ制御につながることが多いので、入力の合理性チェックや、異常発生時のフェイル ソフトやフェイル セーフに十分に配慮すべきである。

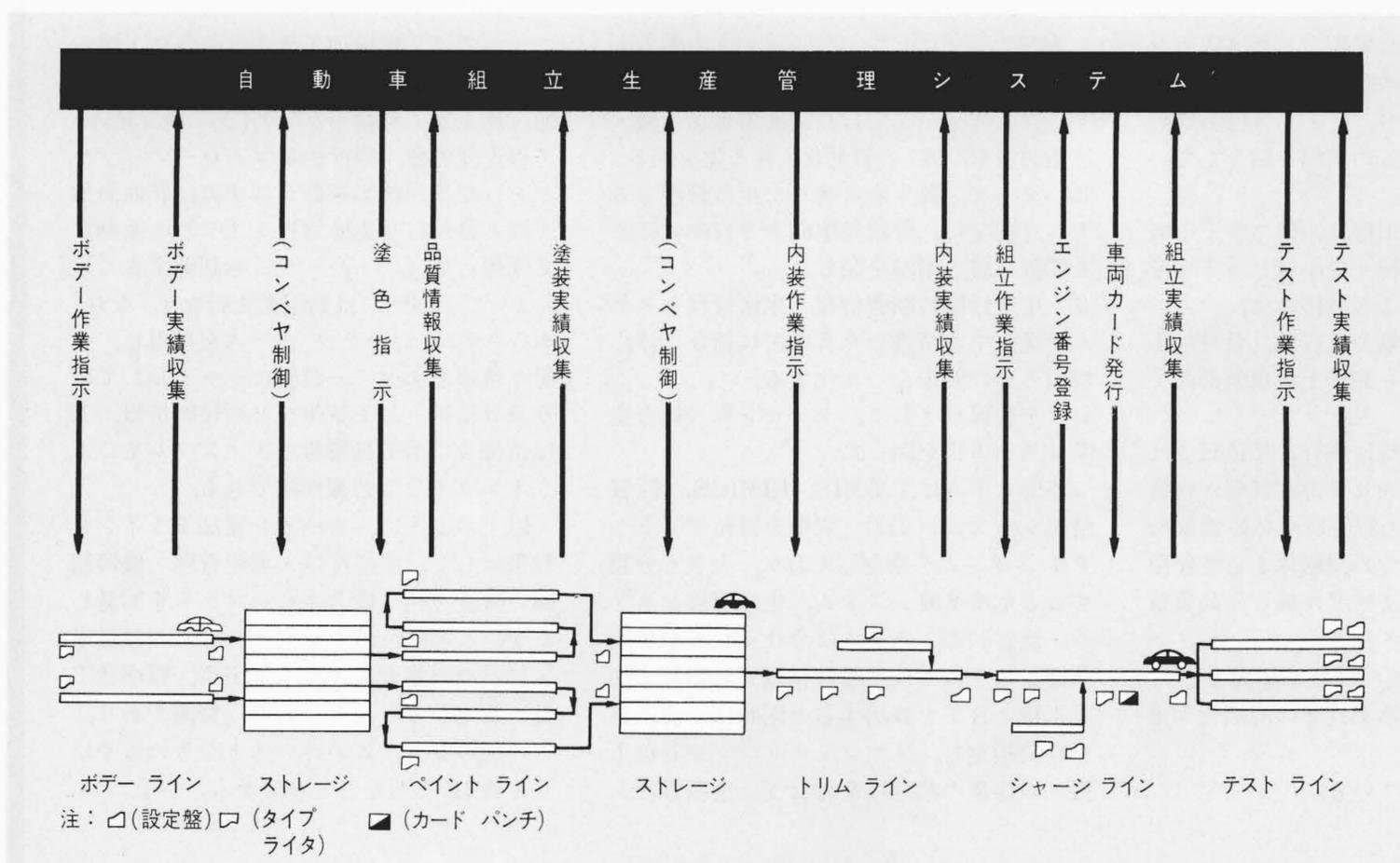
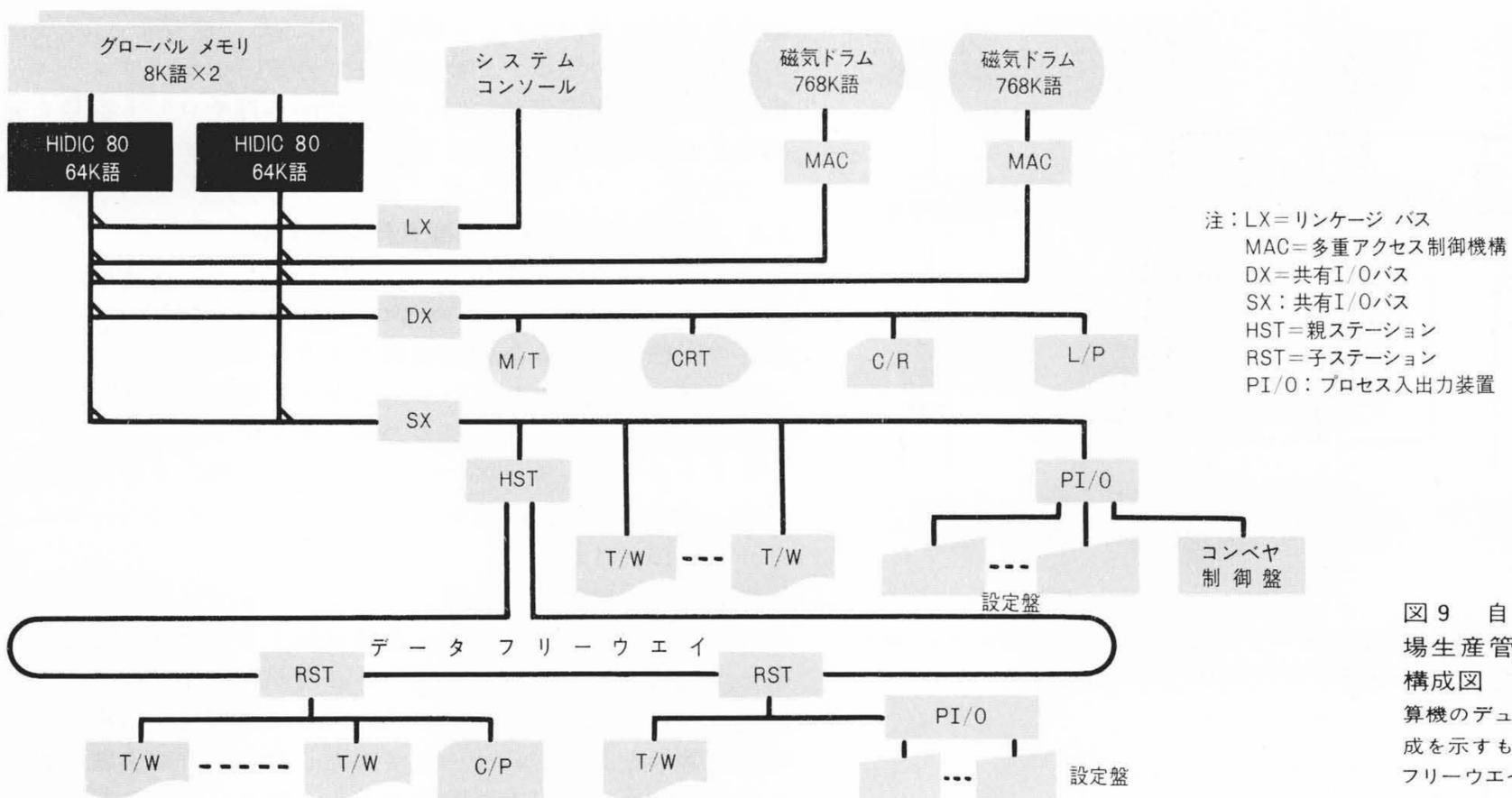


図8 自動車組立工場生産管理システムの端末機能 工程に沿って端末が配置され、作業指示や実績収集が行なわれる。



注：LX=リンクバス
 MAC=多重アクセス制御機構
 DX=共有I/Oバス
 SX=共有I/Oバス
 HST=親ステーション
 RST=子ステーション
 PI/O：プロセス入出力装置

図9 自動車組立工場生産管理システム構成図 HIDIC 80計算機のデュプレックス構成を示すもので、データフリーウェイを介して端末が接続されている。

6 結 言

工業用システムで使用される端末では、特に操作性、信頼性及び耐環境性が重視される。また、製鉄所や自動車工場など広い構内で端末を結ぶ手段として、データフリーウェイなどの高信頼度データ伝送技術が重要である。

今後、工業システムにおいて企業の運営に直結する管理制御、人と機械の調和など、人間の関与する側面を充実させる必要がますます大きくなると考える。各種端末の高速化、電子化、ディスプレイ装置や対話手段の発達など、エレクトロニクスとソフトウェア技術の発展が、総合的なマンマシンシステムを力強く支えていくことになろう。

論文抄録

ジョブ ショップ形工場における総合生産システム

日立製作所 畑山直勝・田尻隆二郎・他1名
 日本機械学会誌 79—692, 82 (昭51-7)

本論文は日立製作所で開発したタービン翼総合生産システムの基本的な考え方、システム構成などを述べ、ジョブ ショップ形工場での生産システムの実例を紹介している。

タービン翼の生産工程は、他の多くの機械加工と同様に多品種・中小量ロット生産方式を採っており、この製作には、

- (1) 形状・寸法が複雑で工程数、及び加工工数が多く、タービン製作上最重要部品である。
 - (2) 多くの製品を同時に並行して進行させるため、生産日程計画及び進捗管理が複雑で、高度の作業管理・工程管理が必要である。
 - (3) 高温高圧のもとでの回転体として使用されるため、その寸法精度が厳しく品質管理の徹底が強く要求される。
 - (4) 必要とする治工具の種類が膨大となり、機械ローディングと治工具との同期化が重要な課題となる。
- などの問題点を持っている。

そこで、プロセス コンピュータの導入を軸として、

- (1) コンピュータで自動制御する加工機・運搬装置を設置し、自動化・省人化を図る。
 - (2) タービン翼生産に適した生産管理システムを開発し、管理効率向上と自動化による間接業務の削減を図る。
 - (3) 生産設備の制御情報と生産管理システムで発生する情報とを有機的に結びつけ、情報とその処理を一元化する。
- などを主眼点として、タービン翼の総合生産システム化を図った。

本システムは工場MIS (HIMICS、経営情報システム)・設計・現場を直結するトータル システムを指向しており、大きく分類すると生産準備システム、生産管理システム、機器制御システムに分けられる。生産準備システムでは、設計情報を展開して加工工程とSTを算出すると同時に、治工具を自動指定し、スケジューリングや各加工機への作業の割付けを行なう。生産管理シ

ステムでは、現場加工ラインの各加工機のそばに設置されたデータ端末からの作業状態、加工完了員数をオンラインで取り込み、工程進捗管理、標準作業フォローアップなどを行なう。機器制御システムは翼曲面加工機の DNC や生産管理システムと連動して運搬台車 (ホイバーサ) を制御することによって工程間の自動運搬を行なう。なお、本システムではデータベースを採用し、必要な情報をすべて一箇所にファイルしており設計情報、加工情報などの技術情報、工程情報及び治工具情報をディスプレイによりオンラインで情報検索できる。

以上のように、タービン翼加工ラインを対象にして、生産準備・生産管理・機器制御の機能を持つ総合生産システムを開発したが、この際、最も重要となったのは現場ノウハウの集大成と標準加工法、標準治工具の設定などシステムの周辺整備であり、この種のシステムのベースとなるのはやはり古典IEであることが分かる。