

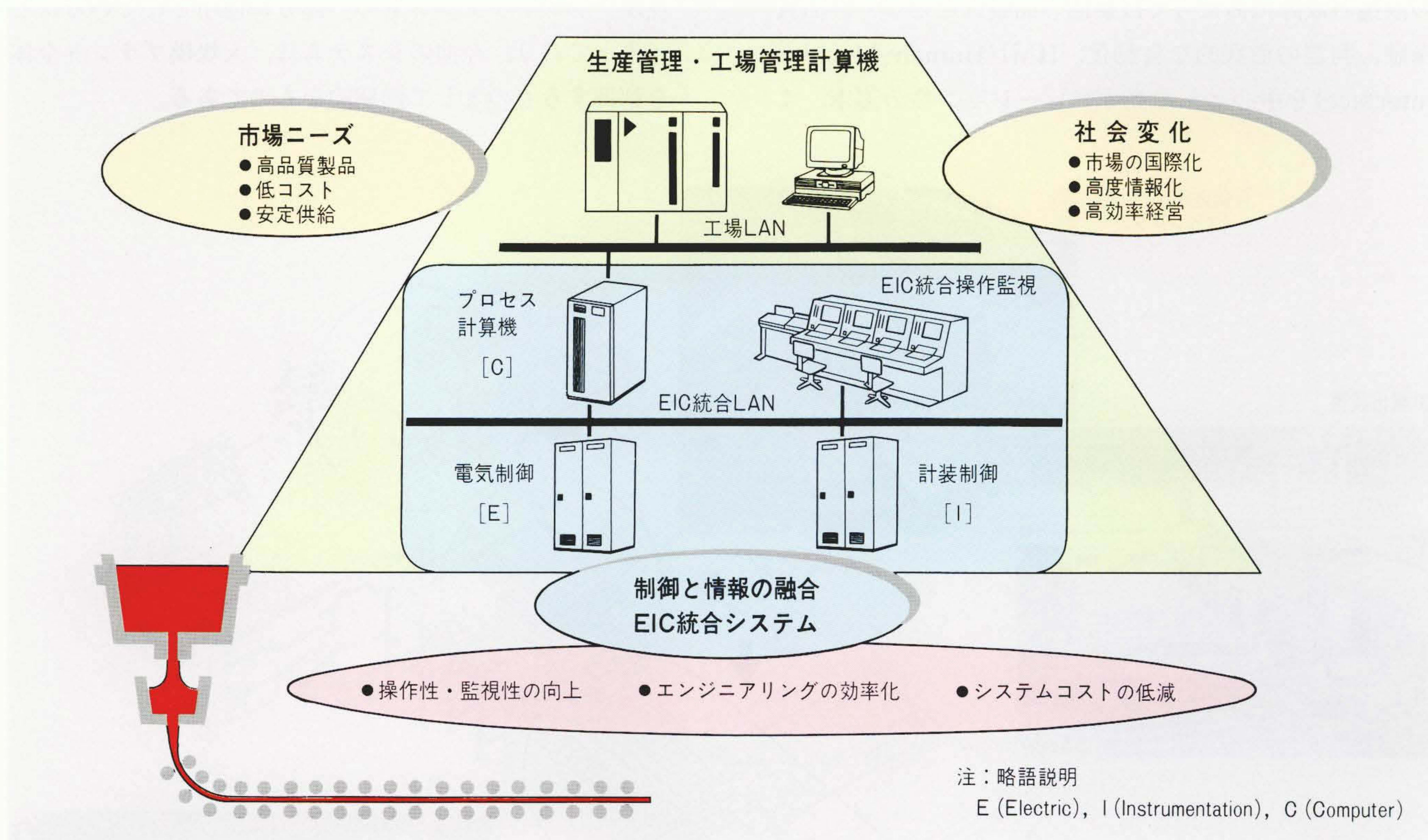
鉄鋼業界におけるFAシステム

—第4連続鑄造設備EIC統合システム—

—川崎製鉄株式会社水島製鉄所—

Computer Integrated Control System of a New Slab Caster in the Mizushima Works

山根 明*	Akira Yamane	伊藤俊彦**	Toshihiko Itō	吉田正人***	Masato Yoshida
浦上雅彦*	Masahiko Urakami	河野公生***	Kimio Kawano	貝保雅昭****	Masaaki Kaiho
馬田 一*	Hajime Bada				



鉄鋼業におけるEIC統合システム 鉄鋼業では市場ニーズ、社会変化に対応したCIMシステムの構築が要望されている。制御と情報を融合したEIC統合システムはCIM化の重要な役割を担っている。

鉄鋼業界も他産業と同様、社会環境に対応したニーズの多様化、市場の国際化・広域化、高度情報化、高齢化などの変化に対応していくため、高品質かつ高付加価値製品を、迅速かつ安価に生産するCIM (Computer Integrated Manufacturing) システムが強く要望されている。一方、現在実用化されているプラント制御システムは、E (Electric：電気制御システム)、I (Instrumentation：計装制御システム) およびC (Computer：計算機制御システム) の三つの基本制御システムに機能を分担させた構成となっ

ており、それぞれ独自の文化で発展してきた。

CIMシステムを構築するには、その前段であるプラント制御部分(E, I, C間)を融合し、統一性のあるヒューマン マシン オペレーションを取り入れた新しいデジタル統合化制御システムを実現する必要がある。

川崎製鉄株式会社は、鉄鋼FAシステム (EIC統合制御システム) を開発し製品化してきた日立製作所との協力で、今回、世界で初めて大規模な連続鑄造プラントにこのシステムを適用した。

* 川崎製鉄株式会社 ** 日立製作所 機電事業部 技術士(電気・電子部門) *** 日立製作所 大みか工場
**** 日立エンジニアリング株式会社

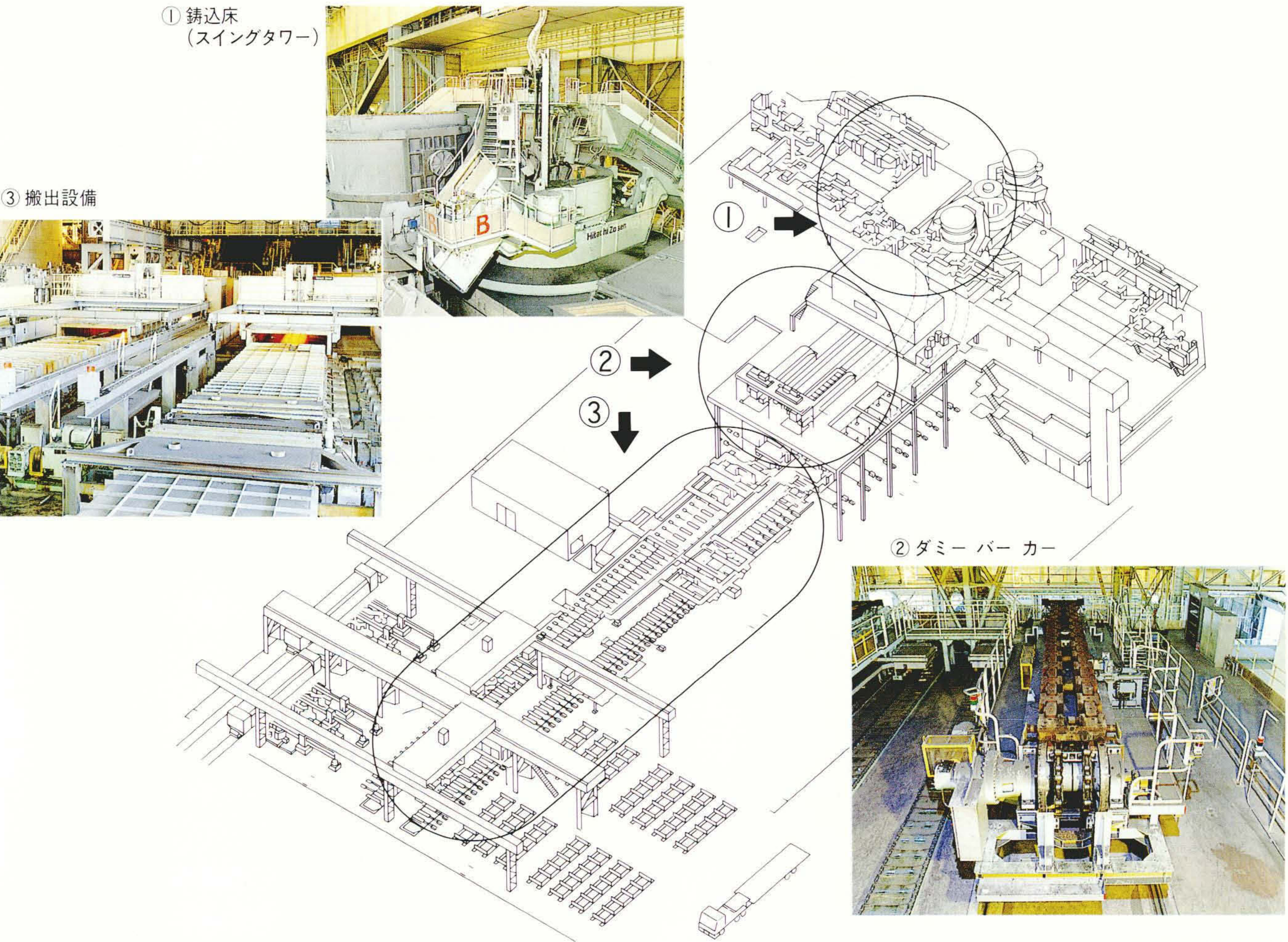
1 はじめに

川崎製鉄株式会社水島製鉄所で鉄鋼分野での本格的な大規模EIC統合システムである4CC(No. 4連続鋳造設備)が1993年1月12日から稼動に入った。

この設備は川崎製鉄株式会社では、1983年稼動の千葉3CC以来10年ぶりの待望の最新連続鋳造設備である。この設備の設計にあたっては製品の品質はもとより、品質保証、判定の徹底的な自動化、HMI(Human-Machine Interface)を中心とした高オペレーション性の追求、ま

た3K(汚い、危険、きつい)作業排除を目的とした広範な自動化など、その制御システムに関して多くの要求や期待が寄せられた。

4CCではそれらのニーズを十分に満足するため現存の各種制御システムを比較検討した結果、EIC統合ネットワークを基軸にしたEIC統合制御システムを採用することに決定した。この時点までのEIC統合システムは小規模プラントやプラントの一部に適用されているにとどまっており、今回のシステムは、大規模プラント全体を制御するものとして画期的なものである。



生産品諸元	生産品種	スラブ(極低炭素鋼主体→薄板向け)	設備諸元	マシン型式	垂直(3m), 多点曲げ矯正
	製品サイズ	厚み: 220 mm 幅: 850~1,900 mm 長さ: 4,600~12,200 mm		鋳込み速度	最大2.5 m/min
				スループット	最大720 t/h
設備諸元	レードル容量	最大280 t		オシレーション	最大400 cpm
	ストランド数	2ストランド		ダミーバー	上方装入
	なべ供給	独立回転2アーム レードルターレット式		二次冷却	幅可変ミストスプレー
				スラブ搬送	無人搬送台車

図1 川崎製鉄株式会社水島製鉄所4CC(No. 4連続鋳造設備)の概要 この設備は本体(鋳込床)と搬出設備に分かれ、本体で溶鋼から連続的にスラブを生産し、搬出設備で生産スケジュールに従いスラブを切断し、搬送する。

表1 連続鋳造機としてのシステム比較 4CCでのニーズに対して、従来のE, I, C個別システムとEIC統合システムでの評価を比較し、4CCでEIC統合システムを選択した経緯を示す。

4CCにおけるニーズ	達成の手段	EIC個別システムでの評価	EIC統合での評価
中央操作室ワンマンオペレーション (4CC全体を4人で操業)	HMIのシングルウインドウ化	困難(応答速度, ハードの制約)	容易
	HMI台数削減	8台	5台
品質管理, 判定の自動化	品質データのP/C集中化	可能(ただしPI/Oシリアル伝送)	容易(プラントデータベース, 高速LAN)
データ, トラッキングの一元管理	共通データベース化	困難	容易(プラントデータベース, 高速LAN)
システムダウンのバックアップ (特にP/C)	デュアル化	可能	可能
	下位での機能バックアップ	可能(ただし, インタフェースハード追加)	容易(プラントデータベースの活用, ソフトの流用)
	縮退運転	可能	可能
シンプルで故障しないシステム	ハードの信頼性向上	――	インタフェースPI/Oの大幅削減
	機能集約によるシンプルなソフト構成	――	機能集約が容易
メンテナンス性向上	メンテナンス, 開発環境の結合	不可能	可能(ただし, E, I, Cに特化していないツールの統合が課題)
	メンテナンス機能	良い。	システム全体としては向上, 個別には優劣ある。
エンジニアリングの省力	メーカー技術力(連続鋳造機としてのシステムのまとめ)	EIC個別にノウハウあり	システム全体としては向上, 個別には優劣ある。
実 績	システムとして	多い。	連続鋳造機のような大規模システムではなし。
	連続鋳造機として	多い。	ほとんどなし。

注：略語説明 P/C(Process Computer), EIC(電気・計装・プロセス計算機), HMI(Human-Machine Interface), PI/O(Process Input Output)

ここでは川崎製鉄株式会社のEIC統合システムを選定した経緯、システムの紹介、導入後の評価および高オペレーション性の追求のための主操作室の設計について述べる。

2 プラント概要と制御システム

4 CCの設備概要を前ページの図1に示す。

2.1 鉄鋼業におけるEIC統合の背景

鉄鋼業では生産設備に継続的な改革や改善を続けており、特に設備の自動化やシステム化がわが国の鉄鋼業の国際競争力を飛躍的に高める原動力となっている。その中で、E(電気), I(計装), C(プロセス計算機)システムは自動化、システム化を支える中核技術としての役目を果たしてきたが、操業面、運用コスト面および保全面での効率化の観点からのEIC統合化が近年クローズアップされてきている。

EIC統合化への主なニーズをまとめると以下のとおりである。

- (1) 操作性・監視性の向上(機種依存のHMIからプラント最適オペレーションのHMIへ)
- (2) コスト低減(インタフェースのハード削減, 重複機能ソフト削減, エンジニアリング工数の低減および工程短縮)
- (3) 信頼性の向上(シンプルなシステムによるハード削減)

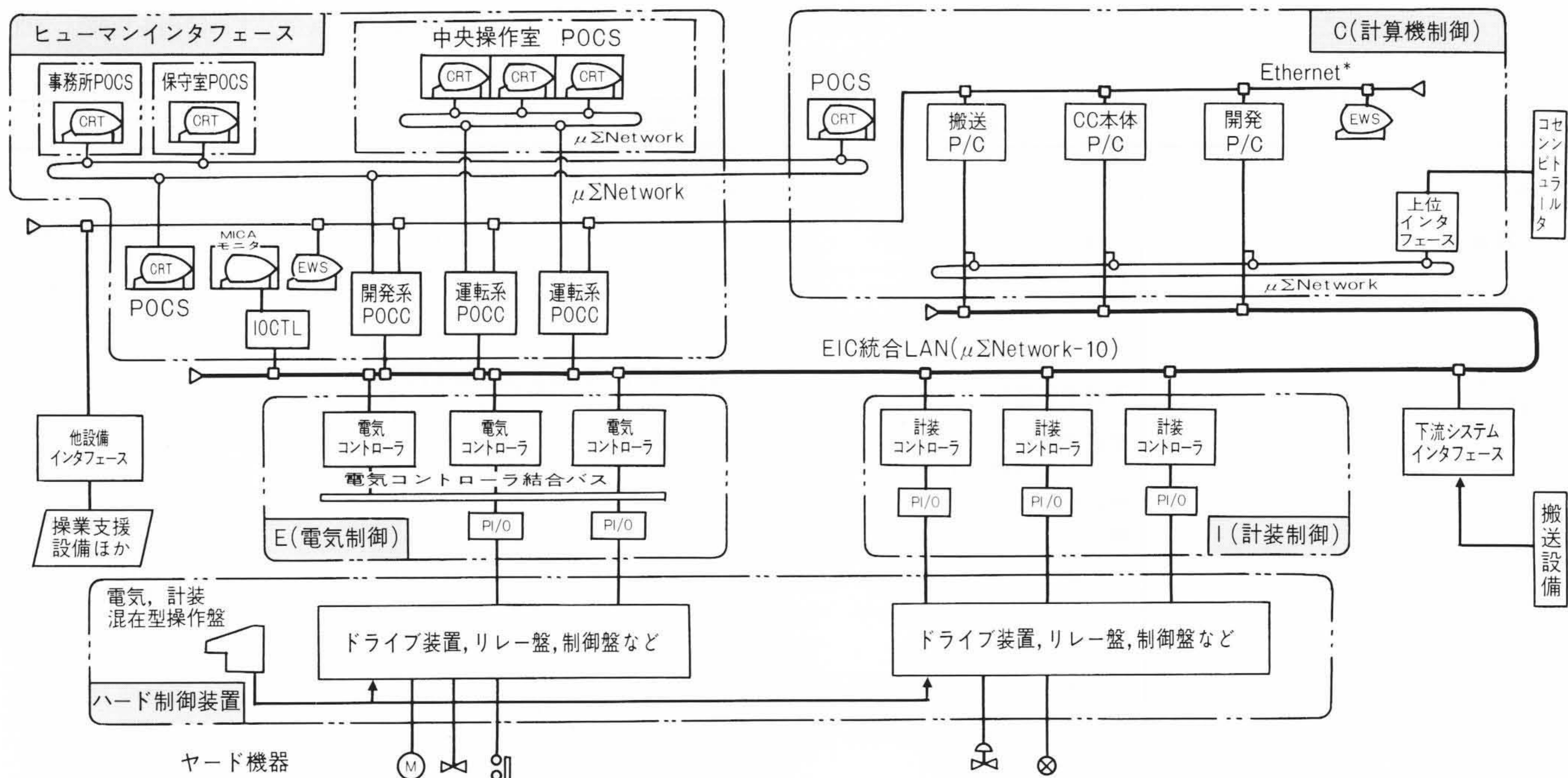
- (4) 高機能・高性能化(高速で密なデータ結合, 拡張が容易)
- (5) エンジニアリングの効率化(組織の簡素化, 思想の統一, トータルシステムのバランス)

2.2 連続鋳造機としてのEIC統合制御システム

4 CCでEIC統合システムを選択した経緯を表1に示す。EIC統合システムの優位点は、最適な機能分担によるシンプルなハード、ソフト構成の実現と、データの一元管理による制御、操作機能の大幅な向上が図れる点である。

2.3 4 CC EIC統合システム

今回のEIC統合制御システムの全体図を図2に示す。
IEEE802.4に準拠したEIC統合LAN(μΣNetwork-10)を基軸に、電気コントローラ(E-PCS: E-Process Control Station), 計装コントローラ(I-PCS), P/C(Process Computer)を接続している。またEIC共通HMI(POCS: Process Operator's Console Station)に対してはこのLANに接続されたCRTコントローラ(POCC: Process Operator's Console Controller)がLAN上のデータを吸い上げて表示し、HMIからの操作信号はPOCCが統合LANに信号を流し、LANに接続するコントローラが自分が必要とする信号だけLANから取り込む。また、本体以外の単体の自動化機器については、設備組み込みシーケンサ群でローカルネットワークを組んでおり、この単



注：略語説明はか

EWS (Engineering Workstation), IOCTL (Input Output Controller), POCs (Process Operator's Console Station), POCc (Process Operator's Console Controller), MICA (Modular Integrated Concept Architecture), PCS (Process Control Station)

* Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

図2 連続鋳造設備EIC統合制御システムの構成 連続鋳造設備でのEIC統合LANで結合されたE(電気), I(計装), C(プロセス計算機)およびヒューマンインタフェース装置のシステム構成の概要を示す。E~I間の情報インタフェースは統合LAN上で行われる。

体機器とEICシステムとの接続は、EIC統合LANにつながるインタフェースコントローラ(FEP: Front End Processor)を経由して高速シリアル通信でEIC統合LANにデータを流すことができる。これにより単体機器についてもEIC統合HMIで監視、操作が可能となっている。

モールドレベル制御でのアドバンス制御のような開発要素が多い機能のために、本体システムとは別にFAパーソナルコンピュータによる操作支援システムを設置した。このシステムについてもその情報をEIC統合HMIに表示したいとのニーズにより、Ethernet^{※)}によってPOCCとインタフェースしている。

2.3.1 EIC統合LANとEIC共通プラントデータベース

EIC統合LANは、IEEE802.4に準拠したトークンバス方式である。伝送路は2系統とし、一方の系統が切断されても、もう一方の系統へのバンプレス切換を可能としている。伝送機能としては、伝送ソフトをまったく意識せずあたかも自分のメモリをアクセスするかのように読

み書き可能な「サイクリック通信(メモリ転写8~512ms)」, 送りたいとき, また欲しいときだけに送信, 受信を行う「機能コード通信」をサポートしている。伝送速度は10 Mビット/sである。このサイクリック通信(メモリ転写)を使用することにより, EICおよびCRTなどがおのおの持っている共有プラントデータをEIC統合LANにあげる(登録するだけ)ことで, LAN上に接続される他のコントローラが必要とするデータを自由に参照することができる。このLAN上の実プラントの写像を, プラントデータベースと呼んでいる。プラントデータベースを使用することにより, ライントラッキングやイベント発生データのE-PCSによる一元管理を実現している。

2.3.2 E, I, Cコントローラ

E(電気)コントローラは, 高速シーケンス処理を行う専用プロセッサと情報処理, 高級演算制御を行う汎(はん)用プロセッサのマルチプロセッサ構成になっている。これにより, Eコントローラだけで, 小規模の計算機制御から末端の機器の高速シーケンス制御までを一貫して行うことができ, 外部とのインタフェースを少なくし, 自己完結制御が可能となっている。E用の高速入出力に関

※) Ethernetは、富士ゼロックス株式会社の登録商標である。

しては、Eコントローラ間の高応答性が必要なインタロックなどの信号はEコントローラ結合バスで接続している。これにより、入力に関してはどのコントローラの入力も任意に読むことができる。

I(計装)コントローラは汎用プロセッサだけの構成である。コントローラはCPUの部分が二重系になっており、マスタ系のCPUがダウンした場合は、バンプレスにスレーブ系のCPUに切り替わる。また重要な制御ループについてはPI/O(Process Input Output)も二重化している。Iコントローラはそのプロセス制御データを標準のタグ登録によってすべてプラントデータベースに上げることができる。

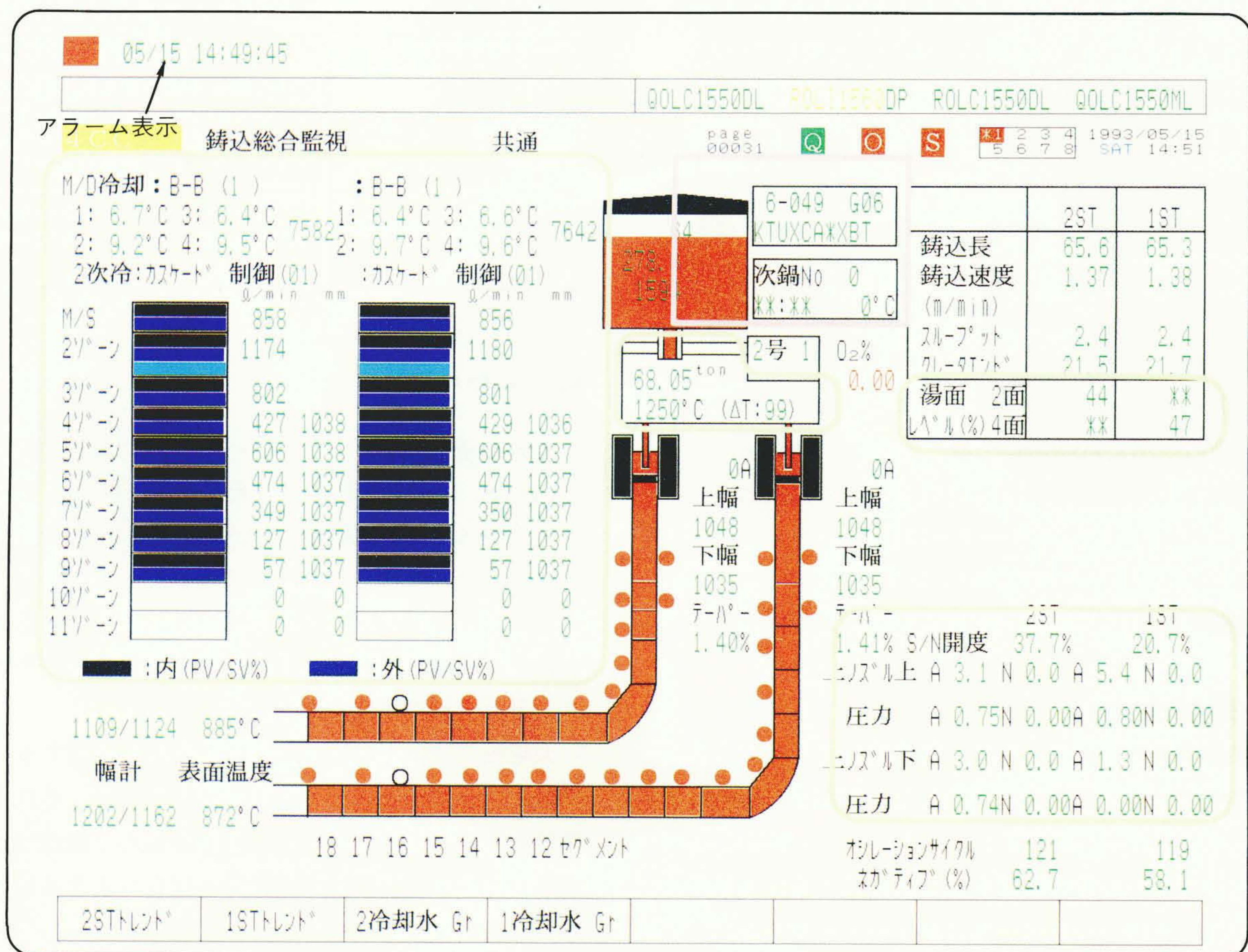
P/Cは4CCからは約4 km離れた鉄鋼P/Cセンターに設置されており、この間は光ファイバによるEIC統合LANとなっている。P/Cは鋳込系、搬送系、開発系の3式あり、鋳込、搬送系がダウンした場合は開発系によってコールドバックアップを行う。



図3 監視HMI 中央操作室に設置されている操作・監視HMI(POCS)を示す。

3 HMIと中央操作室設計

4CCのオペレーターは総員4人1班であり、定常状態での中央操作室に詰める要員は一人である。したがって、一人のオペレーターで連続鋳造機全体の監視、操作を行



注: (計装データ表示), (P/Cデータ表示), 囲みなし (電気関係表示)

図4 EIC統合画面例 HMI(POCS)に表示されるEIC統合画面の一例を示す。E(電気), I(計装), C(プロセス計算機)の情報が同一画面に表示されている。

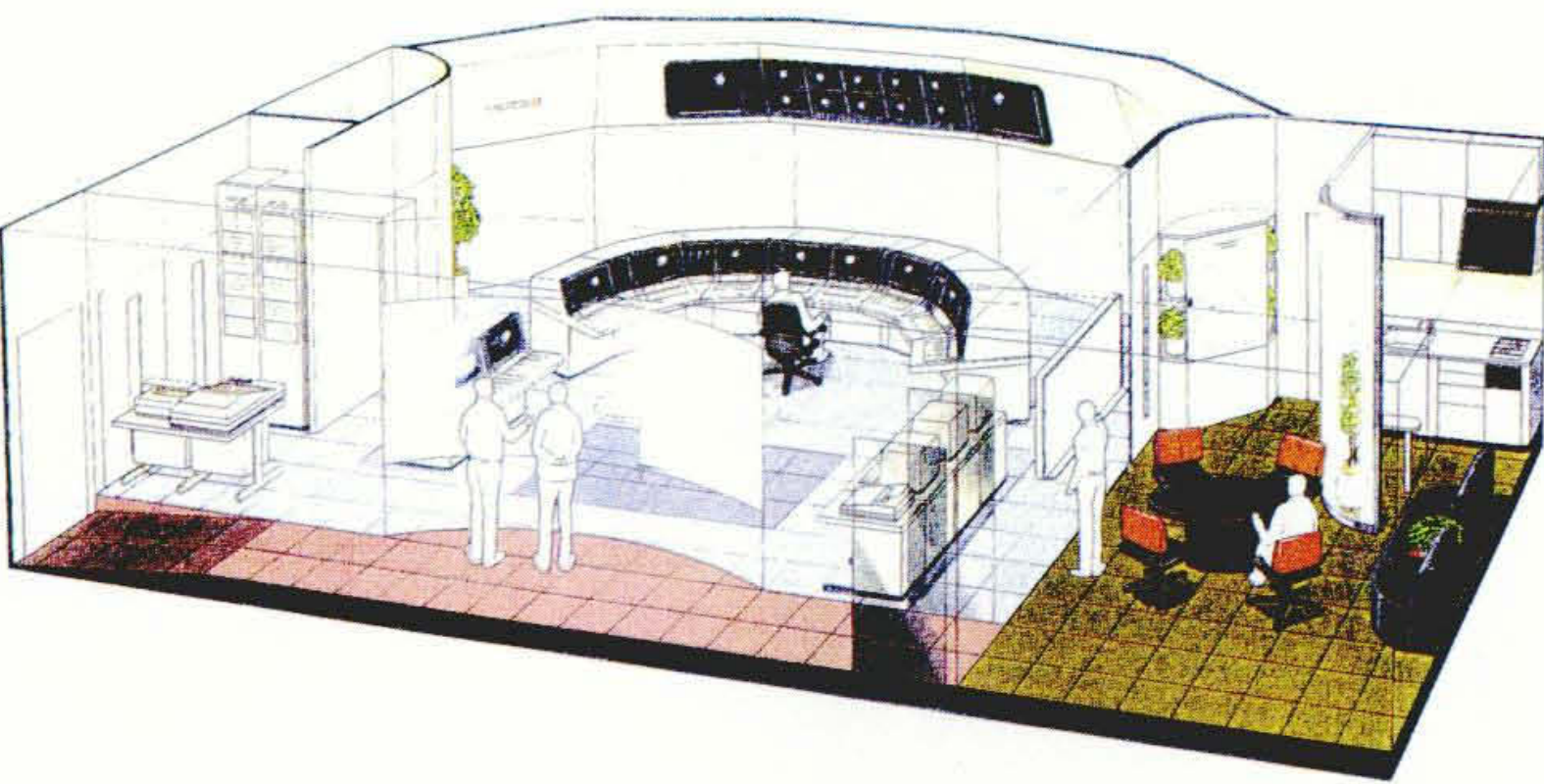


図5 中央操作室(イメージ図) 運転、監視はE、I、Cの機能が統合された画面で行われ、各機器の配置は人間工学的に検討されたオペレーターに優しいレイアウトになっている。

わなければならない、EICのHMI統合によるシングルウィンドウ化は必須(す)であり、また中央操作室内のレイアウト(量、配置)は機能性を追求する必要があった。

3.1 HMI統合オペレーション

操作、監視HMI(POCS)を先の図3に示す。画面は高精度で目に優しく、美しい。また、オペレーションも追従型ポインティングマーカーによるタッチパネルオペレーションが基本であり、操作監視の一体化を実現している。

POCSは操業用に5台(中央操作室)、メンテナンス用に3台(電気室、製鋼事務所および制御課班勤務詰所)設置しており、操作用のPOCSのCRTコントローラ(POCC)は二重系システムとなっており、ダウン時に操作監視ができなくなることを避けている。

操業用のHMI画面、操作はEICが完全に融合しており、さらに、設備組込のシーケンサ関係の操業表示もシリアル伝送、Ethernet経由でインタフェースして行っている。

EIC関係の表示更新周期は1秒、シーケンサ関係のデータ表示はシリアル通信経由のため3～4秒程度となっている。これにより、オペレーターはE、I、Cをまったく意識することなく、一つの画面(シングルウィンドウ)で操作、監視が可能になっている。EIC統合画面の例を図4に示す。

3.2 中央操作室設計

中央操作室設計にあたっては、基本的なコンセプトを日立製作所デザイン研究所が担当した。使用性(操作性、視認性)、居住性(空間デザイン、リフレッシュ要素)、整合性およびアピール性の研究を基に数種類の操作室設計案が出され、その一つをベースに操作室のデザインを決定した。デザイン結果のイメージ図を図5に示す。

4 成 果

初の大規模EIC統合システムについて、導入計画時のニーズと成果を表2にまとめた。同表から当初の期待どおりの成果を達成できたことがわかる。

表2 EIC統合システムの目的と結果 EIC統合システムは、HMIの統合を柱とする操業面では、当初の期待どおりの非常によい結果を達成できた。

目 的	結 果(成 果)
HMIのシングルウィンドウ化 HMIの台数削減	完全に統合(融合)でき、応答速度も特に問題ない。 8台(E、I、C分離の場合の推定)→5台
品質データのP/C集中化データ、トラッキングの一元管理	EIC統合LANにより、P/C PI/Oレスを達成 鋳片鋳込長のEによる一元管理達成 イベントトラッキングのEによる一元化達成
共通データベース化	プラントデータベースによるデータの共有化の実現
P/Cダウンバックアップ	鋳込P/Cバックアップ→P/Cダウンの状態次チャージまでは鋳込可能 搬送P/Cダウン→自動搬出は可能
ハードの信頼性向上	インタフェースPI/Oの大幅削減達成
シンプルなソフト達成	最適な機能分担を目指し、主要な機能についてE、Iの各コントローラへの機能集約を達成(幅変更、スライディングノズル、スプレー幅切りほか)
メンテナンス、開発環境の統合	EICそれぞれに特化したツールの導入(将来的にはメンテナンスツールの統合も目指したい)

5 おわりに

連続鋳造機規模の大規模システムでは、世界で初のEIC統合システムを採用して大きなトラブルもなく無事立ち上がった。操業面から見た使いやすさは、従来のEIC個別の設備に比べて飛躍的に進歩したと確信している。

電気、計装、プロセス計算機の各システムとも過去三十数年の間それぞれ築いてきた文化や仕事の進め方があり、それぞれの個性がある。

大規模プラントにEIC統合システムを適用するに際しては、ユーザーとメーカーが一体となって、それぞれの個性を尊重しながら互いに一步踏み込んで推進する必要があり、それにより、さらにrippanaシステムを構築できると確信する。