
水島製鉄所における第 I 期製鉄システム

First Step to Totalized Ironmaking Information System at Mizushima Works

山田 孝雄(Takao Yamada) 才野 光男(Mitsuo Saino) 児子 精祐(Seisuke Nigo) 山名 紳一郎(Shin-ichiro Yamana) 妹尾 義和(Yoshikazu Senoo) 守谷 正一(Shoichi Moriya) 芋谷 暢重(Nobushige Imotani) 瀬川 佑二郎(Yujiro Segawa)

要旨：

水島製鉄所製鉄総合システム構想の基盤をなす第 I 期システムが 1981 年 3 月に完成した。このシステムは、原料処理、焼結、高炉、原料計画および汎用美術解析の五つのサブシステムで構成されており、操業データ収集の逐次オンライン化による、各プロセス解析の効率化が期待される。このシステムの機能とハードウェアは階層構造をなして、水島製鉄所の中央計算機 (M-200) にリンクしており、対話型処理により、エンド・ユーザーが行なうプログラム開発を容易にしている。今後、このシステムを活用して、製鉄部門全体の物流管理と品質管理およびプラント制御の改善を進めていく予定である。

Synopsis：

Ironmaking Departmet of Mizushima Works, Kawasaki Steel Corporation marked a first step forward in the developmet of the total information system in March 1981 upon completion of the following five subsystems: ore bedding, sintering, blast furnace operation, ore blending planning and general technical analyses systems. A gradual online processing of actual date will improve efficiency in analyzing each process operation. The information system which is of hierachial structure with respect to work specification and computer hardware is linked to Mizushima Work's central computer (M-200). The man-machine interactive system makes it easier for Ironmaking Dept. personnel to develop their own programming. The total ironmaking information system, when completed, will greatly contribute to improvement of material flow, quality control, operation planning and its follow-up in the Ironmaking Dept.

(c)JFE Steel Corporation, 2003

本文は次のページから閲覧できます。

水島製鉄所における第Ⅰ期製鉄システム

First Step to Totalized Ironmaking Information System at Mizushima Works

山 田 孝 雄*

Takao Yamada

才 野 光 男**

Mitsuo Saino

児 子 精 祐***

Seisuke Nigo

山 名 紳一郎****

Shin-ichiro Yamana

妹 尾 義 和*****

Yoshikazu Senoo

守 谷 正 一*****

Shoichi Moriya

芋 谷 暢 重*****

Nobushige Imotani

瀬 川 佑二郎*****

Yujiro Segawa

Synopsis:

Ironmaking Department of Mizushima Works, Kawasaki Steel Corporation marked a first step forward in the development of the total information system in March 1981 upon completion of the following five subsystems: ore bedding, sintering, blast furnace operation, ore blending planning and general technical analyses systems.

A gradual online processing of actual data will improve efficiency in analyzing each process operation. The information system which is of hierachial structure with respect to work specification and computer hardware is linked to Mizushima Works' central computer (M-200). The man-machine interactive system makes it easier for Ironmaking Dept. personnel to develop their own programming. The total ironmaking information system, when completed, will greatly contribute to improvement of material flow, quality control, operation planning and its follow-up in the Ironmaking Dept.

1. 緒 言

水島製鉄所の製鉄部門のシステムは、プロセス・コンピュータを活用して開発を進めてきたが、そのシステムの見直しを図り、1978年3月より総合情報システムの構築を開始した。このシステムは将来構想として、原料配合、焼結、高炉の各プロセスの計画・制御システムと技術解析システムから成り立っている。1981年3月に完成したシステムは、総合情報システムの第1期に相当し、

計画機能や技術開発機能に重点を置いたものである。以下にその概要について報告する。

2. システム開発の背景と目的

近年製鉄部門を取り巻く環境の変化、とくに、製鉄技術やエネルギー事情などの変化は、著しい。

この変化に対応する操業上・技術上の検討項目、管理項目は大巾に増加しており、とりわけ技術開発力強化の必要性は、日々高まっている。

当所の製鉄部門では、プロセス・コンピュータ

* 東京ツバロン協力本部企画調整部部长
 *** 水島製鉄所製鉄部製鉄技術室主査(課長)
 ***** 水島製鉄所システム部制御技術室主査(課長)
 ***** 水島製鉄所システム部制御技術室主査(掛長)
 [昭和56年9月16日原稿受付]

** 水島製鉄所製鉄部製鉄技術室主査(部長補)
 ***** 水島製鉄所製鉄部製鉄技術室主査(掛長)
 ***** 水島製鉄所システム部システム室主査(掛長)

を活用してシステムを運用してきたが、これらの諸問題に対処するには、さらにライン・スタッフ機能のあり方の再検討を迫られた。

そこで、つぎのような具体的な目的をっかけ、システム開発に取り組んだ。

(1) スタッフによる技術開発の強化

スタッフを日常の操業々務から解放し、新しい操業法の検討、新技術の開発業務に専心できるように、使い易いデータおよび解析ツール（ハードウェアおよびソフトウェア）を与える。

(2) 操業管理の強化

製鉄工程では計画に基づいた日常操業において時々刻々変化するプロセスの状況監視が不可欠で、正確な情報の収集と迅速な操業判断を現場操業者自身が行える状態にする。

3. システムの開発過程

(1) システム構造の明確化

将来のシステムの拡張を考慮し Fig. 1 に示すように、製鉄部門の業務を計画、運転、評価および技術解析の各サブシステムに分け、業務構造を明

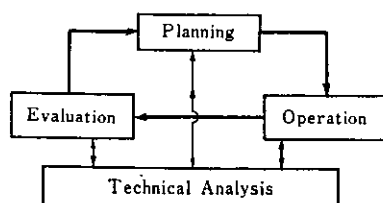


Fig. 1 Concept of plan-do-check cycle

確にした。

(2) システムの段階的拡張

原料処理、焼結、高炉の各プロセス間にまたがるプロセス制御まで含めると開発規模がぼう大になること、および高炉の定期改修時には種々の設備技術の改良が行われることなどを考慮し、段階的な拡張を図るものとした。第Ⅰ期の開発スケジュールを Fig. 2 に示す。

(3) 利用し易いシステムの構築

センサ、プロセス・コンピュータおよびセントラル・コンピュータの機能分担を明確にすると同時に、大規模データベースをセントラル・コンピュータに持ち、情報の多角的な活用を図った。このために新しいハードウェア、ソフトウェアの導

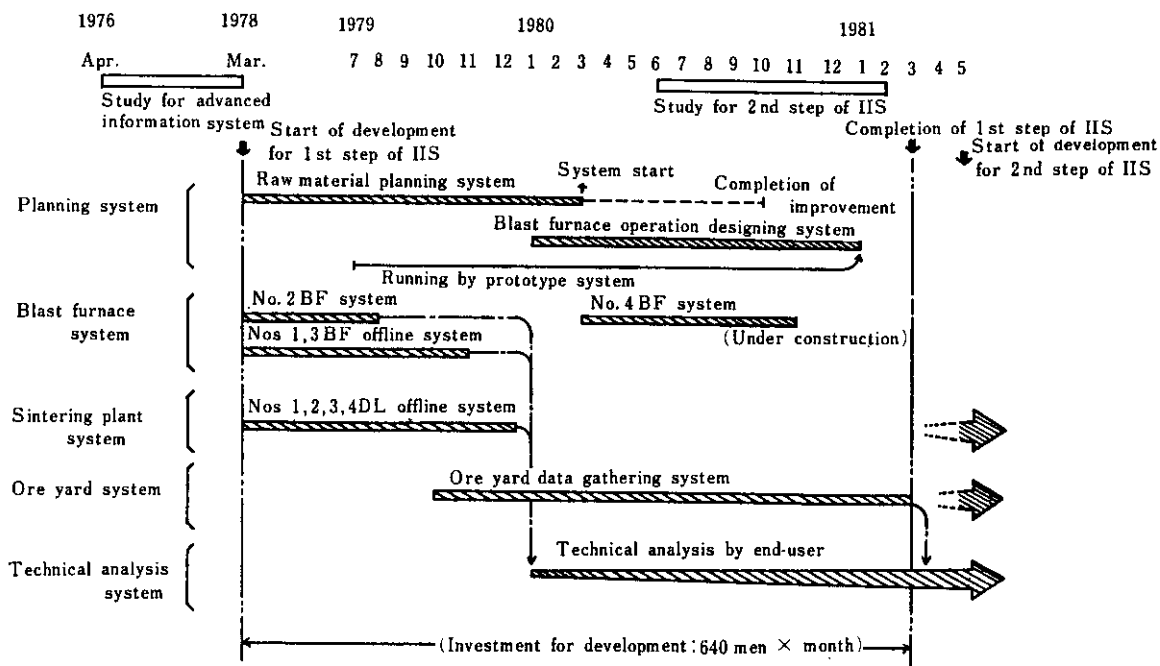


Fig. 2 Development schedule of ironmaking information system (IIS)

入も併せて行った。

(4) システム開発の効率化

ソフトウェア技術開発の理想的環境条件として、①強いニーズ、②整理されたデータ、③使いやすい高級言語と汎用ソフトウェア、④システム利用上の十分な知識を持った製鉄技術者グループによる密接なサポート、の4点が重要と言われている^{1,2)}。このような条件を整備したうえで、不確定要素の多い暫定システムはエンドユーザーが作成し、正規のシステム化はシステム部門が行うという段階別分担方式を採用した。その結果、エンドユーザーのシステム開発・活用能力の向上と開発待ち項目の減少、システム部門の開発負荷の削減、および両部門の効率的な協力体制の確立などが可能になった。Fig. 3, 4 に両部門の役割分担を図解する。

4. システム概要

4.1 システム構成

当システムの第 I 期に相当するハードウェア構成を Fig. 5 に、規模概要を Table 1 に示す。ただし、現時点では、人手による入力も一部に残っている。

4.2 システム機能概要

Fig. 6 にシステム機能の全体構成を示す。その

各サブシステムの中で、第 I 期システムとして重点を置いた機能について簡単に説明する。

(1) 作業実績データの収集

各サブシステムの基礎になるものであり、原料処理、焼結、高炉の各プロセスの実績データを収集する。特に第 2 高炉については、オンライン回線で、セントラル・コンピュータまでデータを伝送している。収集したデータは、オンライン・リアル・タイム・データ・ベース（製鉄データ・ベース）に入力する。

(2) 計画サブシステム

原料処理、焼結、高炉の各プロセスに対する原料配合計画と高炉の操業計画に焦点を絞り、機能の拡充を図った。

原料配合計画は、高炉、焼結の操業状況と原料の在庫・入荷状況を勘案し最適な配合を行う。計画環境の変化に追従できるよう試行錯誤を簡単に行えるようにした。

高炉操業計画は、生産量、燃料比、などから操業可能な操業値の決定や操業変更を行うときの操業量の決定を行う。

計画における特徴は、線型計画法などの特殊なものを除き、オンライン・リアル・タイムの会話処理とし、計画ケースや計画タイミングなどの任意性を重要視したことである。

(3) 運転サブシステム

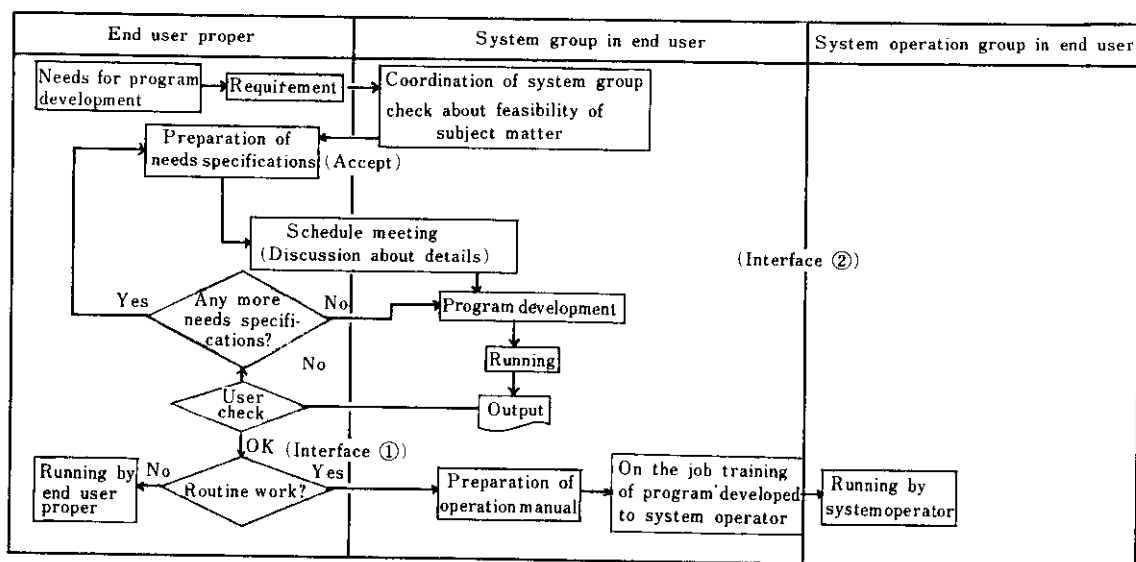


Fig. 3 Work division of system development within end user

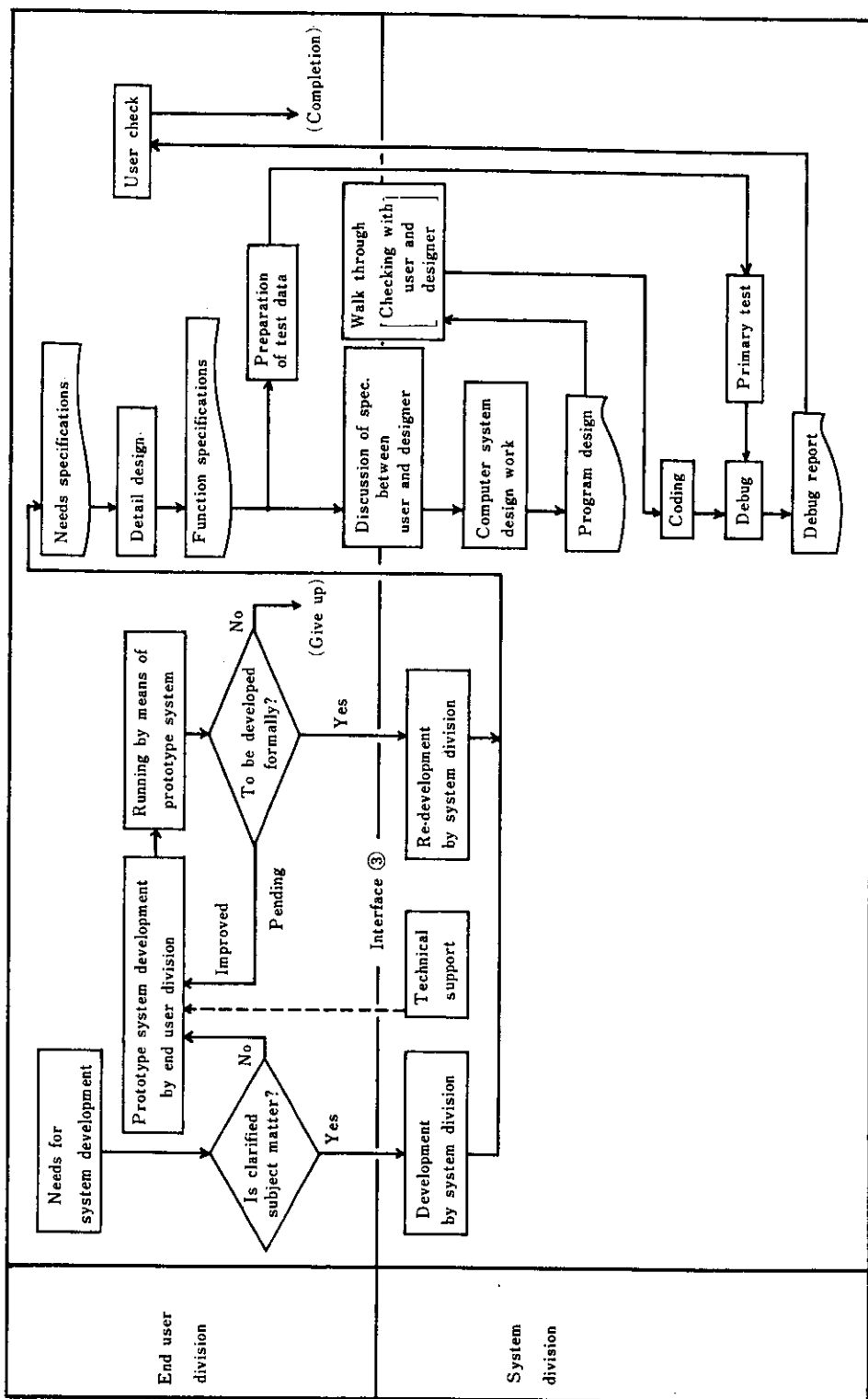


Fig. 4 Work division of system development between end user and system divisions

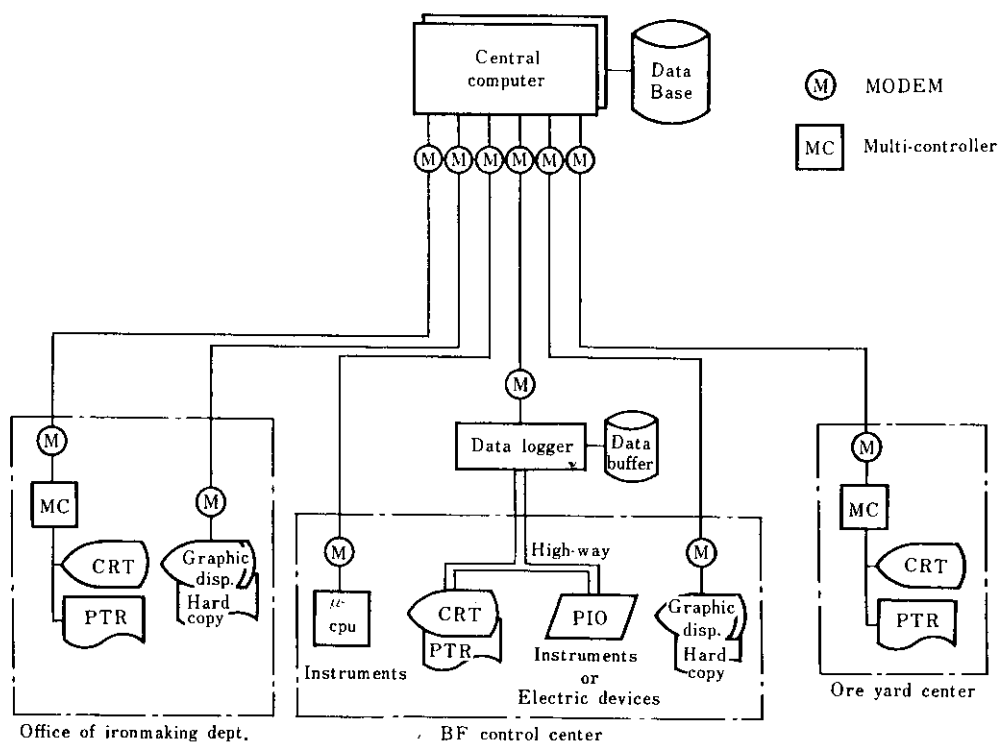


Fig. 5 Configuration of ironmaking information system

Table 1 System scale of hardware and software

Facility		Number	Note
Hardware	Central computer		
	FACOM M-200	1	Central common machine
	CRT & KB	3	1920 characters, color CRT
	Printer	2	
	Graphic display & printer	2	Storage tube type
	Data logger		
	PFU-1500	2	
	CRT & KB	2	1920 characters, color CRT
Software	Printer	2	
	Central computer	227k steps	COBOL, FORTRAN & SPEAKEASY
	Data logger	20	FORTAN & ASSEMBLER

'79年3月に火入れした第2高炉の運転機能を増強した。増強のポイントは、ぼう大な計測データの自動収集およびオペレータズ・ガイドの充実である。オペレータズ・ガイドには、GO-STOPシステム³⁾による高炉炉況の総合判定、多重同心円モデル⁴⁾による融着帯形状の判定グラフィック・ディスプレイを利用した操業データ提供などがあ

る。

(4)帳票類作成サブシステム

収集、蓄積した各種操業データを処理・加工し、速報、日報、月報を作成して、手書き帳票を極力減らした。

(5)技術解析サブシステム

データ・ベース、データ処理ソフトウェアおよ

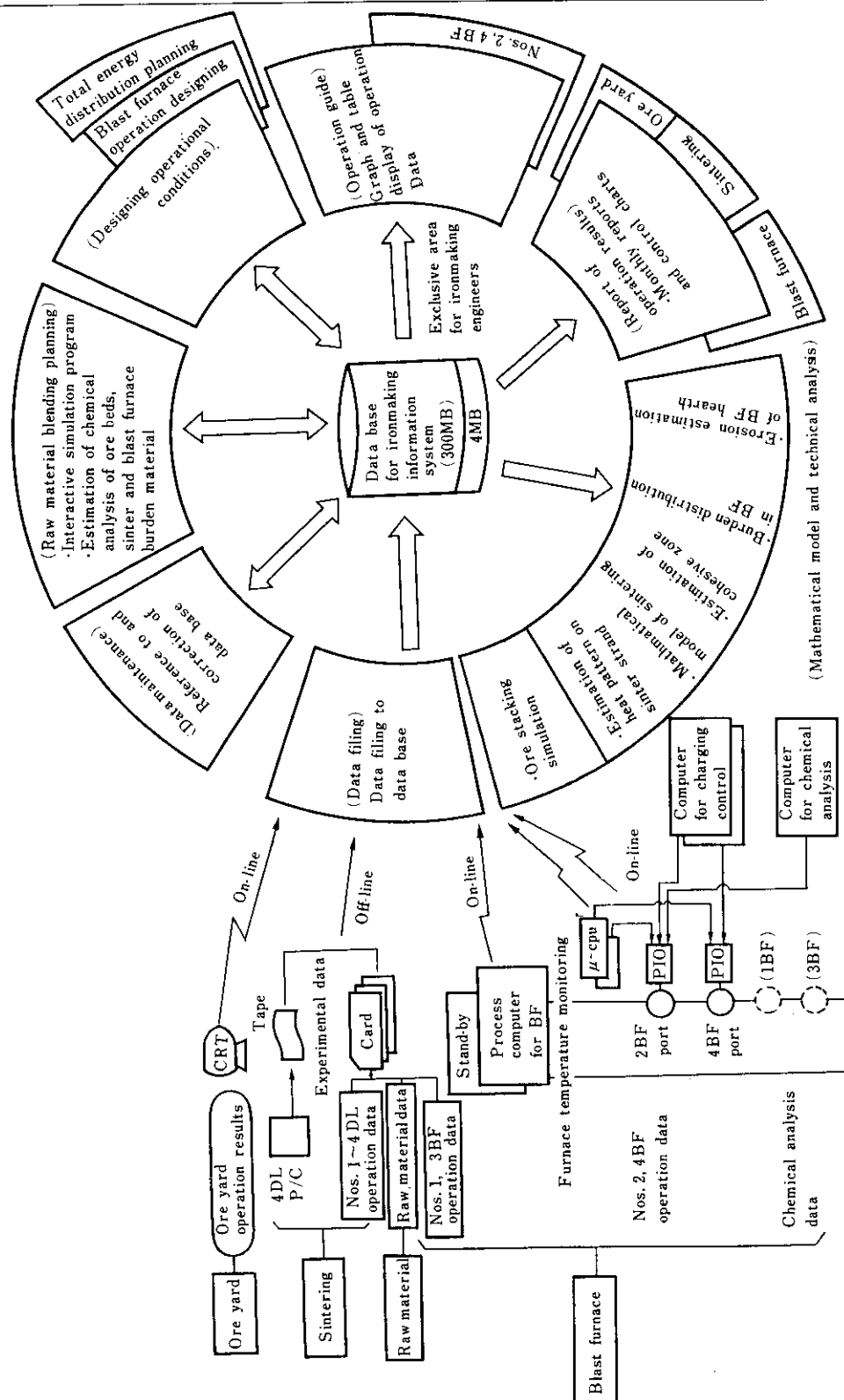


Fig. 6 Functional outline of ironmaking information system as of March, 1981

びハードウェアから構成される複合的なものである。研究開発業務におけるデータ処理の簡略化とソフトウェア開発力の増強を図った。セントラル・コンピュータに構築したデータ・ベースと利用者用に入念に選択したソフトウェア（エンド・ユーザ・ランゲージと呼ばれているもの）による効果が極めて大きい。

4.3 データベース概要

計画データ、操業データをセントラル・コンピュータに製鉄データ・ベースとして構築した。このデータ・ベースは大別すると、計画データ・ベース、原料データ・ベース、焼結データ・ベースおよび高炉データ・ベースで構成している。データの保存期間は最大6年間、そのボリュームは約300メガバイトである。Fig. 7に高炉データ・ベースの構造概要を示す。

5. 技術解析システムの利用事例

データ・ベースのデータをTSS (Time sharing system) 端末からアクセスできる領域に移し、エンド・ユーザー言語を使って対話方式で技術解析を実行する。このシステムを使って多くのソフト技術を開発しているが、その中で特徴的な例を以下に示す。

5.1 オア・ベッド品質推定モデル⁵⁾

鉱石のスタッキング順序、積付量、安息角および成分値より断面形状を求め、断面幅方向の成分を推定する。同時にダブル・ホイール型リクレーアで切り出した時のコンベア上の成分も推定する。Fig. 8に成分変動が大きい場合、Fig. 9に成分変動が小さい場合のシミュレート結果を示す。

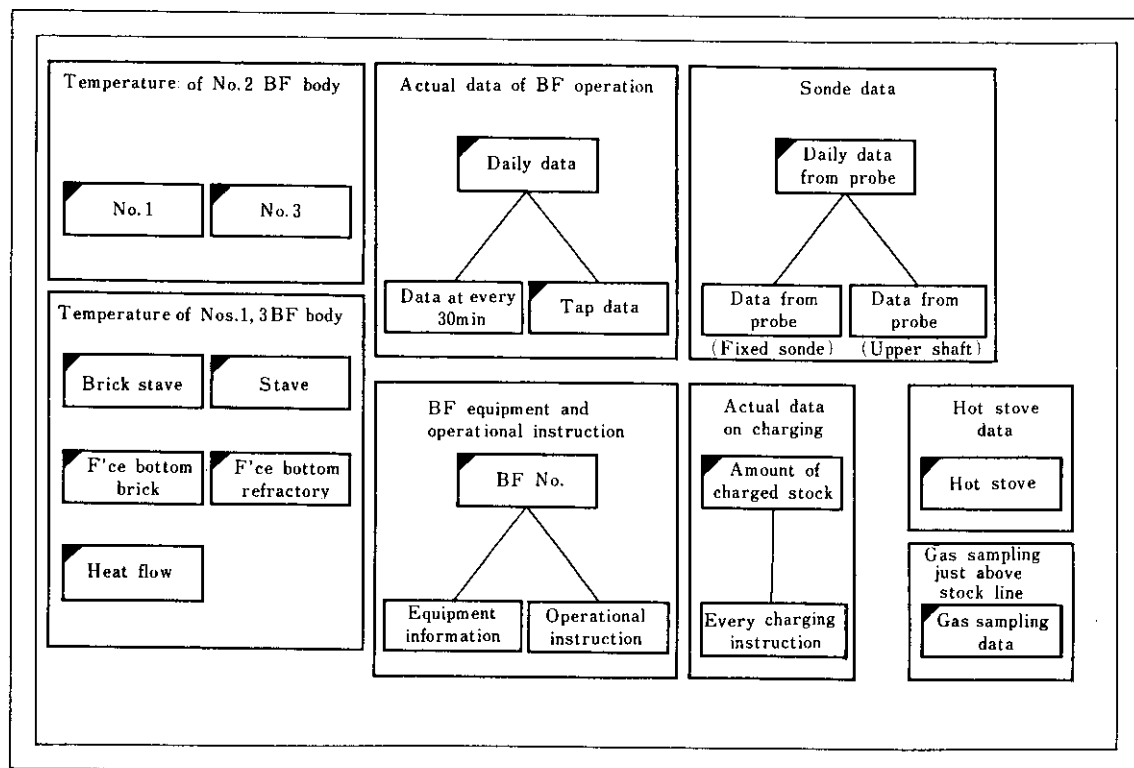


Fig. 7 Structure of data base for blast furnace

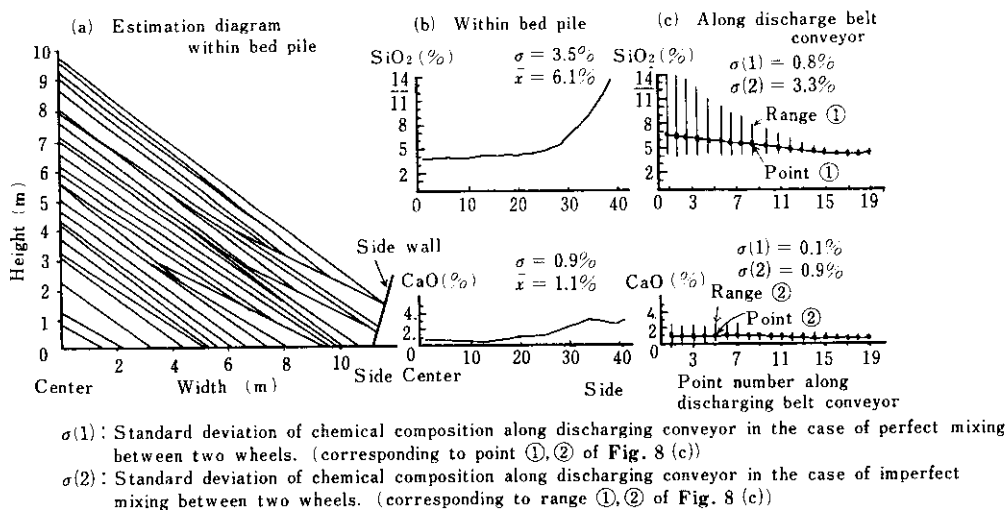


Fig. 8 Partially homogeneous bed

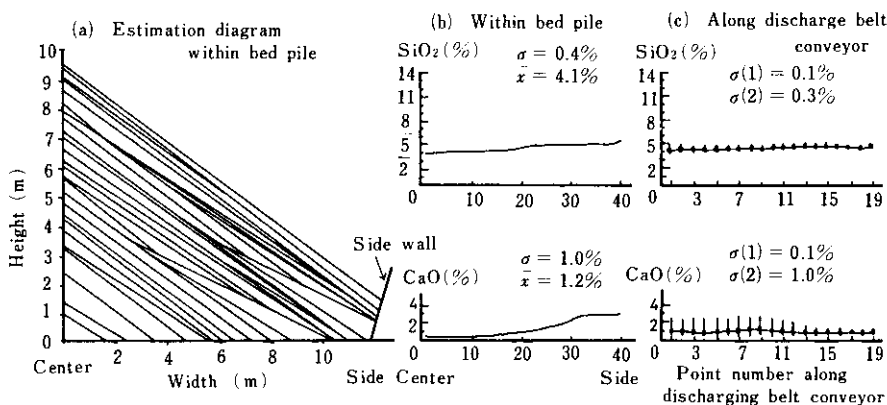


Fig. 9 Perfectly homogeneous bed

このモデルにより、配合計画時点でのオア・ベットの品質予測を行うとともに、積付中または積付完了時の品質をも把握し、スタッキング作業や焼結操業へのフィード・バック、フィード・フォワード管理を行う。

5-2 焼結の数式モデル

圧損計算に基づくいくつかのモデルを開発している。ここで例示する数式モデルは焼結層内の反応（コークスの燃焼、石灰石の分解、水分の蒸発）とガスと固体間の伝熱、固体の溶融と凝固反応に基づく物質、熱バランスを差分法で計算し、焼結層内のヒート・パターン、ヒートウェーブ、排ガ

ス温度パターン、赤熱帯形状を求めるモデルである。

Fig. 10 に赤熱帯形状と排ガス温度パターン、Fig. 11 にヒート・パターンとヒート・ウェーブのシミュレート結果を示す。この結果は、実際の焼結層内の熱履歴とよく一致しており、今後焼結操業への適用を計画している。

5-3 高炉操業設計モデル

高炉々内における酸素バランス、炭素バランスおよび熱バランスを連立して解くバランス・モデルであるが、実操業との連続性を維持するため二、三の統計処理による補正計算を行っている。この

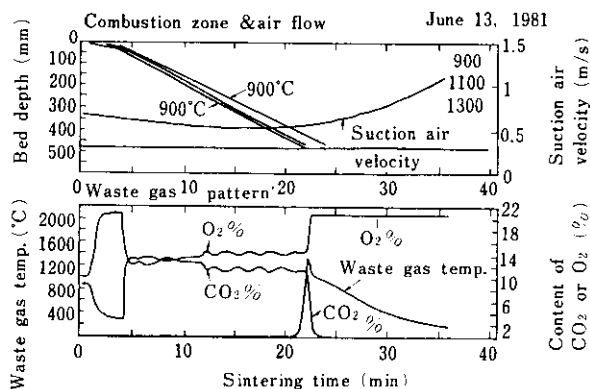


Fig. 10 An example of simulation results using sintering model

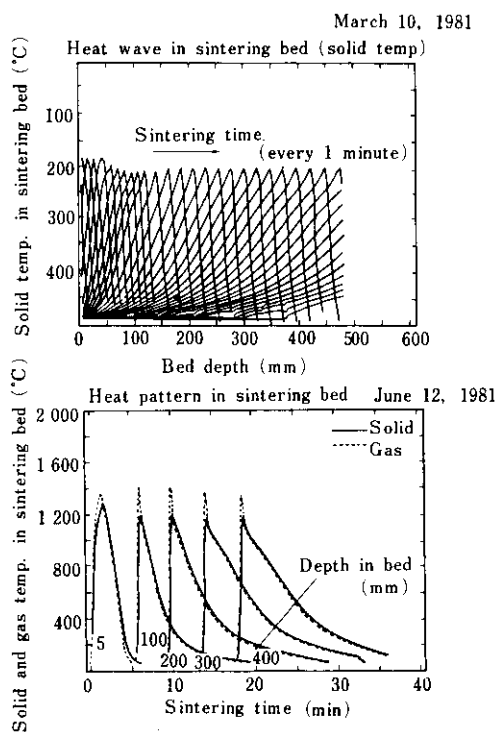


Fig. 11 Examples of heat wave and heat pattern simulated with sintering model

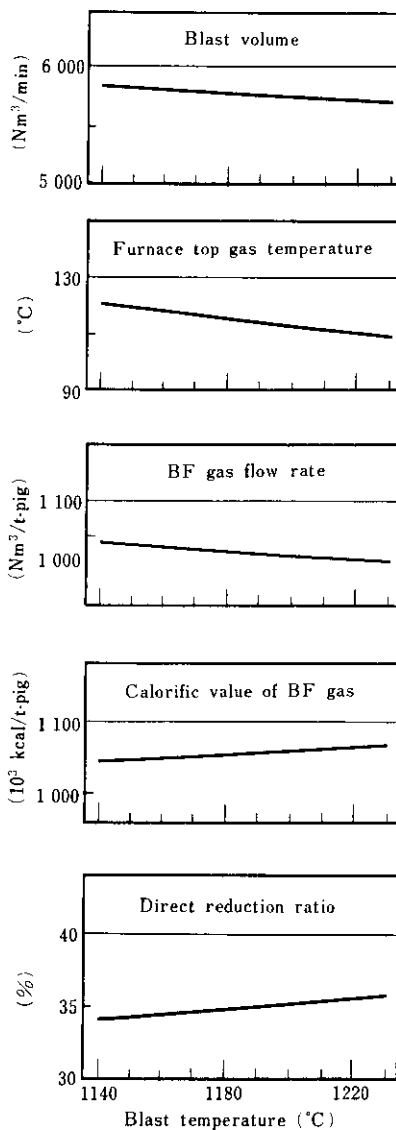


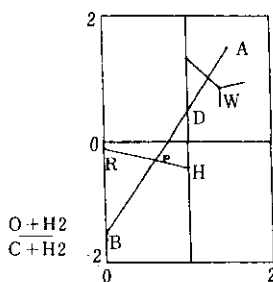
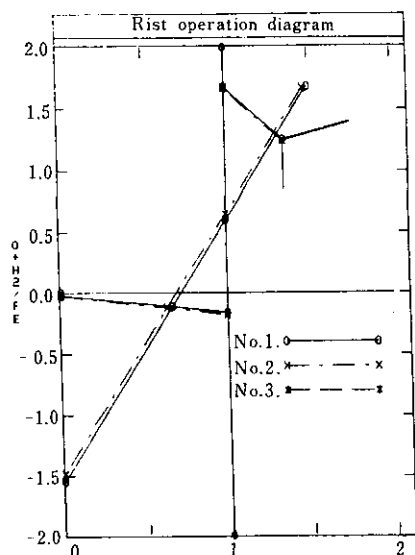
Fig. 12 Effect of blast temperature on various factors simulated for constant fuel rate of 470 kg/t

モデルを用いることにより、高炉の操作項目（すなわち、O/Cおよび複合送風条件）の選択に際し論理的な根拠を求めることができる。燃料比一定の条件下で送風温度を変化させた場合のシミュレート結果を Fig. 12～14 に示す。Fig. 14 の融着帯形状は多重同心円モデルを用いて推定している。

5.4 グラフィック情報サービス

データ・ベースから任意のデータを選択して各種の作画処理を行ない、グラフィック・ディスプレイに表示し、必要に応じてハード・コピーをとることができる。

Fig. 15 に第2高炉のグラフ表示メニュー画面とスキンプロー温度分布を例示する。



	A	D	P	B	R	H	W	INC
No.1.X	1.512	1.000	0.595	0.0	0.0	1.000	1.346	1.920
Y	1.585	0.682	-0.175	-1.318	-0.929	-0.274	1.160	0.0
No.2.X	1.499	1.000	0.582	0.0	0.0	1.000	1.346	1.917
Y	1.583	0.626	-0.175	-1.290	-0.929	-0.281	1.158	0.0

Fig. 13 An example of Rist's diagram simulated on the same condition as Fig. 12

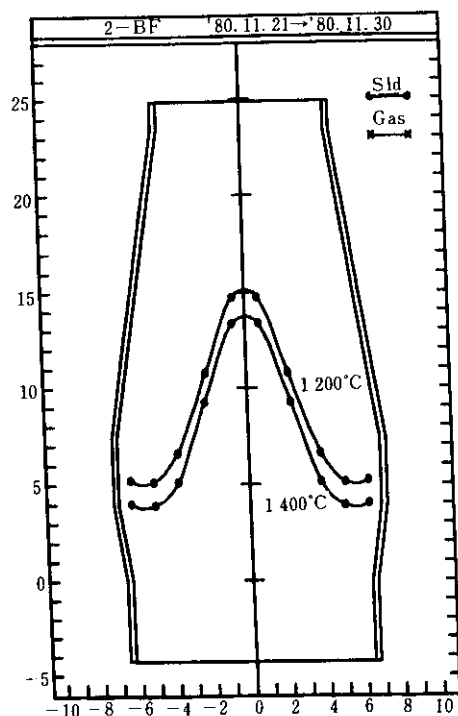


Fig. 14 Cohesive zone pattern simulated on the same condition as Fig. 12

KEY	GAREN NAME	KEY	GAREN NAME
1	OPERATION DATA (DAY,SHIFT)	15	ROTEI ONDO BUNPU (DAY)
2	OPERATION DATA 1 (30M)	16	ROTEI SOKUNEI TEMP(DAY)
3	OPERATION DATA 2 (30M)	17	ROTEI BRICK TEMP (30M)
4	OPERATION DATA 3 (TAP)	18	ROTEI BRICK TEMP (DAY)
5	ROCHO KOTEI SONDE (30M) NS	19	ROTEI STAVE TEMP (30M)
6	ROCHO KOTEI SONDE (30M) EW	20	ROTEI STAVE TEMP (DAY)
7	ROCHO KOTEI SONDE (DAY) NS	21	SUIIZ 1 (30M)
8	ROCHO KOTEI SONDE (DAY) EW	22	SUIIZ 2 (DAY)
9	SHAFT SONDE TEMP (4KAI)	23	SUIIZ 3 (TAP)
10	SHAFT SONDE TEMP (DAY)	24	SURFACE PROFILE OF BURDEN
11	SKIN FLOW TEMP (30M, DAY)	25	SONDE (SHAFT, KOTEI) (4KAI)
12	HAGUCHI FURVO (DAY)		
13	SHAFT ATURVOKU SUII (30M)		
14	SHAFT ATURVOKU SUII (DAY)		

99 CANCEL

REQUEST NO-

Request No.11 (Distribution of skin flow temperature)

2BF SKIN FLOW TEMP BUNPU

80-12-2

30 MIN

DAY

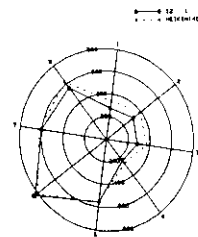
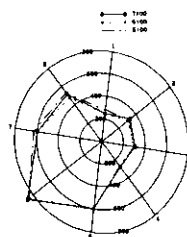


Fig. 15 An example of graphic displays of BF operational data

6. 今後の課題

製鉄システムの最終目標は高炉、焼結、原料処

理の各サブセンタを24時間体制で統括管理する、製鉄部コントロール・センタ構想の実現である。センタの主な機能は、①生産計画と操業実験計画のフォロー、②製鉄部内各工場間の物流、品質管

理, および③データ管理を行なうことである。この重要課題は今後段階的に開発を進めていく予定である。

6. 結 言

水島製鉄所における製鉄部内の, 総合情報システム化への考え方とその第1期システムの概要について述べた。

今回のシステム開発は総合化への第1歩であり, システム内容の粗密はあるものの原料処理, 焼結,

高炉の各プロセスを包含するものである。

ひきつづいて, 第II期システムの開発に着手しシステムの範囲や内容の拡充を図っていく予定である。

この報文が, システム部門とライン部門の協力のあり方や, エンド・ユーザーのオープン利用体制の促進にいささかでも寄与するところがあれば幸いである。最後に当システムの計画当初において, 多くの優れた助言と適切な指導をいただいた日本アイ・ビー・エム(株)の関係各位に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) D, MOLLEN: "EN Narrowing the gap", DATAMATION (USA), 26 (1980) 5, 195
- 2) L, SECRIST: "How to keep users happy and keep your sanity", COMPUT DECIS (USA), 12 (1980) 2, 93
- 3) 岡部ら: 川崎製鉄技報, 11 (1979) 1, 1
- 4) 板谷ら: 鉄と鋼, 65 (1979) 11, S564
- 5) 山名ら: 鉄と鋼, 67 (1981) 4, S99