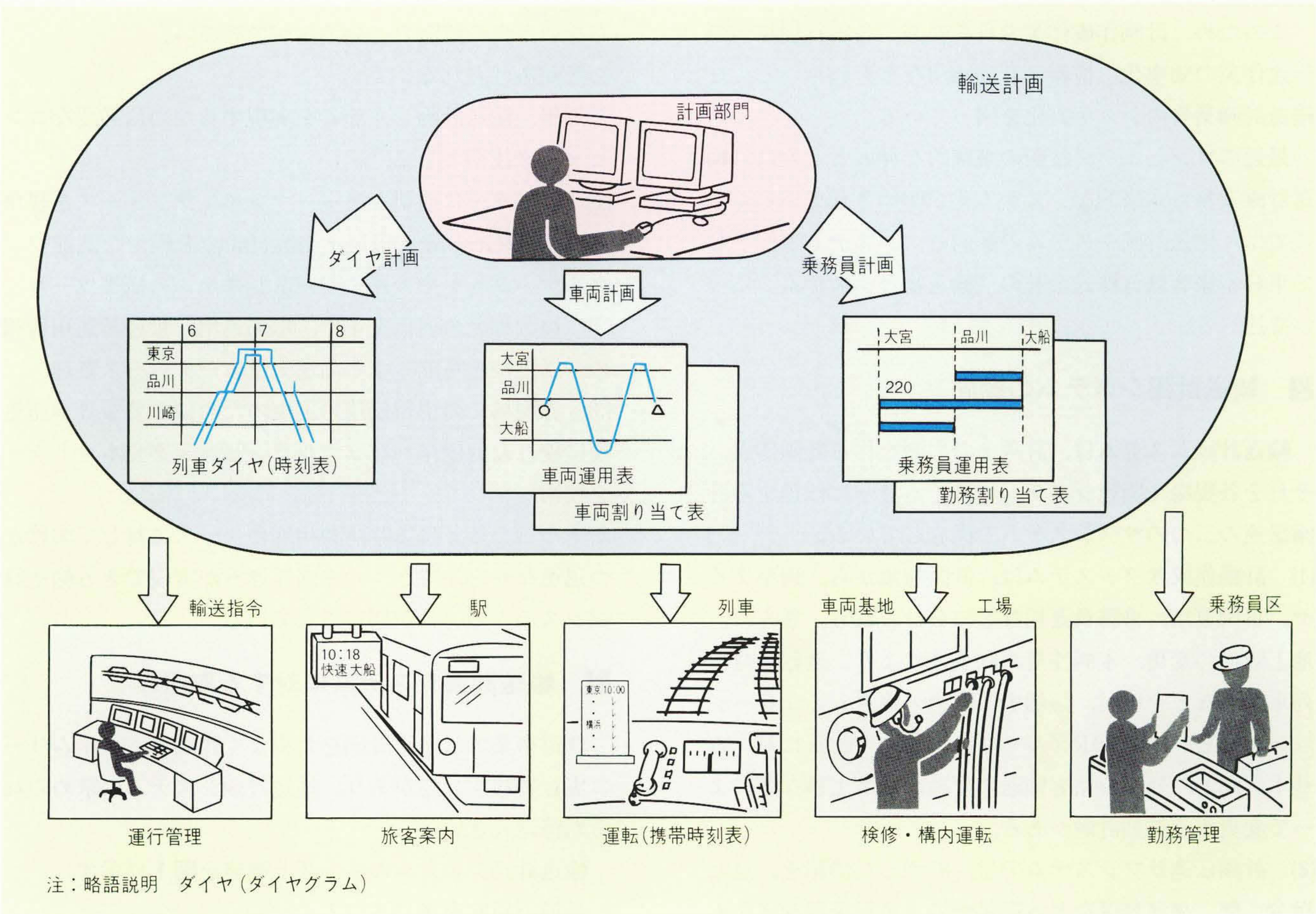
最新の鉄道輸送計画システム

Support of System Construction for Train Schedule Management System

石丸雅之* Masayuki Ishimaru　仁木晴久*** Haruhisa Niki
山田卓美** Takumi Yamada　安田佳孝*** Yoshitaka Yasuda



輸送計画システムの概要　鉄道会社では，列車ダイヤ，車両・乗務員計画によって安定した鉄道輸送を実現している。

鉄道会社では，鉄道利用者のニーズにすばやく柔軟に対応し，輸送事業運営の高効率化を実現するために，輸送計画業務のシステム化を推進している。

計画作成ではワークステーションによる自動提案・調整機能を持ったダイヤ(ダイヤグラム)作成支援機能により，作成期間の短縮，作成の効率化を指向している。

また作成された計画を，駅や乗務員区などの列車運行に携わる関係部署へ効率よく，タイムリーに伝達する仕掛作りが必要とされている。

輸送計画で作成された列車ダイヤ，車両・乗務員運用計画は，列車制御を行う運行管理や保守作業計画など鉄道輸送業務の基本情報であり，これら計画情報のデータベース化を核として，輸送管理トータルシステムの構築が進みつつある。

日立製作所は，今までのノウハウと最新のシステム構築技術，コンピュータ技術により，各鉄道会社のさまざまなニーズに合ったシステムの支援，製作を可能としている。

* 株式会社ジェイアール東日本情報システム システム第3部　** 日立製作所 システム事業部　*** 日立製作所 情報システム事業部

1 はじめに

鉄道会社では，列車ダイヤ(ダイヤグラム)，車両運用，運転士・車掌運用の計画に基づいて列車を運行する。この計画作成は，専門家のノウハウを生かした作業であり，多大な時間や手続きを要している。

このため，計画作成作業の負荷軽減，各実行現場への伝達作業の効率化，情報の有効活用などをねらいとした輸送計画業務のシステム化を図っている。

最近のコンピュータ技術の飛躍的な発展とともに，輸送計画業務も本格的なシステム化が開始されている。ここでは，輸送計画システムの動向と，システム事例として東日本旅客鉄道株式会社の「輸送総合システム」について述べる。

2 輸送計画システムの動向

輸送計画システムは，計画そのものを作る計画作成，それを各現場や関連システムにタイムリーに伝達する計画伝達の二つのサブシステムで構成している。

(1) 計画作成サブシステムは，計画対象から，列車ダイヤ，車両運用，乗務員運用などに分けられる。さらに，地上設備の変更，車両性能の向上等により，運転時分や列車時隔などを検討，評価するための輸送シミュレーションがある。特に，JRグループにはダイヤ改正に対する基本計画と，日々の旅客輸送の変動，線路工事などによって変更する波動計画がある。

(2) 計画伝達サブシステムでは，計画した情報を，運転指令，駅，乗務員区などへ提供する。運行管理システムが導入されていれば，列車進路制御情報，列車ダイヤ図の基情報に使われる。また，車両割り当て，検査修繕のために車両基地などへ車両運用情報の提供を行う。乗務員についても，勤務の割り当て指定，点呼簿などの作成のため，運転区，車掌区へ運用情報の提供を行う。

従来，輸送計画業務のシステム化は強く要望されていた。しかし，当初は駅間運転時分計算，基本ダイヤ作成などの部分的な業務に導入されたり，運行管理システムの進路制御情報を作成するためのダイヤ管理のシステム化から始められた。

また，トータルシステムを指向したシステム化は，運営がその線区だけでクローズしており，線路，駅の配線がシンプルで列車の種類も少ない新幹線[1]，公営地下鉄[2]で実現されている。

輸送計画システムを実現するうえでの課題として，

(1) 計画作成では，専門家のノウハウを取り入れたシステムの実現，あるいは支援できるシステムが必要である。

(2) 複数線区を運営する鉄道会社では，車両運用や乗務員運用が複数線区にまたがるため，単一線区だけをシステム化してもあまり効果がない。

(3) 現場への情報伝達までを含めたシステムの実現を図らないと真の情報の有効活用ができない。

などがあげられる。

近年，輸送計画システムを実現するために必要なコンピュータ技術として，

(1) ユーザーに適切なヒューマンインタフェースを提供するGUI(Graphical User Interface)を備えた高速ワークステーションやエキスパートシステムの構築ツール

(2) 複数線区の列車ダイヤ，車両運用，乗務員運用情報の一括処理を可能とする高速大量データベース処理

(3) 各現場での情報伝達の実現のために必要な日本語処理に優れた低価格パーソナルコンピュータやネットワーク技術

がそろったことにより，利用客のニーズに対して柔軟かつ迅速な対応ができ，効率的な運営が実現できる輸送計画システムの導入が期待されている。

3 輸送計画システムに対する取組み

鉄道事業では輸送計画を効率よく作成し，タイムリーに実行に移す必要があり，輸送計画システムに求められる期待は大きい。

輸送計画システムのニーズと機能を**図1**に示す。

最近の傾向を次に述べる。

(1) ヒューマンインタフェースの向上

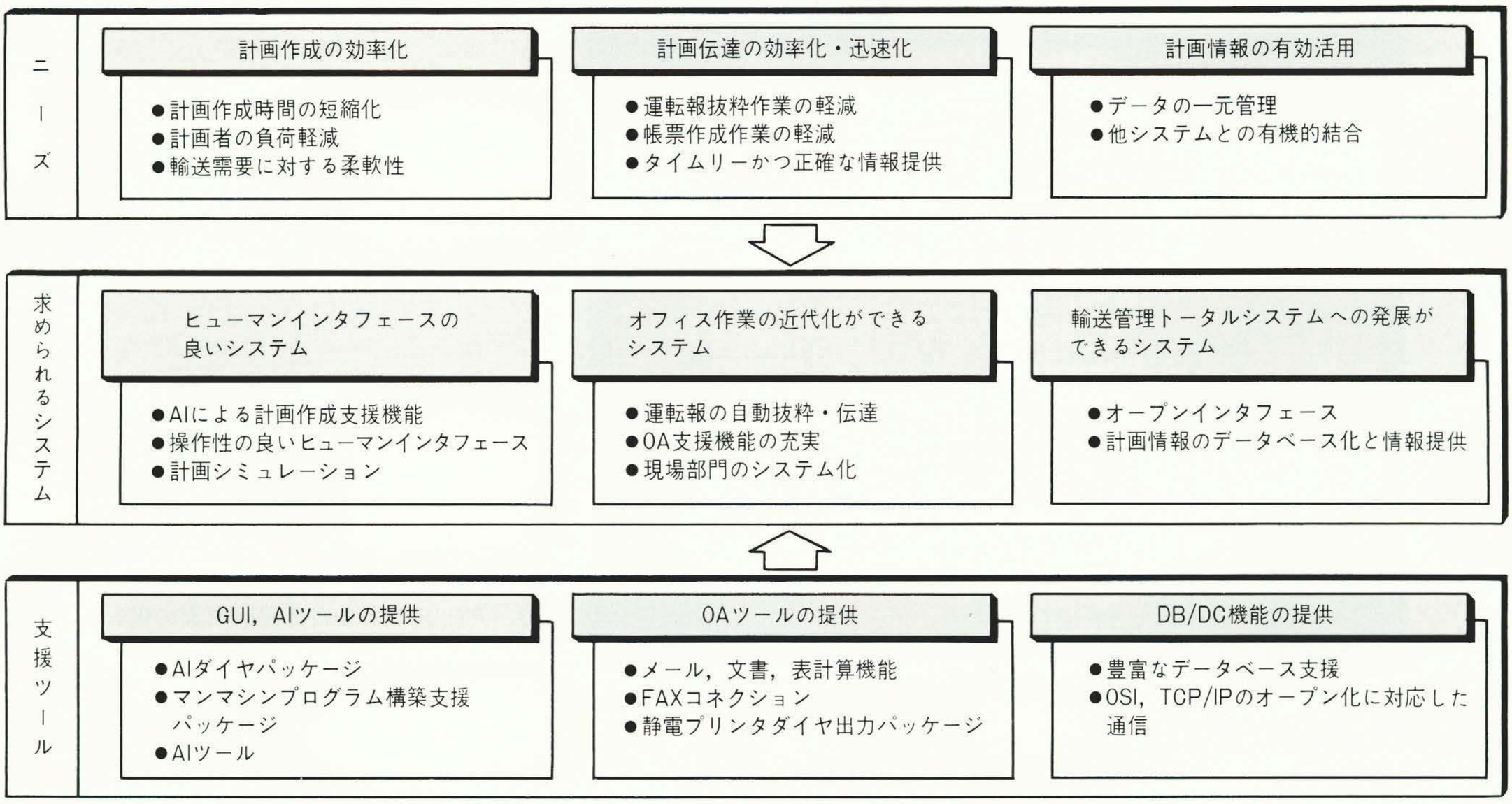
列車ダイヤ図など1枚の帳票に多くの情報を詰め込み運用している。これらの帳票を画面上に実現し，計画作成者の負荷を軽減する視認性・操作性の良いヒューマンインタフェースを備えたGUIツールの提供が求められている。

また，輸送需要への柔軟性，計画作成時間の短縮化を推進するため，計画の半自動作成やシミュレーションによる最適化を支援するAIツールの提供が求められている。

(2) オフィス作業の近代化

JRグループでは波動計画での変更情報は運転報と呼ばれ，必要のつど関係個所に配布され，各部門で自部門に関連する情報を抜粋して作業を行っている。

このため，輸送計画の変更点を自動的に抜粋し，関係部署へ伝達する技術や現場作業のOA化を推進するOA



注：略語説明　GUI (Graphical User Interface)，DB (Database)，DC (Data Communication)，OSI (Open System Interconnection)，TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

図1　輸送計画システムのニーズと機能　輸送計画システムには，計画作成および計画伝達業務の効率化，計画情報の活用が求められている。

支援ツール・技術の提供が求められている。

(3)　輸送管理トータルシステムへの発展

輸送計画情報は，鉄道会社の基幹情報であり，運行管理システムや販売系システム，保守作業計画システムなどへの情報提供が必要である。

このため，情報を一元管理するデータベースマネージャの提供，メーカーを選ばないオープンな接続ができる通信システムの提供が求められる。

日立製作所は，次に述べる各種ツール・機能により，業務運用形態に合った輸送計画システムの構築支援を行っている。

(1)　GUI，AIツールの提供

AIダイヤ作成パッケージは，ワークステーション上で動作し，画面上にダイヤ図イメージでダイヤの作成を行う。例えば，各種チェックによって列車すじに支障があった場合，エラー表示を出すことも自動的に列車すじを移動することもできる(**図2**参照)。また，ES/KERNEL (Expert System/KERNEL)などのAIツールにより，専門家のノウハウを生かしたシミュレーションや自動化システムが容易に構築できる。

PANEL(Panel)，UIBT(User Interface Building Tool)，PNLUP(Panel Control of User Program Package)は，キャラクタ画面のほか，線路図(**図3**参照)や運用表などの図形・グラフ画面作成を行う画面開発支援ツールであり，ユーザープログラムを容易に作成でき，豊富な画面制御機能によって使いやすいマンマシンシス

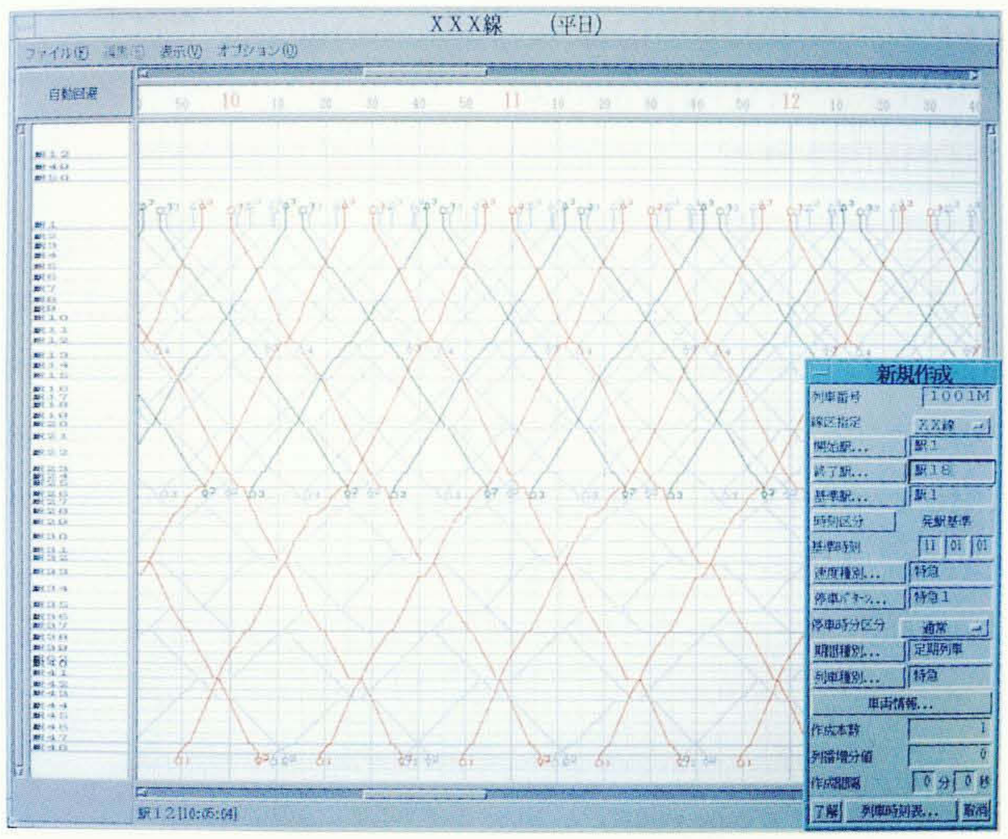


図2　AIダイヤ作成支援パッケージの画面例
ワークステーション上でのダイヤ自動提案，合理性チェックによってダイヤの作成を支援する。

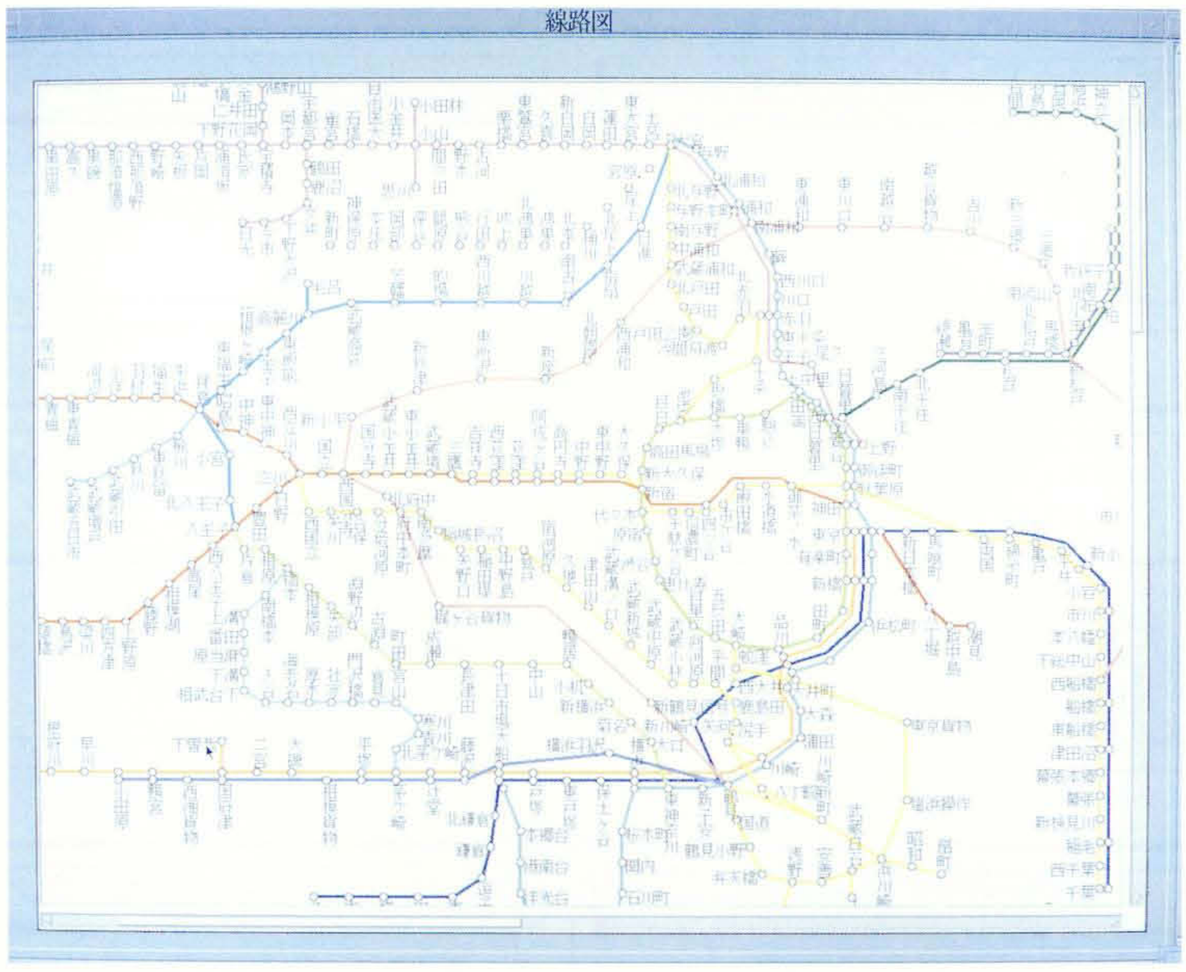


図3 PNLUPを用いた線路図画面の例
複雑な画面を簡単な操作で作成できる。

テムが構築できる。

(2) OAツール

HOAP (High-level Object Management and Processing) シリーズ，OFIS (Office Automation and Intelligence Support Software) シリーズの豊富なOA機能により，本社・支社の計画者間でのメールサポート，運転報の文書化および現業機関への情報伝達，データベース情報の表計算ソフトへの取り込みなどができる。また，端末機器がない現場とはファクシミリによる情報提供をシステムが行うFAXコネクション機能がある。

(3) DB/DC機能の提供

メインフレーム上のデータベースマネジメントシステムであるXDM (Extensible Data Manager) をはじめ，ORACLE※1)，UNIFY2000※2)，INFORMIX※3)など豊富なDBMSをサポートしており，規模に応じたデータベースシステムの構築が可能である。

また，DCCM 3 (Data Communication Control Manager 3)，BeTRAN (分散オンライントランザクションマネージャ) などの通信機能はOSI (Open Systems Interconnection) やTCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) のプロトコルサポートをしており，オープンなシステムの構築を支援する。

4 システム事例

列車ダイヤ，車両運用，乗務員運用などの計画作成から現業機関での実施に至る一連の業務をシステム化し，全社に展開しているトータルシステムの事例として，東日本旅客鉄道株式会社の「輸送総合システム」[3]について述べる。

4.1 輸送総合システムの概要

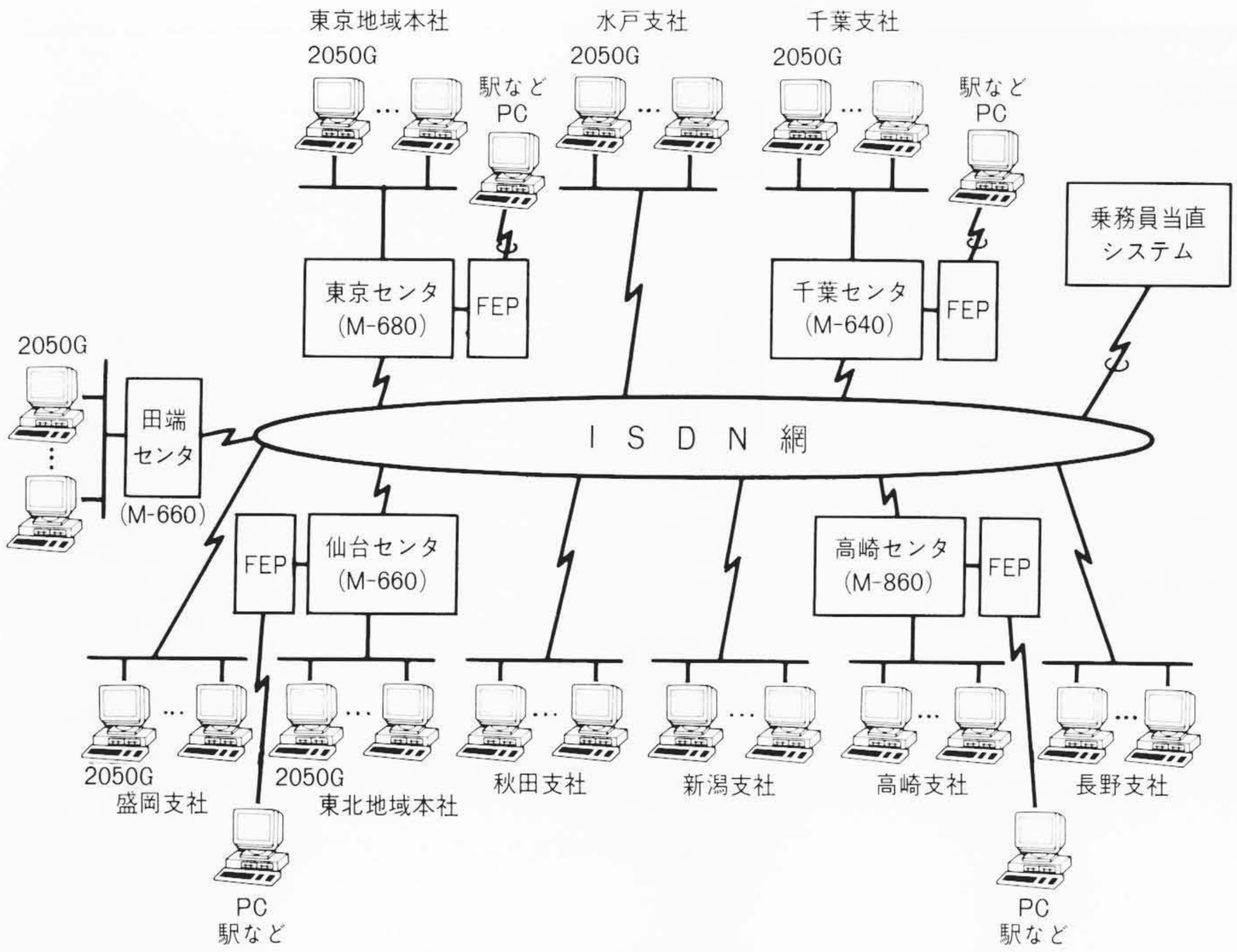
従来，列車ダイヤ，車両運用，乗務員運用などの計画作成，計画内容の現業機関への伝達，現業機関での運転報の抜粋・転記・照合作業，および実績の集計作業は手作業で行っていた。

それに要する手間と時間を省き，精度を向上させるため，輸送総合システムは計画作成を効率的に行えるように支援し，計画された情報をデータベースによって一元管理するとともに，駅や乗務員区所などの現業機関に必要な情報を効率的に伝達することにより，輸送業務の近代化に大きく貢献している。

輸送総合システムの全体構成を**図4**に示す。

システム構成として，東京，千葉，仙台，高崎の各計算機センタには情報をデータベース管理するホスト計算機と駅などに設置されたパーソナルコンピュータへの情報伝達を行うFEP (Front End Proccessor) を，各地域本

※1) ORACLEは，米国オラクル社の登録商標である。
※2) UNIFY2000は，米国ユニファイ社の登録商標である。
※3) INFORMIXは，米国インフォミックス社の登録商標である。



注：略語説明
PC (Personal Computer)
FEP (Front End Processor)
ISDN (Integrated Services Digital Network)
2050G (ワークステーション2050G)
M-640 (中・小型汎用コンピュータHITAC M-640)
M-660 (大型汎用コンピュータHITAC M-660)
M-680 (大型汎用コンピュータHITAC M-680)
M-860 (大型汎用コンピュータHITAC M-860)

図4　輸送総合システムの全体構成
輸送総合システムは，東日本旅客鉄道株式会社の全社に展開され，ネットワークによって情報の共有化を行っている。

社・支社には計画作成用のワークステーションを，乗務員区所にはオフィスコンピュータシステムをそれぞれ設置している。これら各装置間の通信はOSI接続を採用しており，田端センタでネットワークの集中監視を行っている。

輸送総合システムの概要を**図5**に示す。

輸送総合システムは，列車運転の計画作成を支援する計画作成システム，作成された情報をデータベース管理し現業機関への伝達を支援する計画伝達システム，列車運転の実績をデータベース管理し統計処理などを支援する実績把握システム，車両管理情報をデータベース管理し車両検修業務などを支援する車両管理システムの四つのサブシステムで構成している。計画伝達システムでは，運転士・車掌への帳票を作成したり勤務管理を行う乗務員当直システムへの伝達，案内放送や保線作業を行う駅や保守区への伝達，列車制御を行う運行管理システムへの伝達などを行っている。

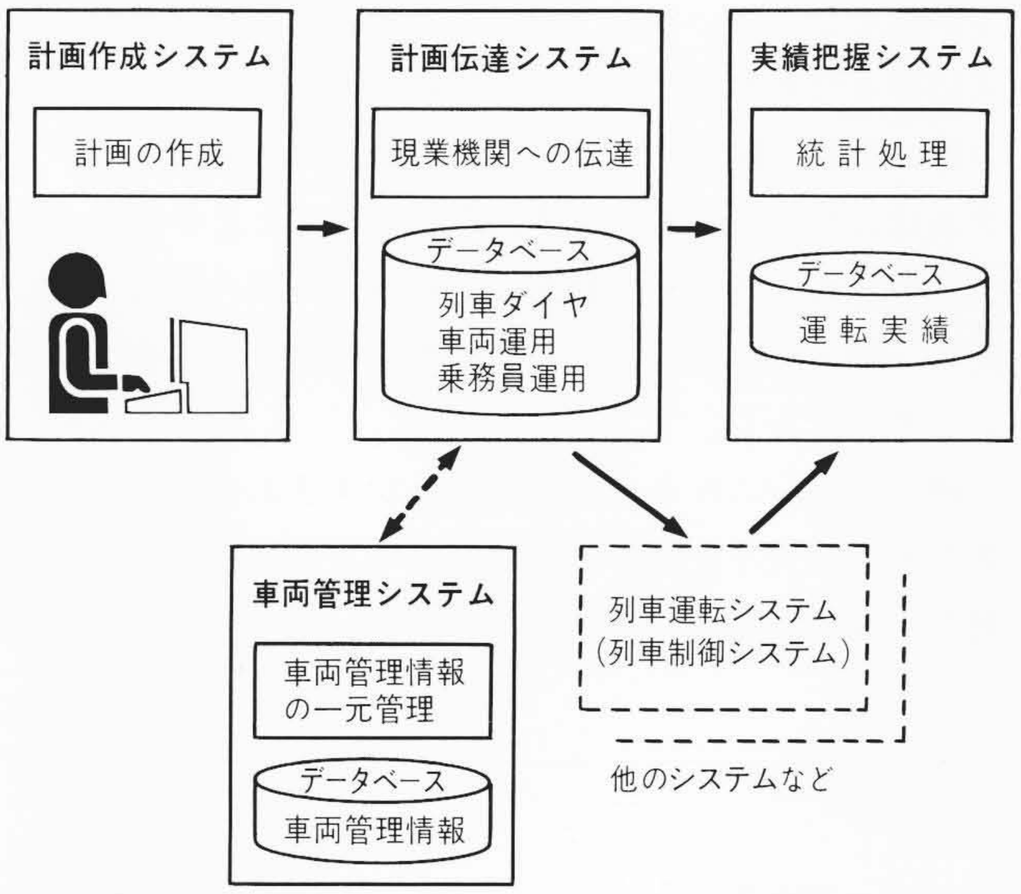


図5　輸送総合システムの概要
輸送総合システムは，計画の作成，伝達，実績把握など鉄道輸送計画業務をトータル的に支援している。

4.2　輸送総合システムを支援する日立製作所の対応

輸送総合システムでは，ホスト計算機に大量データの処理・管理が容易な汎用コンピュータHITAC Mシリーズを採用し，本社・支社端末にエンジニアリングワークステーション2050Gシリーズを導入している。

このシステムの主な特徴について以下に述べる。

(1)　オープン化を推進するため，OSI手順を採用し，乗務員区所システム，駅伝達FEPシステムの他メーカー製品と接続する。また，日立製作所の製品であるホストとワークステーション間もOSI手順を採用している。

(2)　運転報原稿(帳票)を計画者が，ワードプロセッサ機能(OFIS-REPORT)を利用して追加・修正できるように，文書データベースに編集出力する。

(3)　駅設備データ，基準運転時分データなどの定数データを，データ管理者が容易に操作できるようにデータをリレーショナルデータベース〔XDM/RD(Extensible

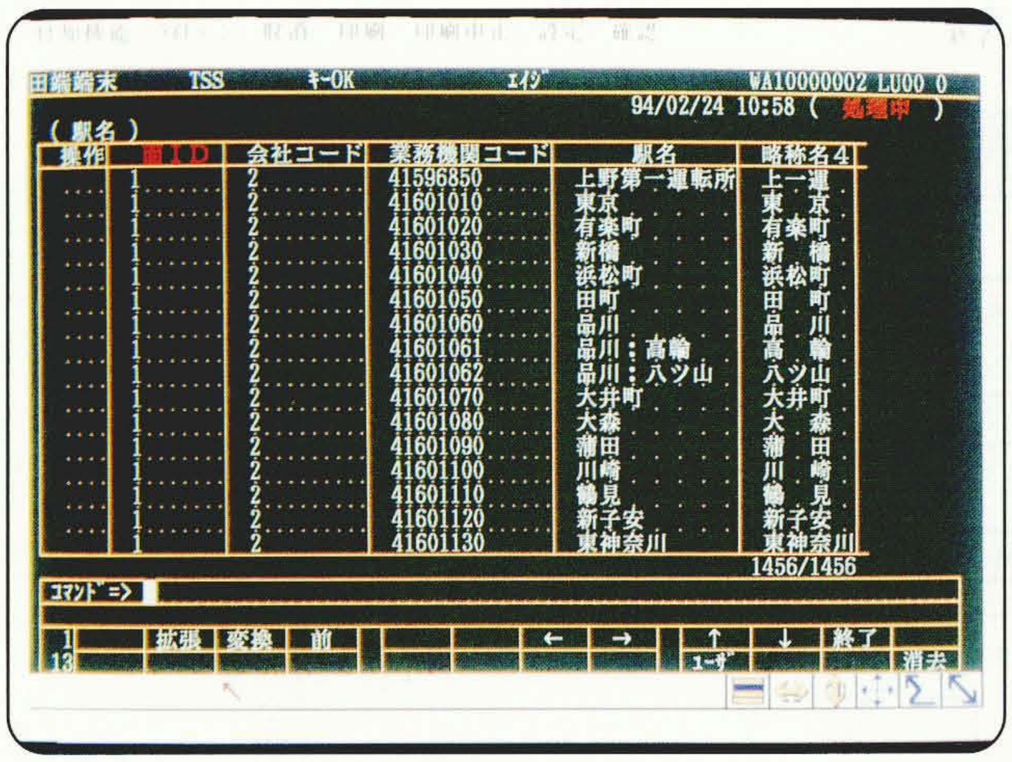


図6 ACE 3を利用した基礎データの画面例
基礎データは，ACE 3の画面から入力し，リレーショナルデータベースで一元管理される。

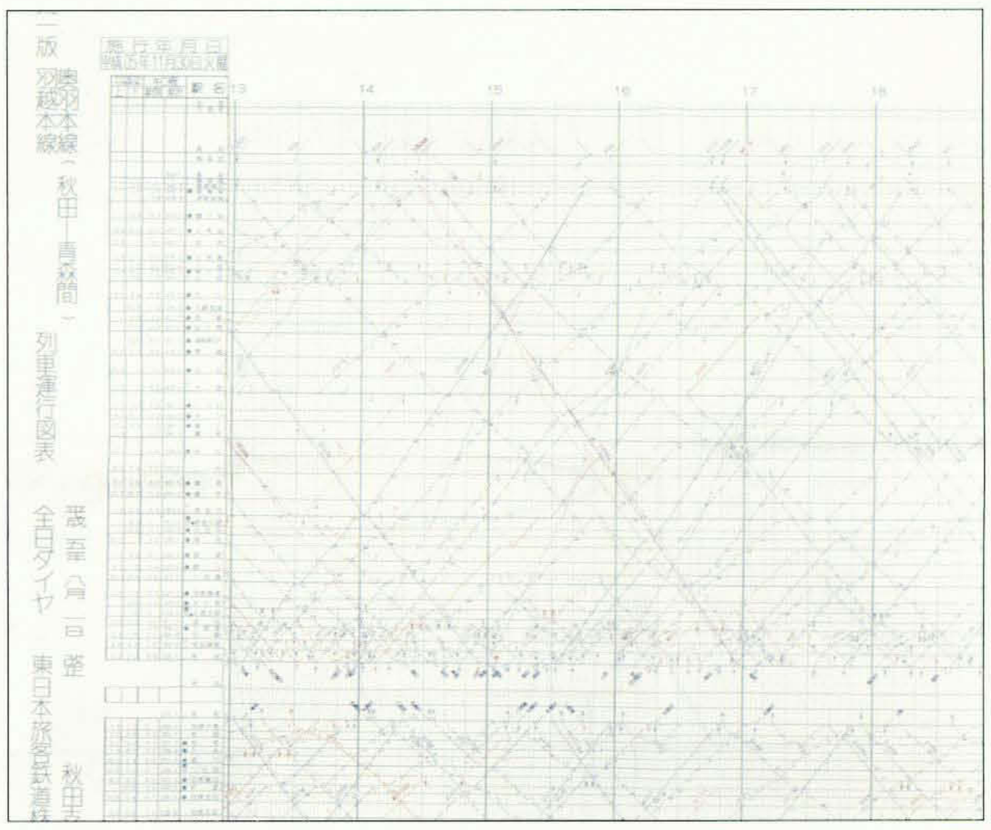


図7 列車運行図表の静電プリンタ出力例
ダイヤ図の出力パターンごとに駅の表示位置やキロ程，列車の種別による色の指定がパラメータで行える。

Data Manager/RD)〕で管理し，データベース簡易操作で登録・修正するACE 3 (Available Command language for Endusers 3)を採用した。

ACE 3の画面例を**図6**に示す。

(4) グラフィックディスプレイへのダイヤ図出力は，データの表示条件(例えば特急，普通の種別)ごとに面として編集し，100面を超えるデータを迅速に描画できる拡張CGI (Computer Graphics Interface)機能を採用した。また，静電プリンタに各種ダイヤ図をパラメータに従って編集出力する。

列車運行図表の静電プリンタ出力例を**図7**に示す。

(5) ユーザー要望による画面の作成変更が容易にできるように，PANEL機能を採用した。PANELは，OFIS-REPORTで作成した入出力画面イメージの文書に属性を与え，画面を自動生成する。

また，画面制御，カーソル制御，入出力制御はPNLUPの機能で簡単な定義によって行う。

(6) プログラムの配布，ネットワーク監視を田端センタで一括管理するため，NETM (Integrated Network Management System)を採用した。

(7) 効率的な開発，保守を行うために，システム開発に日立製作所の統合CASE (Computer Aided Software Engineering)であるEAGLE 2 (Effective Approach to Achieving High Level Software Productivity 2：ホスト型開発支援システム)，およびSEWB (Software Engineering Work Bench：ワークステーション型分散開発支援システム)を活用した。特に鉄道用語辞書によるデータ項目の標準化により，保守ドキュメントの自動出力を行っている。

5 おわりに

列車ダイヤは，鉄道事業の商品そのものである。テンポが速くなっている時代の流れに対応し，利用者のニーズに合った列車ダイヤをいかに計画できるかが鉄道事業全体の重要な鍵(かぎ)である。このため，輸送計画システムはこれまで以上に重要になっていくと思われる。

今後とも，各鉄道会社をはじめ関係方面の指導を得ながら，輸送計画業務のシステム構築の技術開発を進めていく考えである。

終わりに，これまでに関連するシステムの技術開発にあたり，多大なご指導とご協力をいただいた関係各位に対し，深謝する。

参考文献

1) 関，外：東海道・山陽新幹線新運転管理システム「コムトラック」，日立評論，**70**，7，703～708(昭63-7)
2) 門野，外：最近の運行管理システム，日立評論，**73**，3，281～288(平3-3)
3) 水上，外：東日本旅客鉄道株式会社における輸送総合システム，日立評論，**73**，6，601～606(平3-6)