

# 博多新幹線コムトラックにおける運転整理システム

## Planning and Reorganizing System of Train Schedule for Hakata Shinkansen COMTRAC

日本国有鉄道新幹線では、従来から電子計算機による運転管理が行なわれてきた。しかし、最近ますます多様化する輸送事情、及び博多への新幹線線区延長に際し、これに対処できる新システムの開発が切望された。

新幹線運転管理システム(コムトラック)における運転整理サブシステムは、進路制御サブシステムの後方支援システムとして、当日ダイヤの作成、運転整理とそれに伴う各種マンマシン処理、指令、及び遅延情報の伝達を主な業務としている。

このシステムは2台のHITAC 8450から構成され、その特徴であるマンマシンインタフェースには、グラフィックディスプレイ装置を使用し、進路制御サブシステムとはデータ交換制御装置で結合され、国内ではトップレベルの本格的マンマシンシステムを実現している。

高橋 薫\* *Kaoru Takahashi*  
 小堀雄三\*\* *Yūzō Kobori*  
 名内泰蔵\*\*\* *Taizō Nauchi*  
 高井憲彦\*\*\* *Norihiko Takai*  
 広沢準一\*\*\* *Junichi Hirose*  
 吉村浩二\*\*\*\* *Kōji Yoshimura*

### 1 緒言

日本国有鉄道(以下、国鉄と略す)新幹線運転管理システム・略称コムトラック[Computer Aided Traffic Control System: COMTRAC(コムトラック)]の運転整理サブシステム(EDP系と略す)は、プロセス制御を行なう進路制御サブシステム(以下、PRC系と略す)の後方支援システムとして、基本ダイヤの作成、実施計画、車両割当による当日ダイヤ作成業務、列車追跡による実績データの確保と遅延伝達、及び計画変更発生時の現場への指令伝達業務等を行なっている。またEDP系の中心的業務として、オンラインシミュレーションによる列車の運行予測、及び整理案ダイヤの作成と承認業務とがある。

これらの各機能は、グラフィックディスプレイ(以下、GDと略す)を介して使用者(指令員)と有機的に結合され、本格的なマンマシンシステムを構成している。

またこのようなEDP系の業務が、円滑、且つ十分な信頼性をもって行なわれるよう、システムの構成及びプログラム処理方式上、種々の配慮が払われている。

### 2 EDP系のシステム構成

EDP系は各業務の性格上、実施計画系と運転整理系の二つの系に大別される。前者は基本ダイヤの作成、毎日の計画ダイヤの作成、統計資料の作成など、バッチ的処理を対象とする。一方後者は、PRC系と結合して列車追跡を行ったり、GDを利用した運転監視や整理案ダイヤ作成業務、更に現場端末へのオンライン伝達などの、即時性、同時性、及び優先制御を必要とする処理を対象とする。そのため、これら二つの系にそれぞれHITAC 8450中央処理装置(以下、CPUと略す)を1台ずつ割り当て、実施計画系は運転整理系ダウン時のバックアップ計算機も兼ねるスタンドバイ方式とした。

CPUはコア容量1MB(1,048Kバイト)であり、外部記憶装置として磁気ドラム(4.5MB)2台、磁気ディスク(29MB)9モジュール、磁気テープ8デッキをもつ。このうち磁気ドラム記憶装置は、運転整理系のオンラインファイルとして二重系とし、システムダウン時のフォールバック性能を上げている。

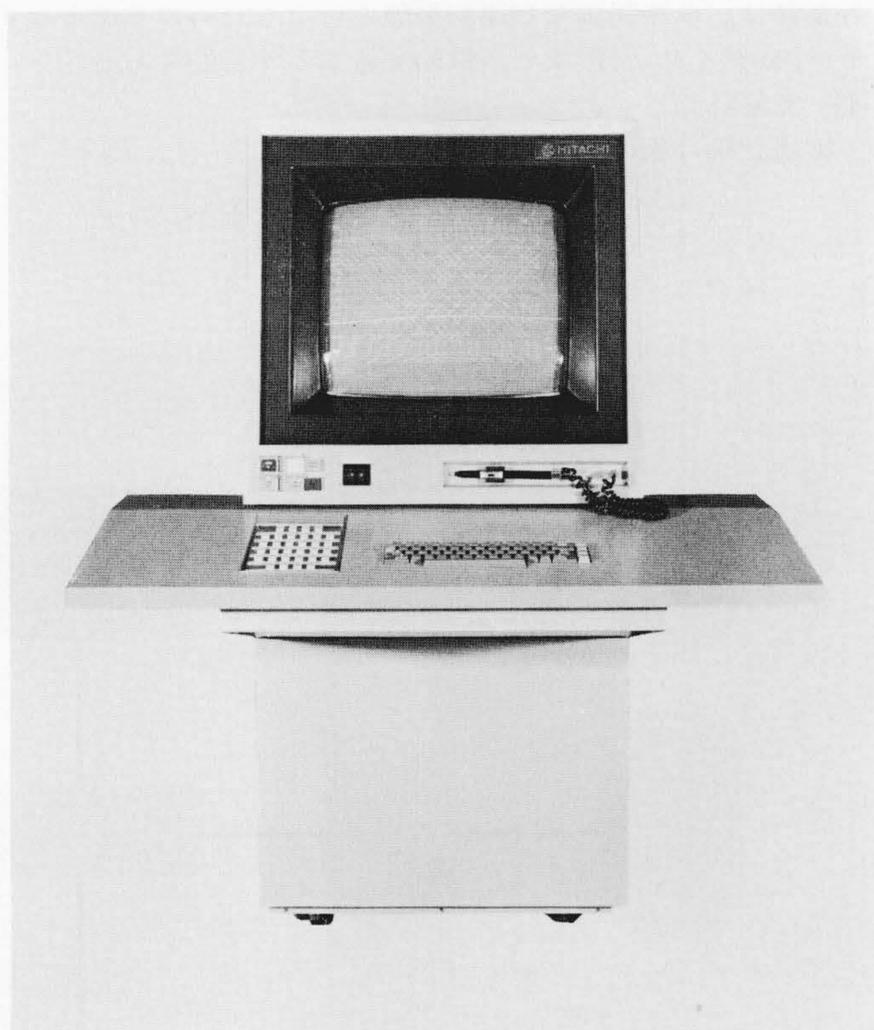


図1 グラフィックディスプレイ装置 コムトラックシステムを人間と結びつける装置として、付属のライトペン、ファンクションキーによる各種マンマシン処理を行なう。

指令員と電子計算機のマンマシン処理には、図1に示すような、21in(30cm×40cm)のGDを3台使用し、ファンクションキー、ライトペンにより各種モニタや入力操作が実行できる。GDは英数字、片仮名文字など255種類のキャラクタと任意の図形を3段階の輝度で表示でき、実線、点線、破線、及び一点鎖線各ラインの発生も可能である。また指示図形(又はキャ

\* 日本国有鉄道東京第二電気工事局東京新幹線電気工事所 システム3科長  
 2科長 \*\*\* 日立製作所ソフトウェア工場 \*\*\*\* 日立製作所神奈川工場

\*\* 日本国有鉄道東京第二電気工事局東京新幹線電気工事所 システム

ラクタ)のプリンク機能も備え、込み入った図形のライトペン操作も誤りなく行なえるようになっている。14 inのサブディスプレイ装置(以下、SDと略す)は、GD上の図形に対する詳細モニタ用として、各GD対応に3台使用する。SDは7色(赤、緑、青、黄、白など)のカラー表示が可能で、最大640字の表示ができる出力オンリーの装置である。SDにモニタされた内容は、付属のタイプライタ(以下、TWと略す)にハードコピーが取れるようになっており、このTWには各GDでの作業、及びPRC系のファイル変更情報も出力される。GDは運転整理系に2台、実施計画系に1台を定位とするが、GDダウンあるいは作業量により、運転整理系に3台まで接続可能となっている。伝達用には半二重通信方式を採るDT型汎用端末装置を81台設置している。EDP系のハードウェア構成を図2に示す。

**3 EDP系の主な業務**

EDP系の業務は、当日ダイヤの作成業務、運転整理業務及び伝達業務に大別される。以下、それぞれの業務の流れと相互関係とにつき述べる。

**3.1 当日ダイヤの作成業務**

コムトラックにおける実施計画、車両割当、ダイヤ切替の各業務は、進路制御及び運転整理を行なうための基準となるデータ(ダイヤ)を作成し、供給することが目的である。

**(1) 実施計画**

実施計画は次の五つの処理に大別される。

- (a) 1年に2回ほど行なわれるダイヤ改正時に決定された基本ダイヤを、ディスクファイルとして作成する基本ダイヤファイルの作成処理(入力はカードである)。
- (b) 基本ダイヤファイルに対する日々の変更データ(局達と称する)の入力、チェック、変更を行なう局達ファイル作成処理(入力GDを使用する)。
- (c) 基本ダイヤファイルと局達ファイルにより、日々の実施ファイルを作成する実施ファイル作成処理。
- (d) 既に作成された実施ファイルに対して変更が発生した場合、実施ファイルの変更を行なう実施計画ファイル変更処理。
- (e) 当日の運行実績に基づいて、各種管理資料を作成する統計処理。

上記の各処理では、結果の確保のためそれぞれのファイルのリスト出力も可能である。項番(b)(c)(d)は、定例作業として午前9時から12時までに実行され、翌日午前1時からのダイヤ切替につなぐ。(e)の統計処理はダイヤ切替が終了した後、直ちに実行される。

**(2) 車両割当**

車両割当には、車両の計画運用に最も条件の合う編成を電子計算機アルゴリズムで捜し出して割り当てる自動割当と、指令員がGDから直接に割り当てる直接割当がある。自動割当に対しては、割当条件を与える初期情報入力、及び割当結果の承認作業が伴う。その他、運用の切継ぎを行なう運用切継

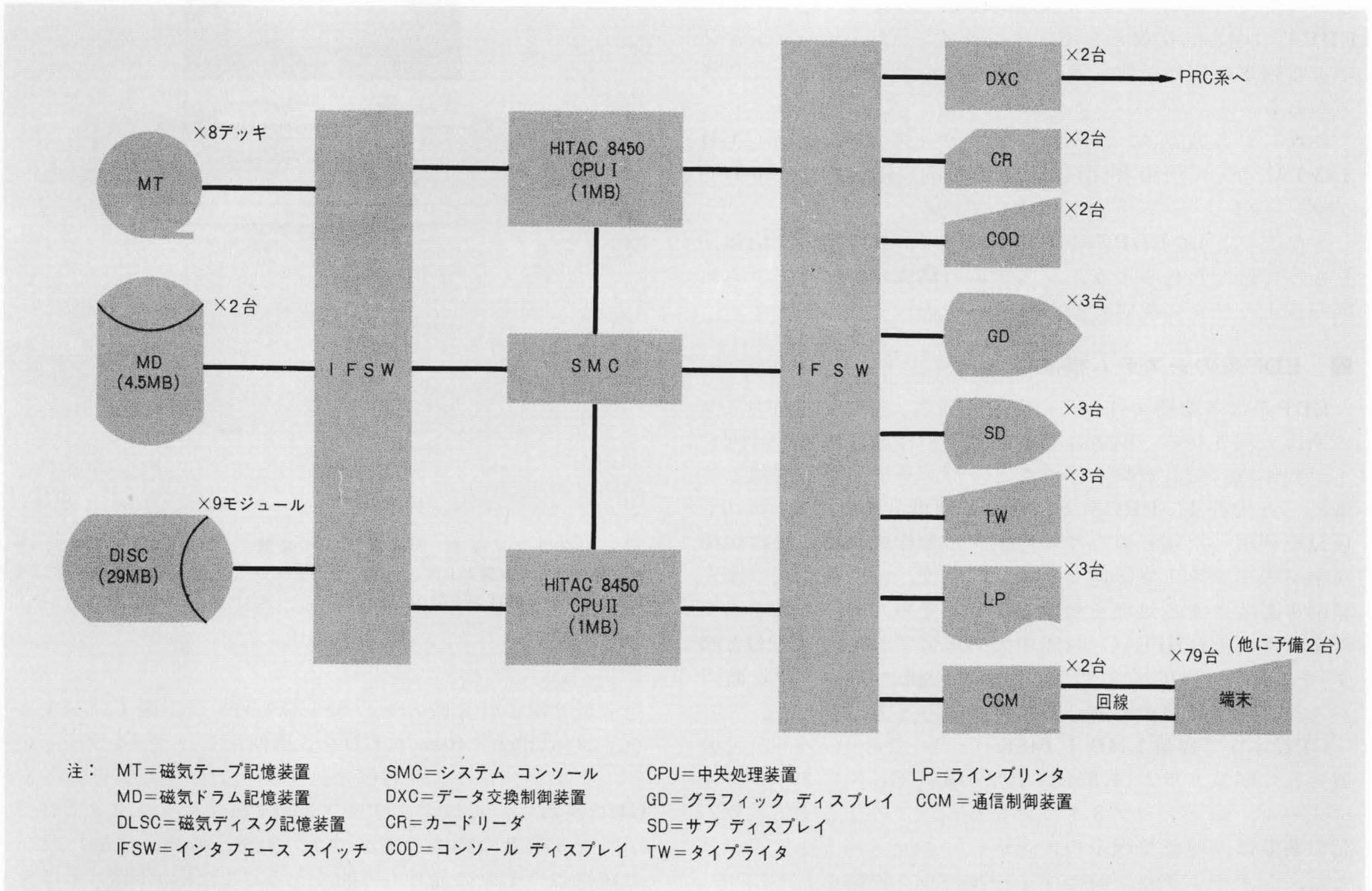


図2 EDP系のハードウェア構成 実施計画系はダイヤの作成、統計資料の作成など、バッチ的処理を対象とし、運転整理系は、列車追跡、運転監視、オンライン伝達などの即時性、同時性、優先制御を処理対象とする。

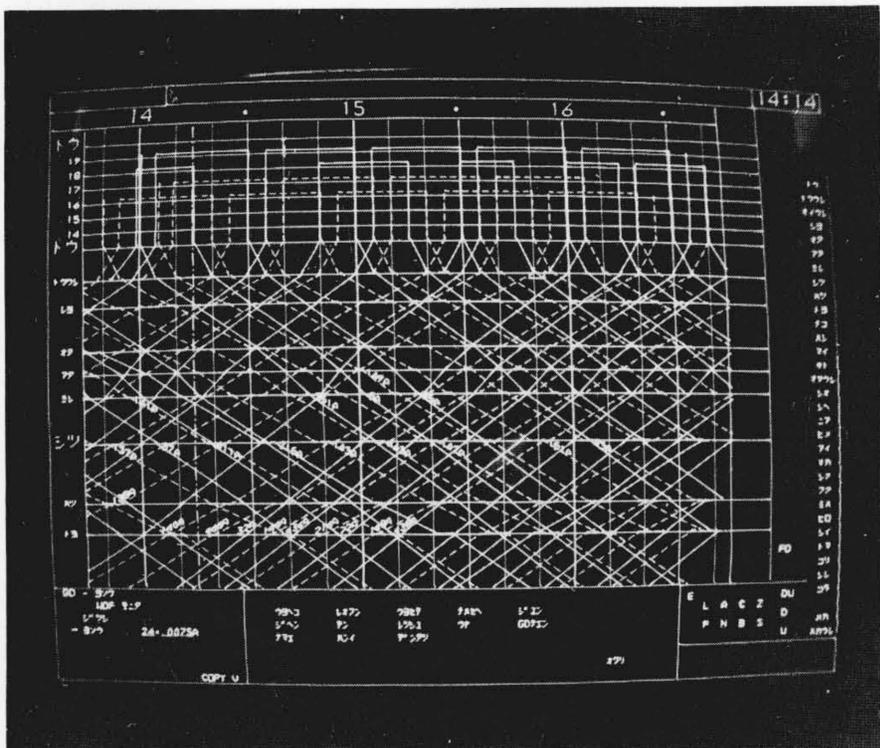


図3 GDに表示された予想ダイヤ図 縦軸に距離、横軸に時間をとり、列車の走行軌跡を表示したものであり、右上の時刻14時14分現在の予想ダイヤを表わす。

ぎ、チェック機能として割当チェックとチェックリスト、及び確認、モニタ機能としてリスト出力がある。

車両割当はオンライン運転中に常時起動可能である。割当作業は、当日を含め7日先まで行なっておき、ダイヤ切替前の作業としては、変更入力だけを行なうようにしている。

### (3) ダイヤ切替

ダイヤ切替は、実施ダイヤファイルと車両割当ファイルに設定された当日の計画を基に、EDP系の運転整理系とPRC系のダイヤファイルを作成する処理であり、通常午前1時から4時の列車閑散時間帯に実行される。ダイヤ切替の処理は、列車走行中の切替を可能としている。そのためダイヤ切替で作られるファイルは、実施ダイヤファイルと車両割当ファイルに設定された当日の計画情報のほかに、前日の計画ダイヤのうち、ダイヤ切替時点でまだ運転終了になっていない列車に関する情報をマージして作成している。

計画ファイルは、運転整理系用とPRC系用の両方のフォーマットで作成し、PRC系に対してはデータ交換制御装置(以下、DXCと略す)経由で転送している。またダイヤ切替は、コムトラックにおける日付変更点として、ダイヤ切替開始時のファイルを実績データとして統計用ファイルにダンプして、統計処理プログラムに引き継ぐとともに、ダイヤ切替終了時のファイルに、編成の滞泊場所不一致、及び編成の未充当列車があれば、警報表示を行なって指令員に注意を促す。

## 3.2 運転整理業務

EDP系の中心業務である運転整理業務は、運転監視業務、直接入力とファイル変更業務、及び整理案ダイヤ作成と承認業務とから成っている。

### (1) 運転監視業務

ダイヤ切替終了後、オンライン業務が開始されると、列車の運行とともに運行状況が在線情報という形でPRC系より1分間隔で送られてくる。この情報を基に電子計算機は10分間隔で予想ダイヤを作成する。予想ダイヤは現在の在線情報を基に将来2.5時間分の列車走行を予測したものと、過去2時間の実績とを合わせてGD画面上にダイヤ形式で表示したものである(図3)。指令員はこの画面を監視することにより、将来

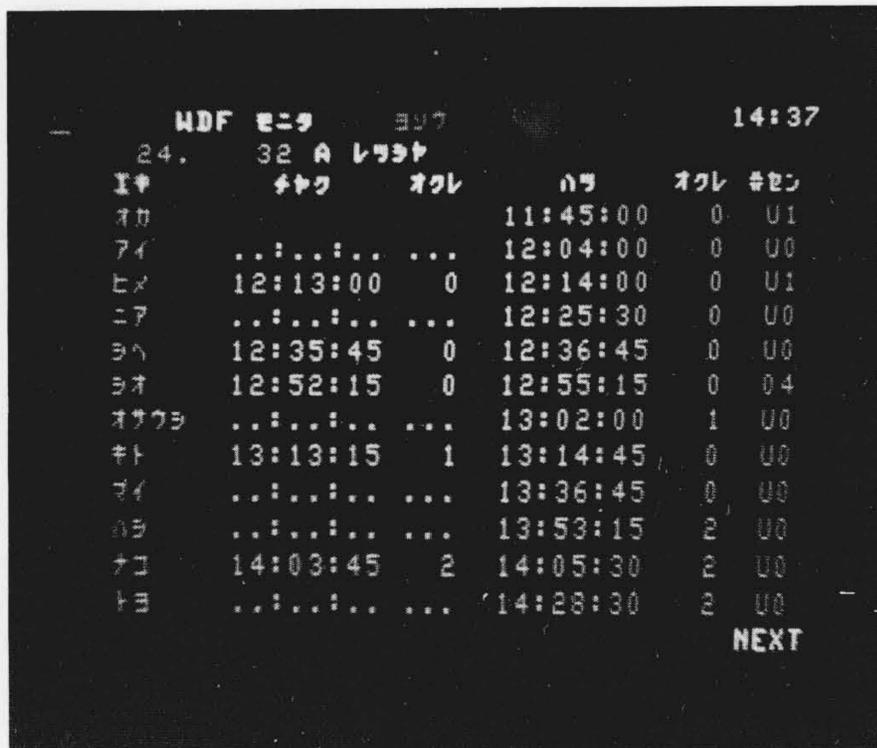


図4 SDに表示されたモニタ例(その1) WDFモニタは列車単位の時刻表示を行なう機能であり、指示された列車の各駅における着/発時刻と、遅れ時分を計画ダイヤ、又は予測結果別に表示する。

起こり得るダイヤの乱れをあらかじめ判断し、先取り対処ができる。また電子計算機は予想結果を自動的に解析し、ダイヤの乱れを検知した場合、予想ダイヤが表示されているGD上に警報マークを表示し、ブザーを鳴動させることにより監視漏れがないようにしている。監視の種類としては、走行キロ数、車両運用、着・発線、検査車両、滞泊場所、始発列車遅延などがあり、GDごとの監視範囲対応にそれぞれ分配できるようプログラムの管理されている。一方、指令員は電子計算機が自動的に監視する項目以外に、予想ダイヤ画面から各種の情報を受け取り、乱れに対する総合的な監視を行なうことができる。これをサポートする機能として、各種モニタが準備されている。すなわち、GDによりダイヤ図の拡大、縮小、シフト操作のほか、列車番号の自動表示、編成名表示などを行ない、SDにより列車単位の時刻表示、各駅単位の出発順序表示、番線使用状況などを行なわせることができる(図4)。

### (2) 直接入力とファイル変更

列車運行に乱れが発生した場合、単発の変更入力により計画ダイヤを変更し、乱れの収束を図る手段として直接入力の機能がある。指令員は計画ダイヤの変更が必要となった場合、GD画面から目的とする変更の種類、変更を加えるべき列車番号、変更駅などをライトペンを使って指示すればよく、これによりオンラインファイルの変更を行なうと同時に、現場へのオンライン伝達を行なう。またDXCを介してPRC系にも同時に転送される。変更の種類には、運用変更、折返時分指定、着発線変更、順序変更、時刻変更、新列車設定、運転休止、列車種別変更などがある。

### (3) 整理案ダイヤ作成と承認業務

ダイヤの乱れが大きく、ターミナル駅での車両の回し、列車の休・活などにまで影響がある場合には、一度に計画変更を判断することが難しく、単発の直接入力による変更だけでは間に合わなくなる。このような場合に用意された乱れ収束機能が、「整理案ダイヤ作成と承認業務」である。

整理案ダイヤは予測プログラムにより作成され、結果はダイヤ図形式でGDに表示される。予測プログラムは、実行ダイヤと現在の在線情報を基に、指令員の計画変更意志(修正入力)



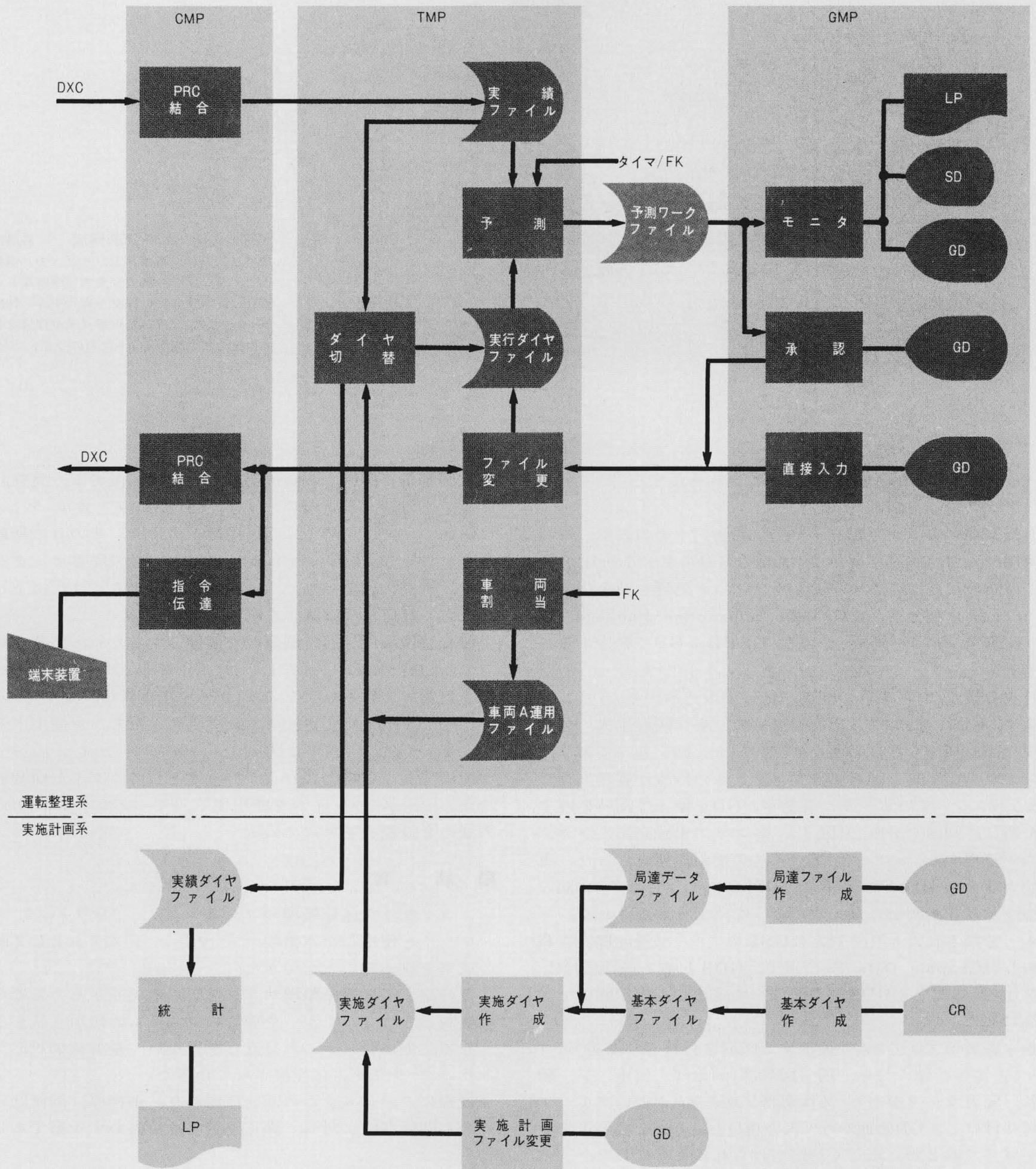


図6 EDP系のプログラム構成 実施計画系では実施ダイヤの作成と統計処理を行ない、運転整理系では進路制御系及び現場端末との情報授受、グラフィックディスプレイの制御、列車運行の予測を行なっている。

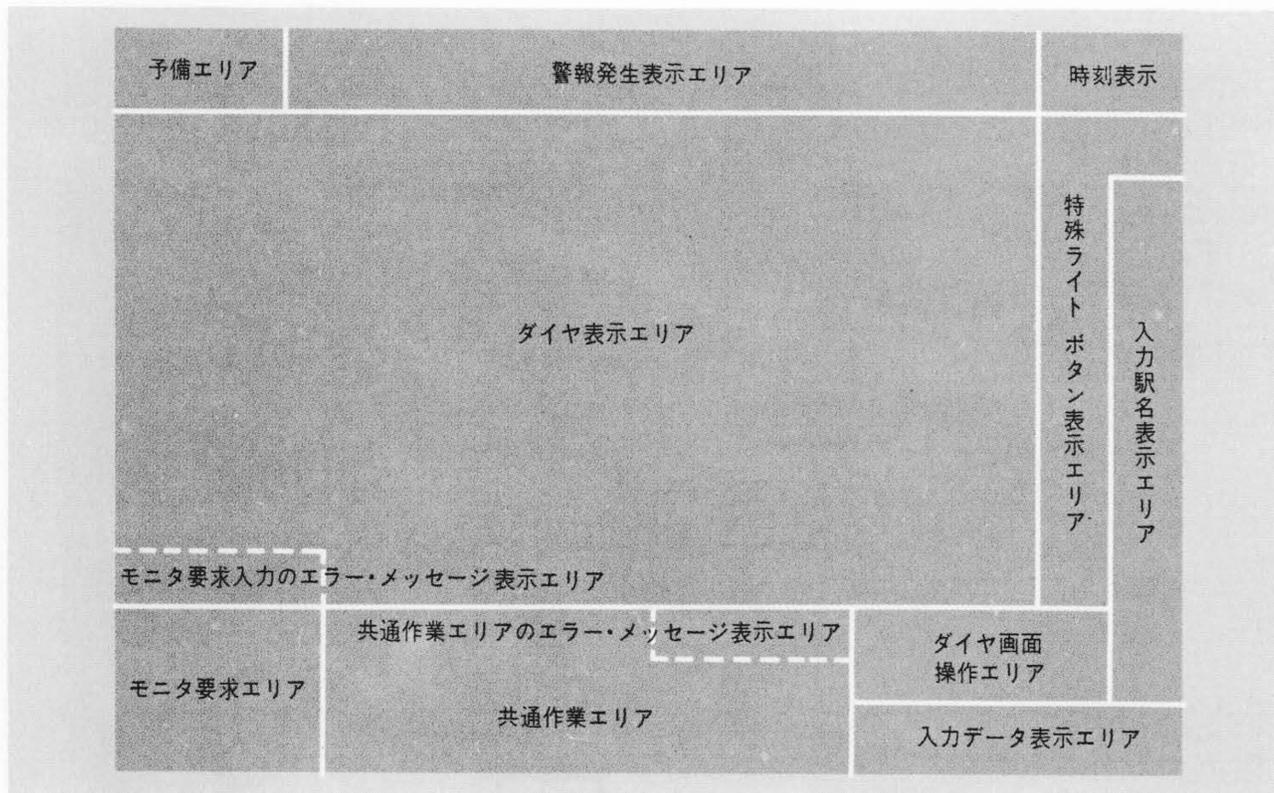


図7 GD画面の分割構成 共通作業エリアでは、直接入力、修正入力、情報入力、及び承認作業の変更内容表示などの相互に同時性の低い作業を実行する。特殊ライト ボタンとは、整理案ダイヤ作成などの作業の起動指示をするためのライト ボタンである。

ている。図6にEDP系のプログラム構成を示す。

(2) グラフィック制御方式

運転整理系では、予想ダイヤ、整理案ダイヤの表示、モニタ操作、入力、承認作業など、重要な業務のすべてがGDを介して行なわれる。このようなグラフィック処理を簡単化するため、特別に開発されたGraphic Subroutine Package (以下、GSPと略す)を使用している。GSPは、GDで発生する各種アテンション(ファンクションキー、ライトペン、オーダ)に対する禁止/許可条件の制御、情報の取込み、キューイング機能や、GDに対する入・出力制御機能、更に図形生成、会話処理、図形制御などに必要なサブルーチン群をもっており、インタラクティブな図形処理プログラムの作成が容易に行なえるようになっている。また各業務がGDを使って同時処理するために、画面を分割し(図7)、各エリアを独立したプログラムが管理するシェアード デバイスの使用形態をとった。更に最大3台のGDを同一形態で使用するため、プログラム間の干渉、及び起動制御には、次のようなくふうがなされた。

(a) 分割されたエリア対応にGSPのグループ管理機能を利用したGraphic Data Set(以下、GDSと略す)名称を付け、プログラムごとのGDS使用区分を明確化し、表示制御を容易にした。

(b) 各業務プログラムで表示する図形に付けられた番号(コリレーション値<sup>(\*)</sup>)を、同一図形群(例えば、列車スジ、駅名、変更マークなど)、又は業務プログラムごとにグループ割り付けし、GD画面からの入力項目と、それを必要とするプログラムとが、正しく対応づけられるようにした。

そのほか、入力操作をスムーズに行なうため、CDのカーソル制御イメージのフォーマット コントロール方式を採用し、ライトペン操作回数の減少を図っている。

(3) システム ダウン対策

実施計画系の作業形態はバッチ処理であるため、1日1回

(\*) コリレーション値は、図形識別番号であり、ライトペンで図形をピックすると割込みが発生し、プログラムには、このコリレーション値が知らされる。

の定例作業で作成する回復用MTを基に回復する。実施計画作業で入力される局達データは、回復用ジャーナル ディスクに確保し、ダウン時には回復用MTにより、その日の初期状態をコピーし、ジャーナルから当日入力分の局達データを回復し、ダウン直前のファイル状態に回復する。これにより局達入力やり直しの煩雑さを解消している。

運転整理系は、24時間運転を前提とするため、業務プログラムが随時ダンプしたチェック ポイント データと、それに伴う更新ステータス ファイル(ファイル更新中、ファイル ダンプ中、ファイル変更後のステータスがある。)を使用するチェック ポイント リラン方式と、チェック ポイント データが使用できない場合のバックアップとして、ダイヤ切替終了時点のベース ファイルを使用する、ベース ファイル リラン方式の2段構成をとっている。

5 結 言

コムトラック運転整理サブシステムは、グラフィック ディスプレイを使用した本格的マン マシン システムとして所期の成果を収めることができた。

この論文では運転整理サブシステムの機能とその処理方式の概説とを行なったが、今後このシステムの使用実績を基礎として、更にシステムの見直しを行ない、全幹線網対応コムトラック システムに発展させてゆきたい。

最後にこのシステムの開発に当たり、御指導、御援助いただいた関係各位に対し、深く感謝の意を表わす次第である。

参考文献

(1) 今城、井原ほか：「新幹線運転管理システム コムトラック(COMTRAC)」 日立評論 54, 733 (昭47-8)  
 (2) 高橋、名内ほか：「コムトラックの情報系システムのソフトウェア」 情報処理学会、昭和49年度大会、342  
 (3) 山本、小堀：「コムトラックの車両割当」 情報処理学会、昭和49年度大会、343  
 (4) 海老原ほか：「マン マシン インタフェース(M・M・I) 機器とその応用」 情報処理学会、昭和49年度大会、344