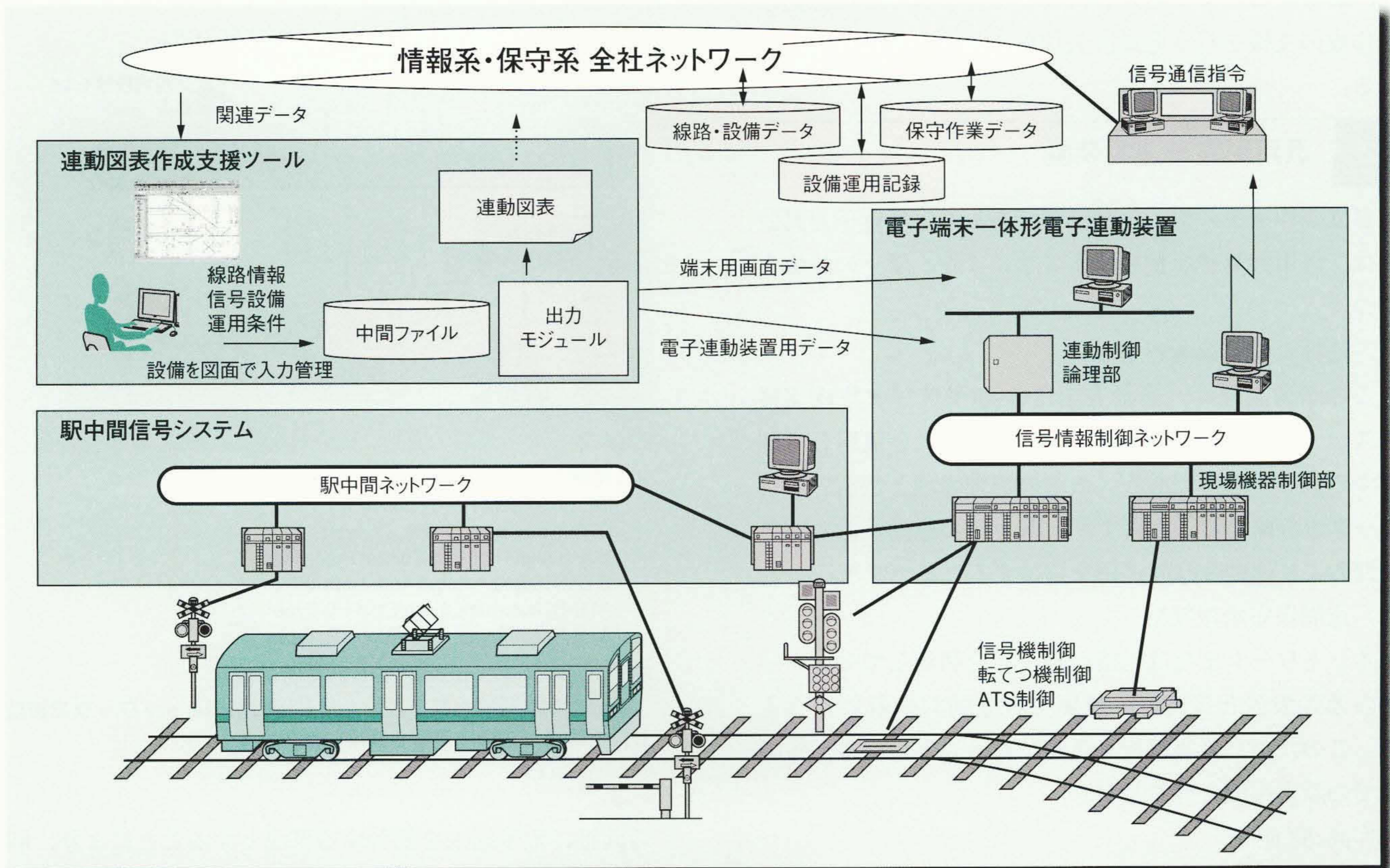


# 鉄道運行業務の効率向上に貢献する最新の信号システム

New Signaling System Applying Latest Information Technology for Effective Railway Operation

柳 齊 Hitoshi Yanagi 渡部 悌 Dai Watanabe  
糟谷直大 Naohiro Kasuya



注：略語説明 ATS(Automatic Train Stop)

## 鉄道運行業務の効率向上を目指す新しい信号システムのイメージ

後方支援では連動図表作成支援ツールを、駅の制御には電子端末一体形電子連動装置を、駅中間では駅中間信号システムをそれぞれ提供し、鉄道信号システムの抱える課題を解決する新しい信号システムの開発を推進、提案している。

信号システムは、安全かつ安定した列車運行を確保するという役割を担っている。また、信号設備としては、近代化による運行業務の効率向上と、メンテナンスコストの低減が強く望まれている。近年、その一つの解決策として汎用計算機を使用した安全性の高い、高機能な信号システムが求められてきた。

日立製作所は、信号システムの汎用化の先駆けとなる汎用形電子連動装置を開発した。さらに、汎用計算機技術と最新の情報技術を電子端末、踏切制御装置、フェイルセーフ伝送装置にも適用することにより、信号システム全体の近代化に取り組んでいる。

これからも、21世紀にふさわしい近代的な信号システムの開発を推進し、鉄道総合システムインテグレータとして鉄道産業全体に寄与できるトータル鉄道システムの実現を目指す。

## 1 はじめに

日立製作所は、鉄道総合システムインテグレータとして鉄道運行業務の効率向上に貢献する信号システムを提供するため、「21世紀にふさわしい近代的な信号システムの構築」をスローガンに事業化を推進し、鉄道産業全体に

寄与できるトータル鉄道システムの実現を目指してきた。

日立製作所が最初に汎用形電子連動装置を出荷してから10年になる。現在では、さまざまな駅のタイプに応じて、適切な電子連動装置を提供するためのレパートリーを充実させている。いずれも汎用計算機を使用しており、安全性、保守性、高機能などを踏襲している。

ここでは、電子連動装置の新しいタイプとしての電子端末一体形電子連動装置「iLEX2000シリーズ」、駅と駅間の信号設備の保守などを改善する駅中間信号システム、およびこれまで熟練者によって行われてきた連動図表作成の支援を行う連動図表作成支援ツールについて述べる。

## 2 汎用形電子連動装置

日立製作所製の電子連動装置である汎用形電子連動装置は、汎用計算機を使用することにより、以下の特徴を持つ。

### (1) 連動表内蔵形論理

この制御論理は、連動表をIDS(連動データ作成支援システム)に入力し、変換した制御データを使用して制御する新しいものである。標準の制御論理と駅別の制御データを分離することにより、新規駅の連動装置の開発期間および連動改修の工期を短縮することができる。

### (2) 遠隔保守情報収集

ネットワークまたは電話回線などを利用してセンターから連動装置と接続し、遠隔で保守情報の収集が行える。このため、障害解析を迅速に行うことができ、短時間での障害復旧を可能とする。

### (3) 高機能

保守作業管理機能により、線路閉鎖の着手・終了管理、保守用車の進路設定を行うことができる。また、構内踏切の制御機能も持つ。

## 3 電子端末一体形電子連動装置

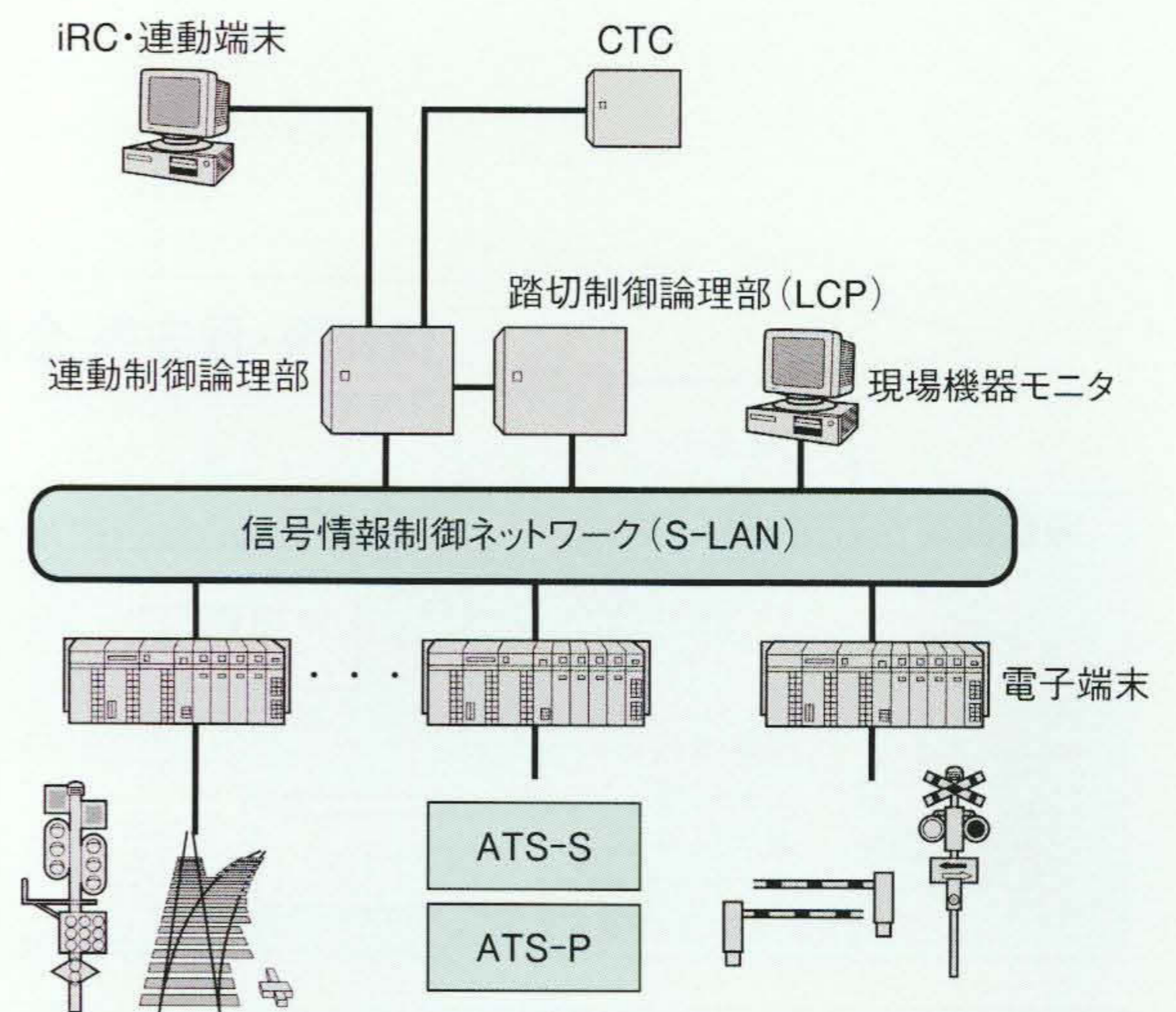
### 3.1 電子端末一体形電子連動装置の必要性

これまで汎用形電子連動装置と電子端末は別装置として製作され、製作メーカーも異なっていた。このため、フェイルセーフの確保も装置ごとにそれぞれ行っていた。また、それらの間はシリアル伝送などの方法で接続されていた。このため、フェイルセーフを確保するには重複したむだな機能や装置が必要で、これは、応答性向上と低コスト化の障害となっていた。また、電子端末は電気結線図を基に製作することから、新たに結線図を作成する必要があった。

そのため、電子端末でも電子連動装置と同様に、汎用計算機による制御表入力方式の装置が求められていた。

### 3.2 電子端末一体形電子連動装置の特徴

電子端末一体形電子連動装置では、従来の連動装置—電子端末間のインタフェース装置をなくし、連動装置か



注：略語説明

- iRC(Intelligent Route Control)
- CTC(Centralized Traffic Control)
- LCP(Level Crossing Control Processor)
- S-LAN(Signal—Local Area Network)
- ATS-S(Automatic Train Stop—S Type)
- ATS-P(Automatic Train Stop—P Type)

図1 電子端末一体形電子連動装置の構成

連動制御論理部と電子端末を信号情報制御ネットワークで接続し、信号機など現場機器を直接に制御する。

ら直接に電子端末を制御する構成とすることにより、制御の応答性が向上できる(図1参照)。

また、他の汎用形電子連動装置と同様、電気結線図から制御データを作成するのではなく、連動表、制御表、設備一覧表など簡単な記述式を直接入力することで制御データを作成することができる。このため、短時間で新たな駅の構築、試験を行うことができる。

### 3.3 電子端末一体形電子連動装置の機能

信号灯を直接制御する信号機制御ユニット、転てつ機制御ユニット、およびフェイルセーフ接点入力、出力のユニットを持ち、現場機器を直接に制御することができる。

また、ATS(Automatic Train Stop)関連の論理を持ち、ATSの制御表を入力することにより、ATSのカット条件などの出力を行うことができる。

### 3.4 電子端末一体形電子連動装置の構内踏切制御

電子端末一体形電子連動装置において構内踏切制御は、制御装置を外付けし、連動装置とシリアル伝送で接続した踏切制御装置で行う。これにより、連動装置の軌道回路追跡結果などの条件を使用し、保安度の高い踏切制御を実現することができる。

また、踏切制御装置は、電子端末と直接に接続するこ

とにより、連動装置が保守または異常時で停止しても、踏切制御を継続することができ、不要な踏切警報を抑えることができる。

## 4 駅中間信号システム

### 4.1 駅中間信号設備を取り巻く環境

駅中間に設置される信号設備は、信号機や踏切など多くの装置が広範囲にわたるため、障害復帰までの長時間化や、点検・保守時の長時間化などの問題がある。また、駅間は設備間の距離が長く、信号機や踏切の制御を行うため、膨大な長さのケーブルを布設する必要がある。

このため、障害復旧や保守の時間短縮と現場ケーブルの削減を目的とした駅中間信号システムの必要性が高まっている。

### 4.2 駅中間信号ネットワークと遠隔監視端末

駅中間に高速のネットワークを布設し、ここにDI/DO (Digital Input/Digital Output) インタフェースを持った伝送装置を配備し、これを介して信号設備の状態を収集する。収集した情報は信号通信指令などのモニタで常時監視される。モニタには列車の在線状態や信号機、踏切の制御状態を表示するとともに、故障時には該当箇所を強調して表示し、遠隔から装置リセットなどを行うことができるようにする(図2参照)。

### 4.3 ネットワーク対応の駅中間踏切制御装置

踏切制御装置は列車の進入、進出を「制御子」と呼ばれ

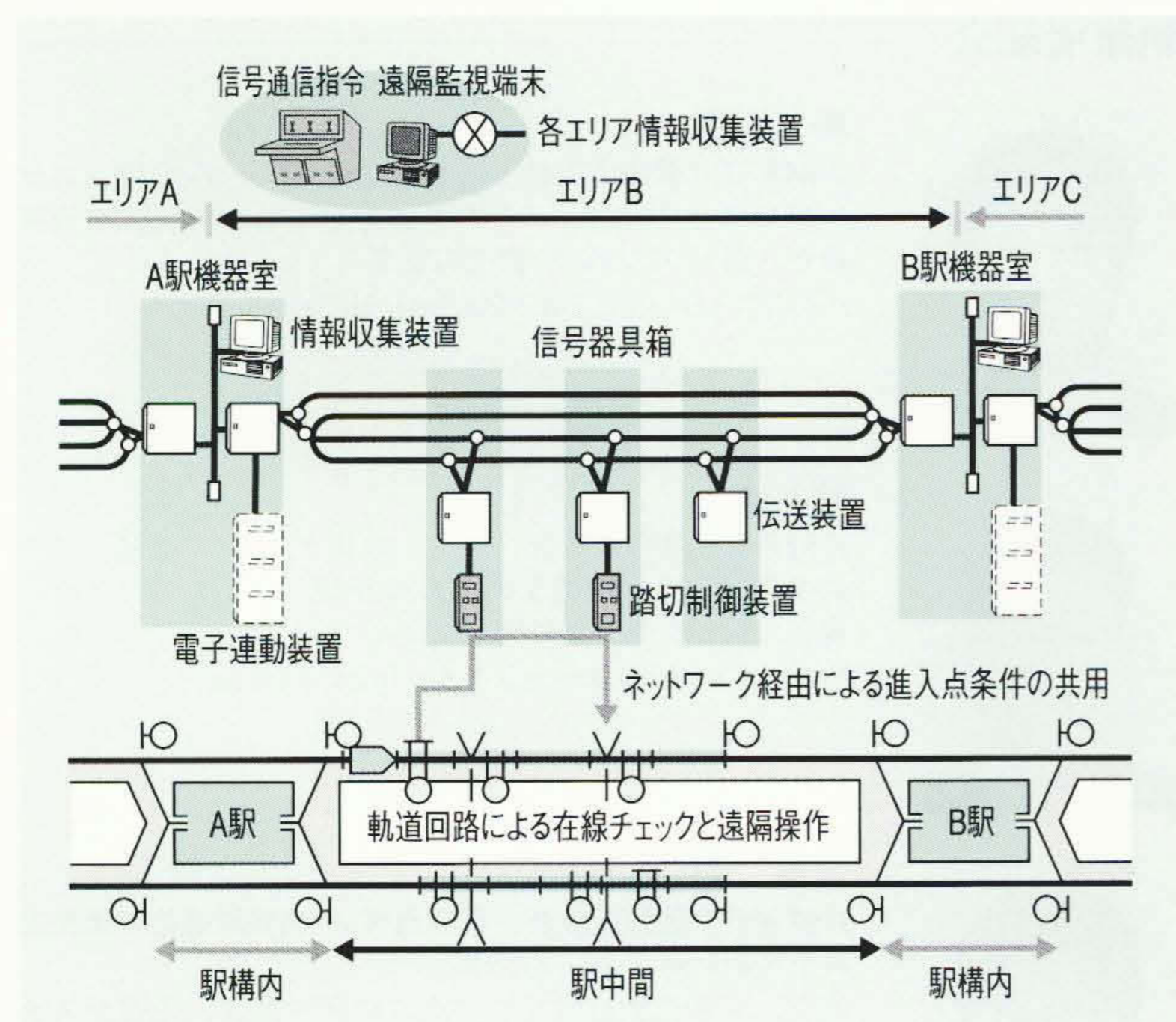


図2 駅中間信号システムの概要

駅間に高速の光ネットワークを布設し、これを經由して信号機や踏切など信号設備の情報を収集する。また、この情報を利用して遠隔監視端末から装置リセットやシステム全体の監視を行う。

る短小の軌道回路で検知する。この条件をネットワークから取得することにより、制御子から踏切装置までのケーブルを削減する。また、複数の踏切装置が同一の制御子を共用する場合でも各装置へのケーブルは不要となり、ケーブル量を大幅に削減することができる。制御子による踏切制御の場合、進入点と進出点の間に列車が入った状態で装置を立ち上げると、無遮断になるおそれがあったが、ネットワーク対応形の踏切制御装置は制御子に加えて軌道回路情報も取り込むことで、制御区間内の列車の在線状態を確実に検知することが可能になった。その結果、遠隔監視端末から制御装置を立上げることが可能になり、例えば雷などの一過性のノイズで装置が停止した場合でも、現地に行くことなく遠隔から再立ち上げを行うことができるようになる。

## 5 連動図表作成支援ツール

### 5.1 支援ツールの必要性

現在の電子連動装置用データ作成では、まず信号実務の熟練者が鉄道事業者の提示する連動図表を分析して連動装置用データ表を作成し、これをIDSで最終的なデータに変換する作業を必要とする。これらの作業は手間と時間がかかり、熟練者のノウハウに依存する部分が多いので、電子連動装置の新規導入・改修の工程で大きな制約となっている。これらの課題を解決するため、現在、連動図表作成支援ツール(以下、支援ツールと言う。)の開発を進めている。この支援ツールの構成および特徴について以下に述べる。

### 5.2 支援ツールの構成

支援ツールは次の三つのモジュールで構成する。

- (1) 線路構成および信号設備データ入力インタフェース
- (2) 連動論理データ作成モジュール
- (3) 連動表データ出力モジュール

支援ツールを用いた電子連動装置用データ作成作業手順を図3に示す。

新規に連動図表を作成する場合、最初に図3(1)に示す入力インタフェースを用いて、線路の構成や信号設備の配置を図面として入力する。ユーザーは、入力インタフェースに準備されている部品や線路パターンを配置するだけで容易に図面を作成することができる。

連動論理データ作成モジュールでは、この図面の図形データや設備に関する属性から、進路の構成や信号条件を抽出し、基本的な連動論理データを自動的に作成する[図3(2)参照]。図面だけでは確定しない情報について

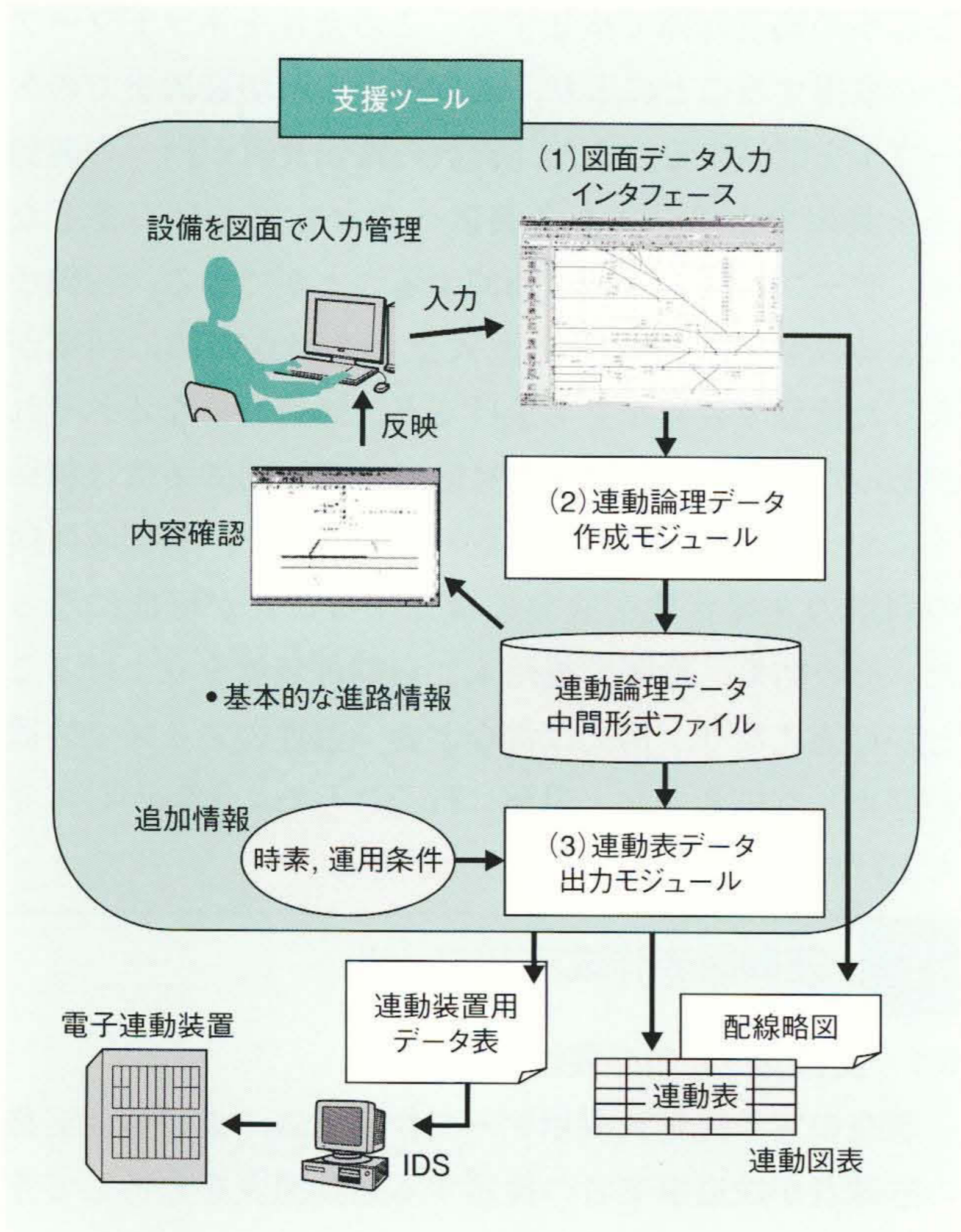


図3 支援ツールを利用した連動図表作成とデータ生成の流れ  
連動図表作成をツールで一貫して管理することにより、生産性が向上し、保守・改修作業も容易となる。

は、選択肢をユーザーに提示，選択させることで，インタラクティブなデータ作成作業を実現している。作成された連動論理データは汎用的な情報を含む中間ファイルとして保持される。

同時に，作成した連動論理データの内容をインタラクティブに確認できるので，図3(1)の図面データ入力への反映が容易である。

連動表出力モジュールでは，この中間形式ファイルから目的に応じて連動表や装置用データ表形式として出力する〔図3(3)参照〕。

5.3 支援ツールの特徴

支援ツールによる連動図表作成の特徴は以下のとおりである。

(1) 連動論理に関するさまざまな情報の抽出と検証の自動化

従来は手作業に頼っていたこれらの処理，すなわち，進路と軌道回路と転てつ機の配置関係の抽出と確認，複数の進路との支障関係検証，過走を考慮すべき区間・車両接触限界の位置の確認などが自動化される。

(2) 図面の電子化一元管理によるデータ整合性の保証

連動改修における関係データの更新作業も容易となる。

(3) 図面データと連動論理データの周辺装置への適用

図面データは，連動装置端末などの種々の画面データに容易に適用でき，連動装置周辺の各種システムの生産性を向上させることができる。

(4) インタラクティブな図表作成による作業効率の向上

新規連動装置導入における計画立案および事前評価に適用でき，さらに，連動改修でも計画段階から試行錯誤的な作業を支援することができ，生産性を向上させることができる。

5.4 今後の課題

今後の開発では，連動装置用データ作成に関する種々のデータ(既存連動図表・CAD図面・線路形状情報など)と効率的に連携する機能を強化して，支援ツールの利便性を向上させる予定である。

6 おわりに

ここでは，最新の情報制御を適用した電子端末一体形電子連動装置，駅中間伝送装置，および連動表作成支援システムについて述べた。

日立製作所は，鉄道総合システムインテグレータとして，常に最新の技術を生かし，安全性，信頼性，保守性，拡張性の確保とリサイクルコストの低減にこたえられる，21世紀にふさわしい信号システムの開発を推進していく考えである。

執筆者紹介



柳 斉

1984年日立製作所入社，電力・電機グループ 交通システム事業部 水戸交通システム本部 信号システム設計部 所属  
現在，信号システムの開発に従事  
E-mail: yanagi @ em. mito. hitachi. co. jp



糟谷直大

1987年日立製作所入社，電力・電機グループ 交通システム事業部 信号・変電システム部 所属  
現在，信号システムの開発に従事  
E-mail: naohiro\_kasuya @ pis. hitachi. co. jp



渡部 梯

1987年日立製作所入社，日立研究所 情報制御第二研究部 鉄道情報制御ユニット 所属  
現在，次世代鉄道信号システムの研究開発，鉄道システムの安全性研究に従事  
電気学会会員，情報処理学会会員  
E-mail: dai @ gm. hrl. hitachi. co. jp