

機能高度化が進む配電自動化計算機システム

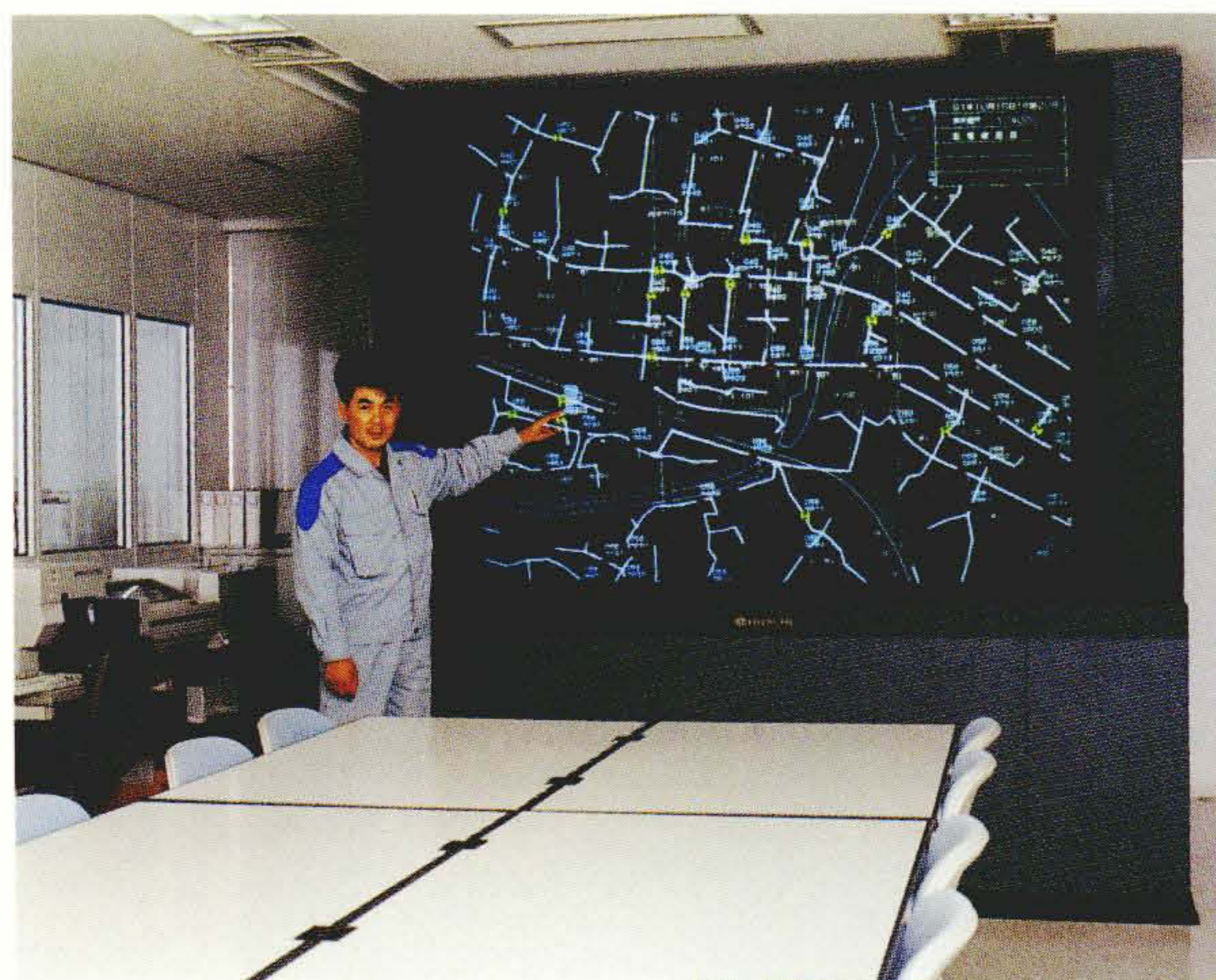
Recent Distribution Automation Systems with Advanced Functions

小山一民* Kazutami Oyama

柿本仁司* Hitoshi Kakimoto

寺田保広** Yasuhiro Terada

速水光夫** Mitsuo Hayami



配電系統運用の運転指令 操作卓にはCRTを3台組み込み、右端のCRTには街路図対応配電系統図を表示する。事故対策室では、大画面ディスプレイ上に停電・復旧状況のほか動員状況も表示される。

配電系統は電力系統設備の中でお客さまに最も密着した設備群であり、最近の高度情報化社会でのエネルギー供給ルート的重要な役割を持っている。このため電力会社では、配電系統設備の自動化を積極的に進め、電力供給信頼度の向上とともに、配電運用業務の効率化、省力化に努めている。

九州電力株式会社では制御用計算機を中核に、事

故時自動復旧操作をはじめとする配電系統運用高速処理、ヒューマンインタフェース性重視の街路図対応配電系統図表示処理など、特徴的技術を搭載した配電自動化計算機システムを開発・導入してきたが、さらに、よりいっそう電力供給品質の向上を図るべく数々の機能拡充を図っている。

* 九州電力株式会社 配電部 ** 日立製作所 大みか工場

1 はじめに

高度情報化社会の進展とともに、日常生活での電気エネルギーへの依存度は高まる一方である。これに伴いますます膨大化、複雑化する配電システムに対し、電力供給信頼度の向上、供給効率の向上および設備の効率的運用を図るため、設備面での強化改善と並行して制御用計算機を用いた配電自動化システムが開発・導入されてきている。

この論文では、九州電力株式会社で、都市部を中心に実用化運転中の配電自動化計算機システムについて、最近の機能高度化状況をも含めて述べる。

2 配電システムに合わせた特徴的機能

配電自動化計算機システムの全体構成を図1に示す。

中央処理装置として、信頼性の高い制御用計算機HIDIC V90/65を適用し、ヒューマンインタフェースの中心には高精細セミグラフィックCRT 2台、フルグラフ

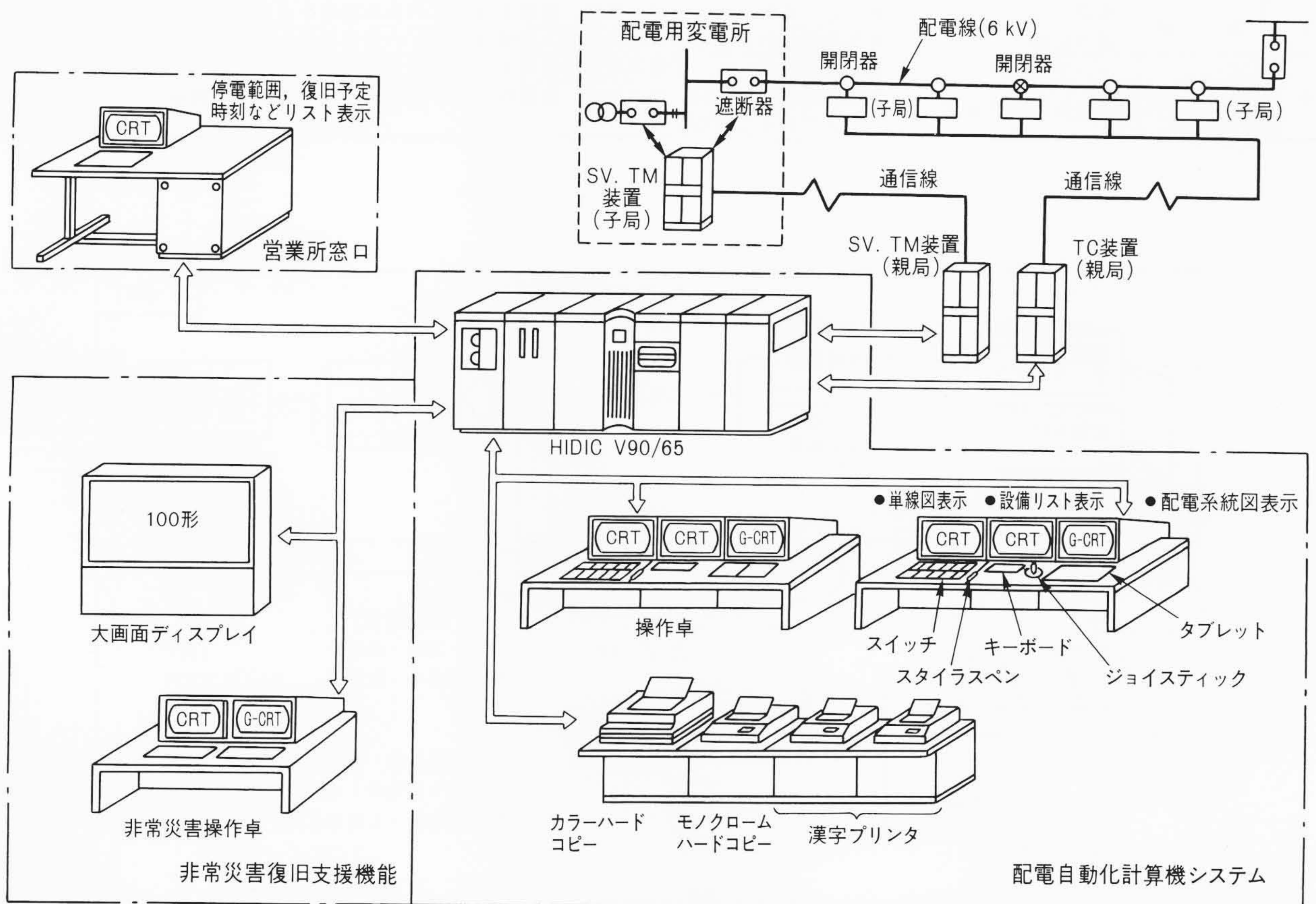
ィックCRT 1台を一組みとした監視操作卓を二組み装備している。また、台風などによる非常災害発生時での復旧対策支援を目的とした非常災害復旧支援機能も併設している。

システム機能概要を表1に示す。配電自動化計算機システムの機能は、大別して監視・制御・記録・運転支援に分類される。この中でも、特に下記の機能については、配電システム運用上の特質に整合させた最も特徴的な機能である。

2.1 街路図対応配電系統図表示機能

配電系統は架空、地中を問わずその大部分が道路に沿って設備されているが、系統状態把握を行う上では位置関係を確認できることが重要である。そこでグラフィックCRT上に、リアルタイム情報を反映した配電系統図と地図とを重ね合わせて表示し、さらに、表示画面の任意方向へのスムーズスクロール、縮尺切換による広範囲な監視ができるようにしている。

表示機能の概念を図2に示す。地図データベースは道



注：略語説明 G-CRT (Graphic Cathode Ray Tube), SV. TM (Supervision Telemeter), TC (Tele Control)

図1 配電自動化計算機システムの構成 制御対象となる開閉器とは遠方監視制御装置を介して、情報の授受を行う。

路・河川・鉄道・建物など種類別に層分割し、配電系統図データは、配電線単位に電柱・開閉器などの設備に応じた属性データと接続データで構成している。

2.2 事故時自動復旧操作機能

配電系統事故発生時には、事故点を取り除き、停電地

域に対して、より早く電力を供給することが重要な使命となる。

このため、網目状に張り巡らせた配電線の中から最適な融通経路を求め、系統切換操作手順の作成を行う。ここで融通経路の最適化評価基準の代表例として、

表1 配電自動化計算機システムの機能概要 配電線開閉器を監視制御するための基本的な機能を示す。

No.	処 理	機 能	内 容
1	監 視	配電系統監視	● 配電用変電所および開閉器子局から、配電設備および系統情報を読み込む。 ● 配電機器の状態監視、配電線の過負荷監視などを行う。
		街路図対応配電系統図表示	● 配電系統と地図を重ね合わせて表示する。 ● 表示中画面は、リアルタイム情報で表示更新される。 ● 表示画面は、任意方向に4画面分スクロールできる。 ● $\frac{1}{1,000} \sim \frac{1}{8,000}$ の4段階に縮尺が可能である。
2	制 御	事故時自動復旧操作	● 配電系統事故時の停電区間の検出を行い、健全停電区間に対し、電圧降下計算を配慮した最適融通操作と配電系統切換操作を行う。 ● 事故復旧後、事故前系統へ切り戻し操作を行う。
		作業計画操作	● 配電系統の作業計画内容を事前に登録することによって、作業予定日の系統を基に最適負荷融通操作手順を自動作成する。 ● 作業当日の停電操作、送電操作および作業完了後の切り戻し操作を行う。
		緊急操作	● 火災など緊急の停電操作や系統切換操作判定の作成および操作を実行する。
		過負荷解消操作	● 配電系統の過負荷発生時、過負荷解消のための操作手順を自動作成し、配電系統切換を行う。
		機器操作	● 配電線路用開閉器などの開閉器入・切操作、操作禁止・解除をグラフィックCRTの画面から実行する。
3	記 録	負荷記録	● 日報、月報、第3水曜日実績、夏季実績などの負荷記録を出力する。
		運用記録	● 作業停電および事故停電報告書、設備情報などの運用記録を出力する。
4	運転支援	メンテナンス	● 配電設備データ、配電系統図の保守および登録を行う。
		非常災害復旧支援	● 災害時の停電状況、復旧状況、動員状況など時々刻々に変化する災害復旧状況を、大画面ディスプレイに表示する。

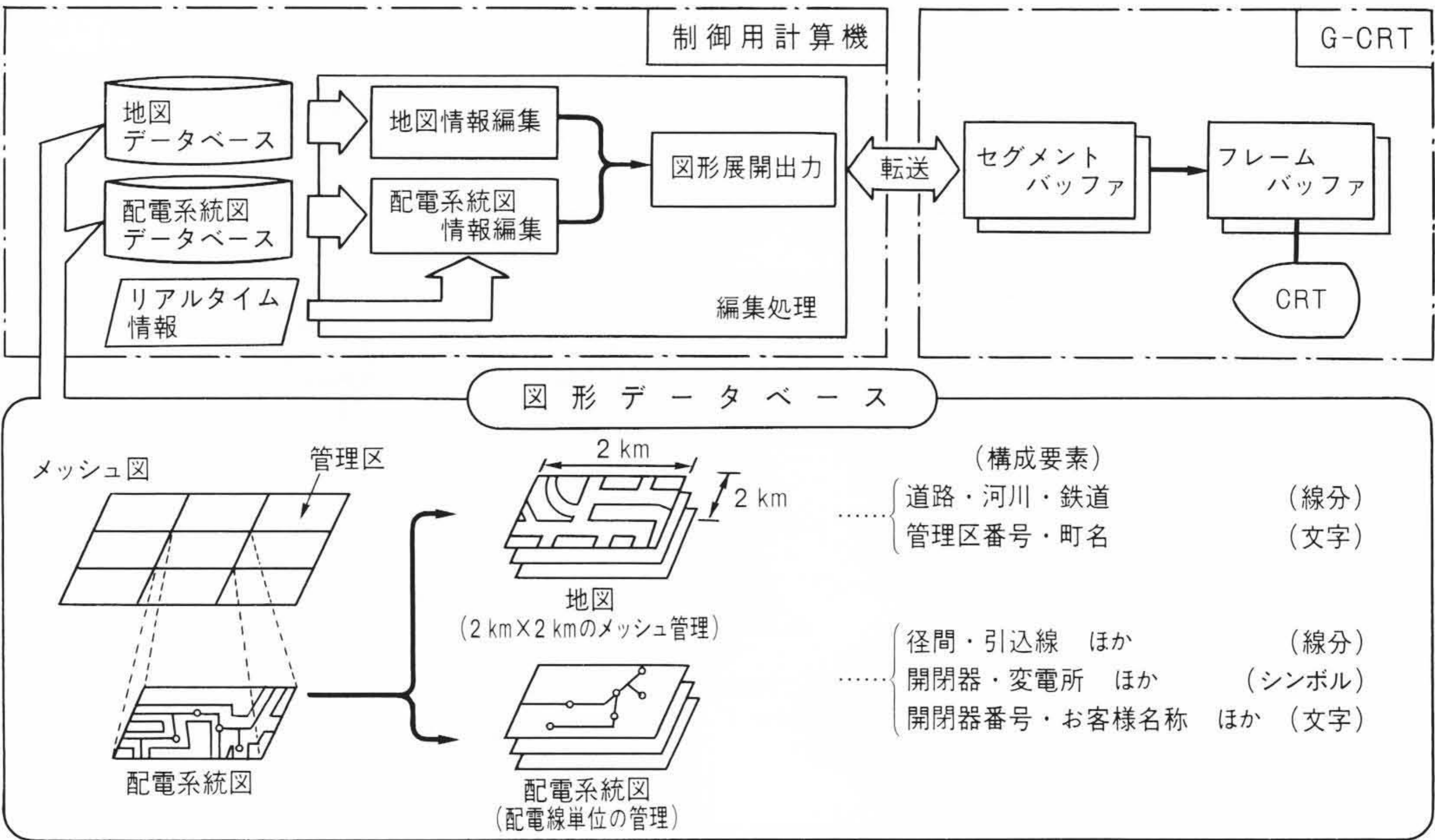


図2 街路図対応配電系統図表示機能の概念 配電系統図データには、情報編集段階でリアルタイム情報を反映させる必要があり、データ作成時に従属関係を結合させる。

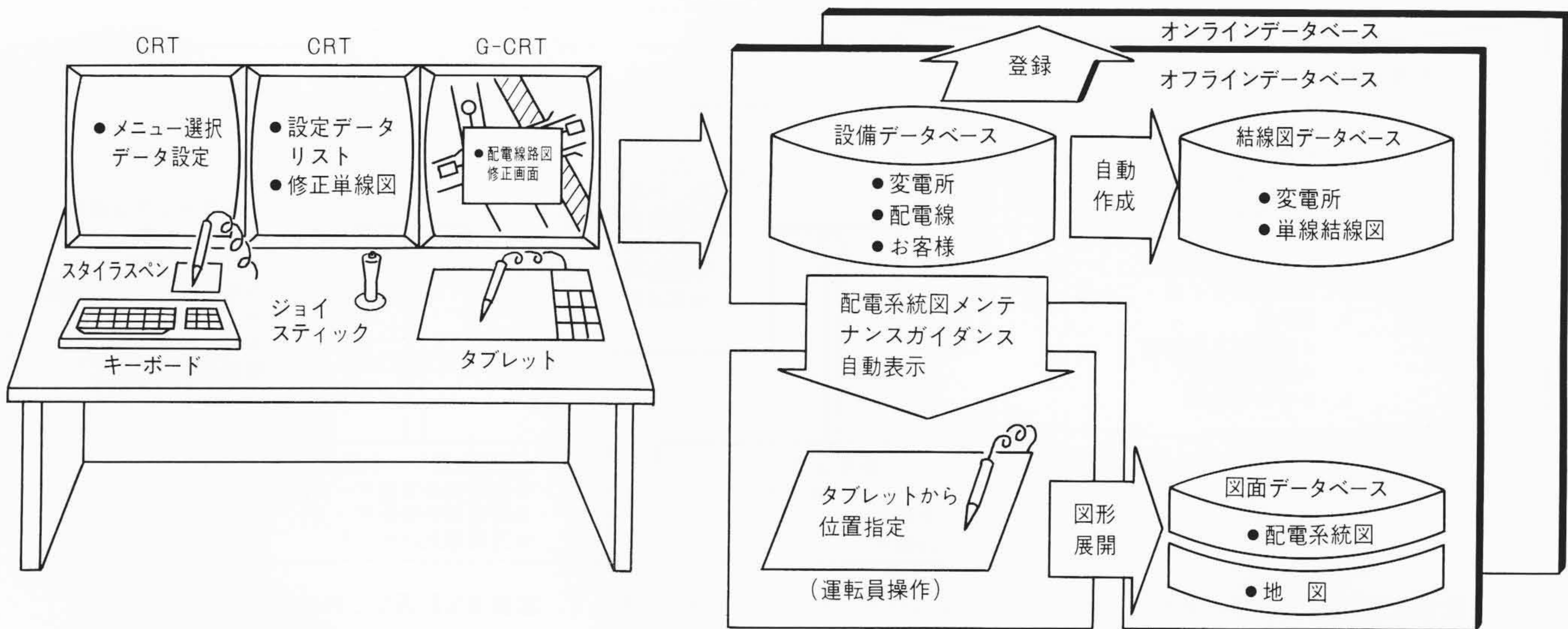
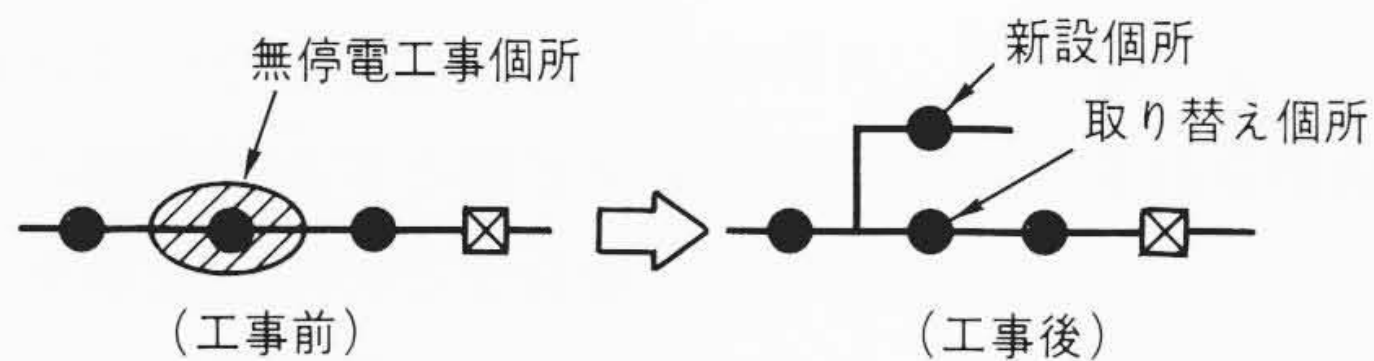


図3 メンテナンス機能概要 データメンテナンスはオフラインデータベースに仮登録し、論理チェックを行った後、オンラインデータベースに本登録する。



内 容	系統状態の変化	手順処理
切 換 操 作		① SW4入 ② SW3切 ③ 仮設備取り付け
負 荷 切 換 操 作		④ 負荷切換 ⑤ S1入 ⑥ J2開放(緑切り) ⑦ SW2切 ⑧ J1開放(緑切り)
切 り 戻 し 操 作		⑨ メンテナンス展開 ⑩ J1接続(緑接続) ⑪ J2接続(緑接続) ⑫ 負荷切り戻し ⑬ S1切
系 統 切 り 戻 し 操 作		⑭ 仮設備撤去 ⑮ SW5入 ⑯ SW2入 ⑰ SW3入 ⑱ SW4切

注：記号など説明 J1, J2 (緑切り箇所) ○ (線路用開閉器)
S1 (工食用開閉器) ☒ (連係用開閉器)
I← (負荷融通操作範囲) 塗りつぶし箇所は「入」状態を示す。
~~~~~ (工食用ケーブル)

図4 無停電作業計画による操作手順実施例 作業区間のお客様に対して、無停電で工事するための一連の操作手順を作成し実行する。

- (1) 停電区間群に対する供給支障の最少化
- (2) 融通後での健全回線の予備力を平均化
- (3) 異系統からの融通手順数を最少化

がある。加えて、融通末端区間までの電圧降下チェックおよび各設備の通過電流チェックを行い、最適経路を求める。

### 2.3 データメンテナンス機能

配電系統は電力流通設備の中で、最もお客さまに密着した設備で、日常頻繁に延伸、増強などの工事が行われている。これらの工事に対応して、計算機システムのデータメンテナンスは容易に効率よく行う必要があり、CRTとの対話形式で操作ガイダンスに従って作業を行う会話方式を採用した。

メンテナンス機能の概要を図3に示す。まず、メンテナンス業務は先に設備データのメンテナンスを行い、この結果設備データの持つ接続情報に基づいて、配電系統図の作画順に従って操作ガイダンスを自動作成し表示する。運転員はガイドに従って所定の設備シンボルを位置指定するだけで系統図に展開することができる。

### 3 業務効率向上を支える機能拡張

これまでの基本的な機能に加え、停電時間を低減することによる供給信頼度向上、使い勝手のよりいっそうの向上を図るよう、計算機システムの機能拡張を進めている。



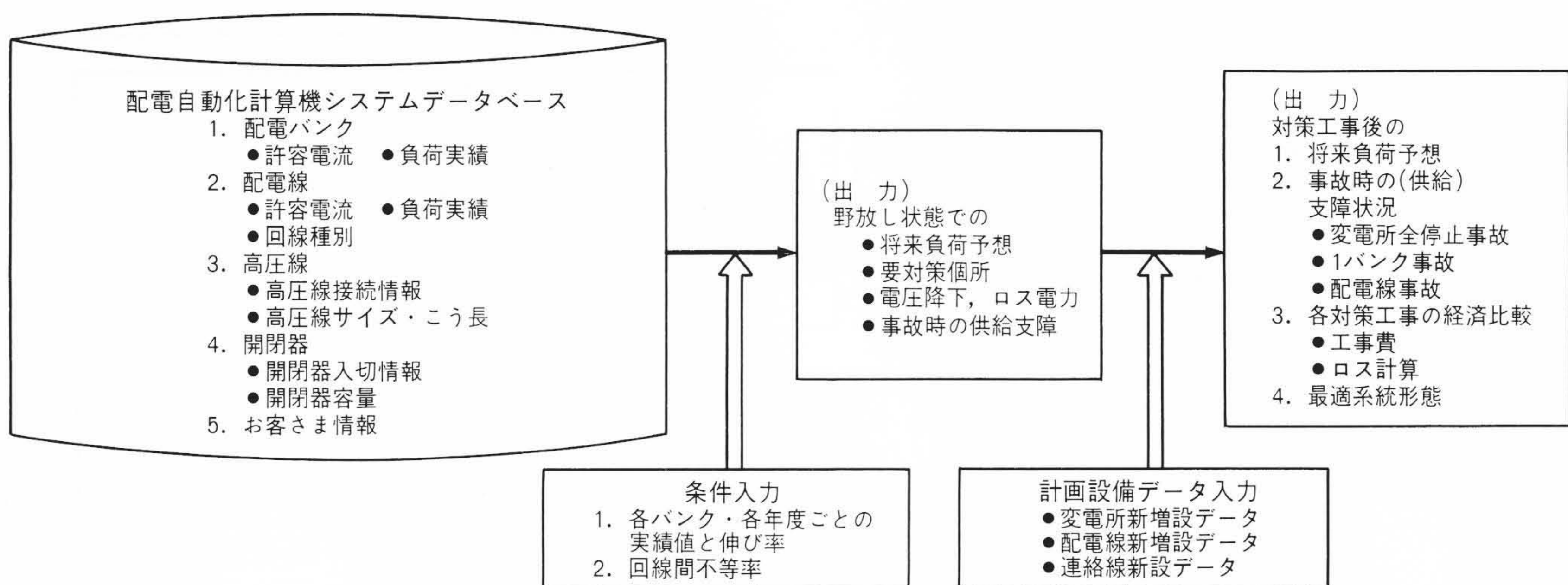


図5 設備計画処理データの流れ 計算機システムで保有するデータを有効活用して、設備増強計画などの検討業務を支援する。

### 3.1 無停電作業計画操作支援

配電系統の新設・撤去・変更作業は、数日前に計画される小規模工事から数か月前より計画される大規模工事まで、工事内容もさまざまである。作業計画操作支援は、該当する予定作業に対し作業停電のための最適負荷融通経路を求め、切換操作手順を作成する。

特に、最近では工事用ケーブル・工事用開閉器などの仮設備または高圧発電機車を使用して、お客さまを停電させることなく工事を実施する無停電工法がとられている。計算機システムでもこれに対応する無停電作業計画操作を支援している。

以下、無停電作業計画操作機能について説明する。

無停電作業計画は、大別すると「計画段階」と「実施段階」に分かれ、各段階で「切換操作」、「切り戻し操作」の手順作成フェーズに区分される。計画段階での作業手順は、作業開始日時までに予定されている作業計画をすべて展開した仮配電系統で行う。仮設備または高圧発電機車の接続状態は仮配電系統上に付加され、街路図対応配電系統図上で確認することができ、また手順の模擬実行による作業の安全性を確認することができる。実施段階でもオンライン配電系統上で作業箇所を確認した安全な配電系統運用ができる。無停電作業計画による操作手順実施例を図4に示す。

### 3.2 設備計画支援

配電運用業務の中には、電力供給信頼度向上を目的とした設備増強計画にかかわる検討も重要な問題である。設備計画支援機能は、この計算機システムの保有する配電系統設備データと、オンライン収集される負荷実績デ

ータを有効に活用して、配電線長期計画業務を支援する。

設備計画処理の概念を図5に示す。設備計画時点でのオンライン標準系統と実績負荷に将来の伸び率を加味したデータに基づき、負荷想定計算・電圧降下ロス計算・事故想定計算を実行し、対策を必要とする配電線の抽出を行う。これに配電線の新・増設などの対策工事を設定し、設備データメンテナンスの上、対策工事後の負荷予想をはじめ、結果の評価を行う。

### 3.3 非常災害復旧支援

台風などの自然災害によって広域停電が発生した場合、復旧指示を迅速かつ的確に行わねばならない。このためには、停電状況や復旧状況などのオンライン系統情報だけでなく、復旧作業動員状況、無線・車両等の設備状況などのオフライン情報を重ね合わせ、一元的に状況把握ができるようにした。さらに、復旧責任者および関係者が一堂に集まり、同時に同一情報を監視し、対策を検討できるように、表示装置には100形大画面ディスプレイを用いた。

非常災害復旧支援機能の概要を図6に示す。

## 4 最近における機能高度化の流れ

社会生活を営む上で電力依存度がますます大きくなっているのに伴い、配電自動化システムでは先に述べたようにシステム機能の拡充を図り、電力供給品質の向上だけでなく、業務効率の向上にも努めている。さらに、最近はこのシステムを基盤として、配電線事故対応業務のよりいっそうの迅速化、省力化を目指して、機能の高度化を進めている。



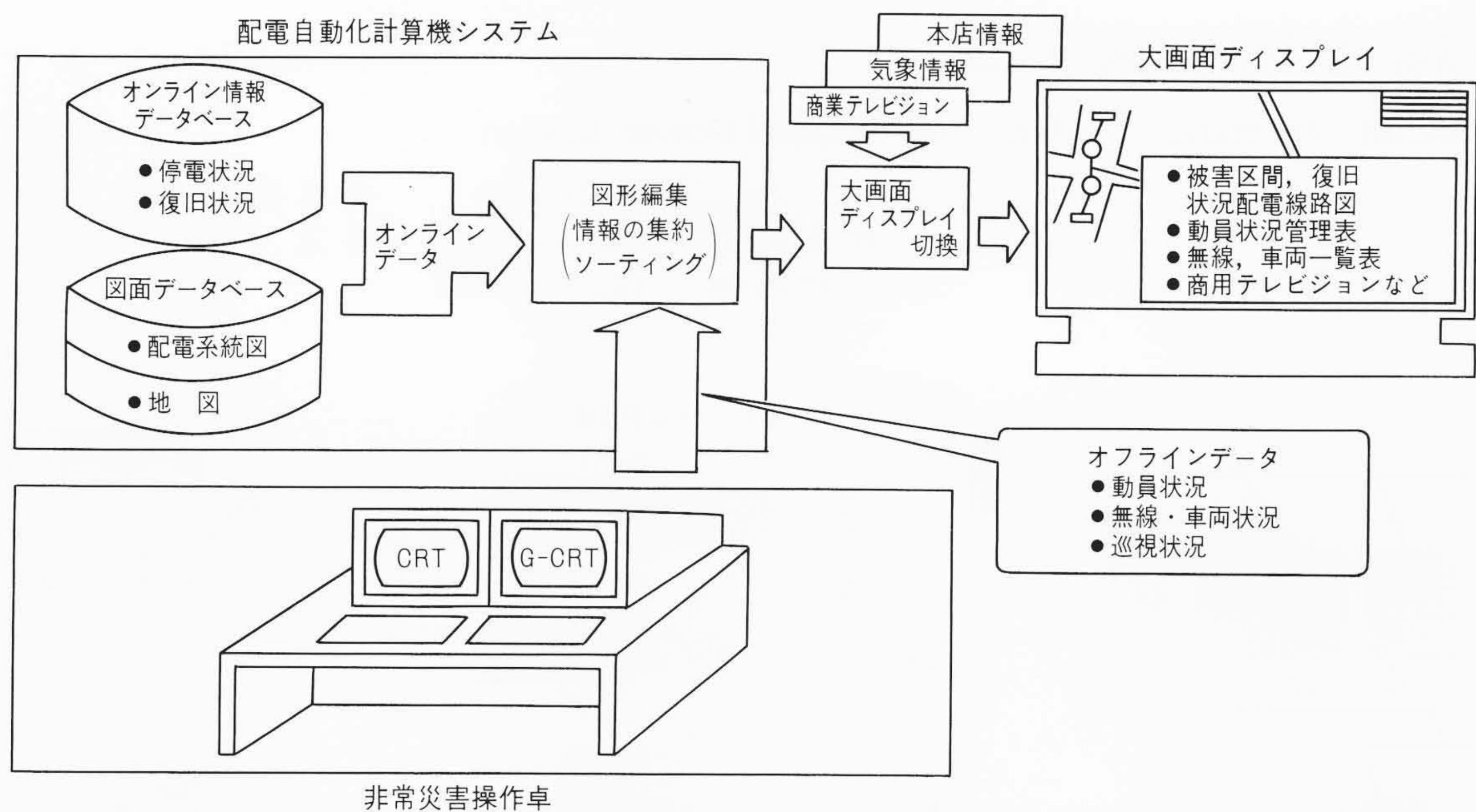


図6 非常災害復旧支援機能の概要 街路図対応配電系統図上に停電範囲、被害状況のほか動員状況、巡視状況などを重ねて大画面ディスプレイに表示することにより、関係者が同時に状況把握ができる。

#### 4.1 事故点標定・切り離し機能

配電線事故が発生した場合、現在は計算機による柱上開閉器の順次投入とフィーダ遮断器の遮断との関係によって事故区間を判定している。このため、事故区間検出までに健全区間も2回停電となる。

この機能は、柱上に設けた地絡センサによって事故点を自動標定し、事故区間だけを切り離す。健全区間に対しては計算機システムで設定した系統切換手順に従い、無停電で他回線から融通を行うシステムである。

#### 4.2 配電線断線区間検出機能

従来、配電線の断線検出は配電線保護継電器での検出範囲外のものがあつた。

この機能は、柱上変圧器二次側電圧を計測し、停電情報をもとに計算機システムで系統構成状態を参照し、断線区間の検出を行う。これに引き続き断線区間の切り離し、負荷側健全区間への融通切換手順の実行を行うシステムである。

#### 4.3 微地絡区間検出機能

配電系統での微地絡発生は、停電事故ではないが設備劣化の前兆となるケースもあり、実事故に至る前に処置を行うことが望まれている。

この機能は微地絡発生フィーダ情報をもとに、計算機システムから負荷融通切換操作を実行し、微地絡区間標定の絞り込みを行うものである。

### 5 おわりに

以上、配電自動化計算機システムでの機能高度化の一端について述べた。配電系統は電力流通設備の中で最もお客さまに密着した設備であり、より高い電力品質と事故対応の迅速化、膨大な設備群の管理業務の効率化、また自動検針をはじめとするお客さま系業務の自動化などのニーズに対応して、配電総合自動化システムとして、いっそう成長させていかねばならないと考えている。

#### 参考文献

- 1) 配電自動化専門委員会：配電自動化方式，電気共同研究，第36巻，5号(昭55-12)
- 2) JATEC 日本技術経済センター：配電自動化システムの実用化・構築システムの事例・新技術開発(昭63-7)
- 3) 日立評論社：特集 配電技術，日立評論(平1-3)
- 4) JATEC 日本技術経済センター：配電自動化システム最新総合技術資料集(平3-7)