

関西電力株式会社納め

自動給電システム

Total Automatic Dispatching System

The Kansai Electric Power Company originally introduced in 1967 an on-line control system employing digital computers, thereby adding an economic load dispatching system for steam power plants and a monitoring system for the whole power system conditions to the previously established automatic frequency control (AFC) system.

In 1973 the on-line control system was renewed to acquire the following additional functions:

- 1) On-line controls for convenional hydropower stations of large reservoir type and pumped storage power stations.
- 2) Monitoring of power system by CRT.
- 3) Automatic data collection on power system.

This paper summarizes the general outline of this renewed automatic dispatching system.

狩野精士* Kuwashi Kano
中野修一** Shuichi Nakano
菅家辰紀** Tatsunori Kanke

1 緒 言

関西電力株式会社では、昭和43年2月以来、給電業務の第一次自動化として、中央計算所の大形計算機と中央給電指令所の衛星計算機を伝送回線で結んだトータル コンピュータシステムによって、次のような業務の自動化を行ってきた。

(1) 火力発電所のオンライン制御

- (2) 潮流、電圧の自動監視
 - (3) 翌日予想計算の機械化
- しかしその後、
- (1) 電力系統の拡大に伴う運用管理業務の増加
 - (2) 事故予防および事故時対策判断処理の困難性の増加

表 I 第二次自動給電での実施項目 本システムで新たに実施した内容と効果を示す。
Table I Control Items and Effect of Total Automatic Dispatching System

項 目	内 容	効 果
1 水火力総合オンライン制御	(1) 従来行なってきた火力発電所を対象とする需給制御に新たに大容量水力発電所を加える。 制 御 対 象 火 力：12発電所(45機) 10,672MW 水 力：10発電所(17機) 1,322MW 計 11,994MW (2) 予測制御方式の採用 ○ 予 測 制 御 ○ 急峻(しゅん)な負荷増減に対する火力制御量の最適化	(1) 水、火力の総合運用によるエネルギーの有効利用 (2) 発電力調整による電力需給の安定化
2 CRTディスプレイ装置による系統監視	(1) 平常時系統監視 ○ オンライン制御状態の呼出し、変更 ○ 総需要の把握 ○ 供給予備力の保有状況の把握 ○ 潮流、電圧状況の監視 (2) 事故時系統監視 ○ しゃ断器、リレーの動作状況の把(は)握 ○ 事故点方向の表示	(1) 電力系統の異常の早期発見による事故波及の未然防止 (2) 事故発生個所の迅速な把握による事故点の早期復旧
3 翌日予想計算	(1) 翌日予想計算のレベルアップ ○ 翌日負荷予想、出水予測などの予想精度の向上	(1) 予想精度の向上による適切な需給運用
4 給電記録	(1) 水系運用記録 ○ 発電電力量、水位の定時記録 (2) 事故記録 ○ しゃ断器、リレーの動作記録 ○ 事故前後の潮流、電圧記録	(1) 定型的な業務から運転員を解放して、事故予防および事故復旧のための判断、操作に専念させる。 (2) 事故後の解析が容易である。

* 関西電力株式会社工務部 ** 日立製作所大みか工場

(3) 火力はじめ水系運用の法的規制および社会的要請のきびしさ

など条件の変化に対応して、運用者の能力を発揮しやすいように、設備を改善してゆくことが必要となった。このため、今回第二次自動給電計画を実施し、予測運用、事故予防などの信頼度運用に重点を置き、運用者の能力をこの方面に活用するとともに運用管理の質的改善と要員増加の抑制を図ることになった。

本稿では、この第二次自動給電計画の概要を中央給電指令所に設置された計算機システムを中心に述べるものである。

2 第二次自動給電計画の実施項目

表1は、第二次自動給電計画の実施項目を示したものである。

3 システムの構成

3.1 第二次自動給電での拡張

本システムの構成は図1に示すとおりであり、第一次自動化に対して次のような拡張を行なっている。

- (1) 中央の大形計算機の交換によって処理能力を増大する。
- (2) 中央の計算機とのデータ伝送量の増大に対して、中央給電指令所HITAC 8300のコアメモリを増設する。
- (3) 中央給電指令所にCathode Ray Tube(以下CRTと略す)制御用計算機(HIDIC 100)を中核としたCRT装置を設置す

る。図2はCRTの設置状態を示したものである。

(4) 多数の系統情報を効果的に計算機システムに取り込むために、中央給電指令所にデータ交換装置(HIDIC 500)を設置する。

(5) 水力発電所、制御所および古川橋給電所と中央給電指令所の間をサイクリックデータ伝送装置(CDT)で結び、水力関係のオンライン化を緊密にする。

(6) 中央からの指令により発電機出力の制御を行なうために、水力発電所に自動負荷調整装置(ALR)を設置する。

(7) 水力制御所および古川橋給電所に入出力端末装置を設置し中央の計算機に対して直接情報の送受を行なう。

また、これらの拡張にあたっては次のような考慮を払っている。

- (1) 中央給電指令所内の3台の計算機は相互に大量のデータの受け渡しが必要であるため、1語16ビット並列で高速にデータ転送の可能な計算機結合装置(CLC-P)を設置する。
- (2) 3台のCRTはそれぞれ、系統操作、需給調整および予想計算用に割り当てられているが、ハードウェア、ソフトウェアともに全く同じ機能を持たせて相互にバックアップを兼ねる。
- (3) CRTの画面のハードコピーは1台で共用するために、オンラインの専用タイプライタを設置する。
- (4) 運転員の直接のインタフェースとなるCRTの操作の簡便化を図るために、重要な画面はワンタッチで表示できるC

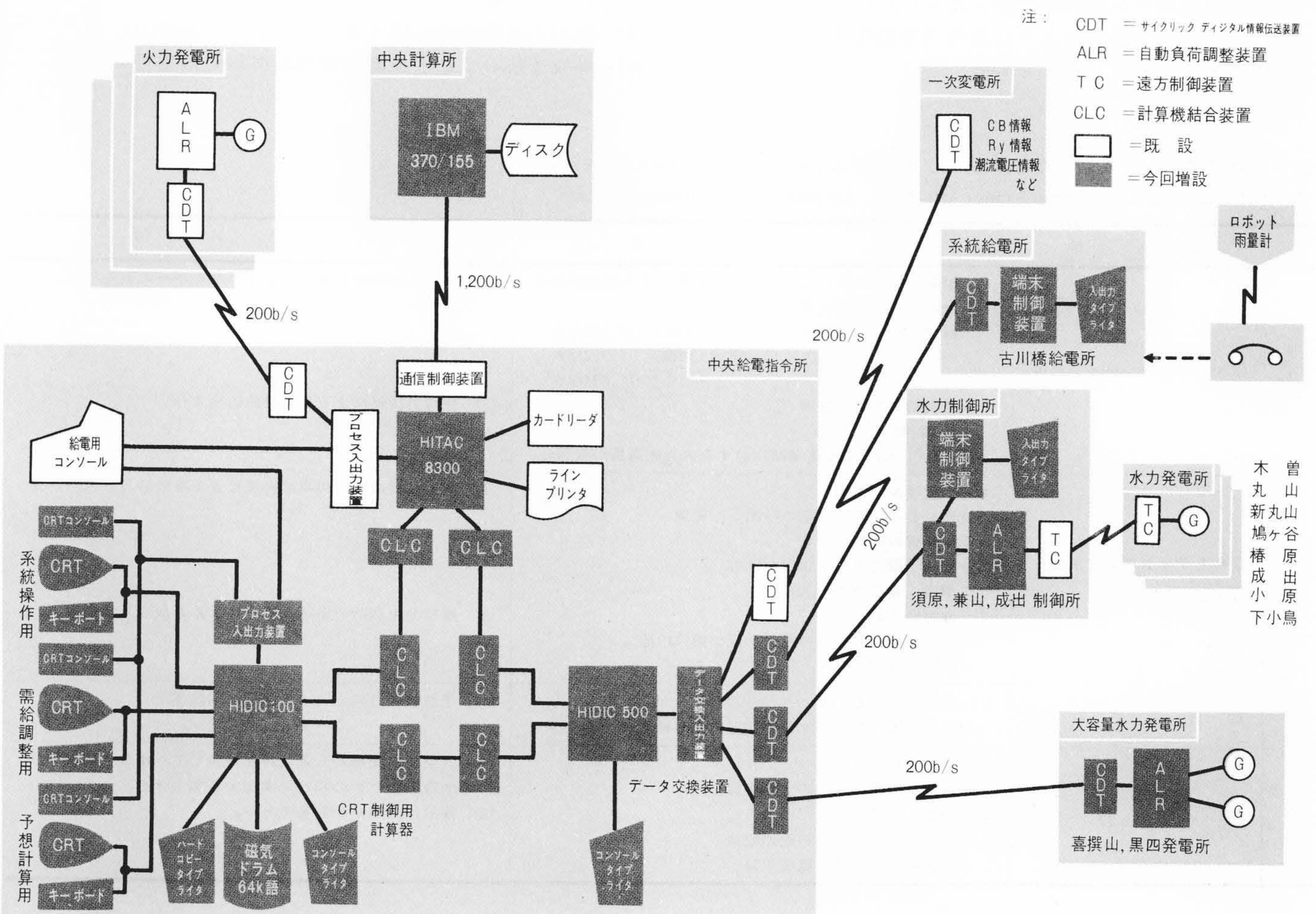


図1 システムの構成 システムの総合ブロック図を示す。

Fig. 1 Block Diagram of Automatic Dispatching System



図2 CRTおよびCRTコンソール CRTの前面にキーボードとCRTコンソールを配置して操作を容易にしている。

Fig. 2 CRT and CRT Console

R Tコンソールを設ける。

- (5) 水力制御所と古川橋給電所に設置される入出力端末装置は、装置の簡易化のために半固定プログラム方式を採用した装置（H I D I C 50）を使用する。

3.2 CRTの機能

自動給電システムのマンマシンインタフェースとしてC R Tは最も重要な装置であり、有効な運用を行なうためには単なる文字表示の機能にとどまらず、十分な機能を持ったものでなければならない。本システムではこの点を考慮して、次のような機能を持ったC R Tを採用している。

(1) 特殊記号

系統図、グラフなど直観的に内容を把握できる画面を表示するために、文字以外に特殊な記号が表示できるようにして、グラフィックな表示を行なう。

(2) ダブルメモリ

画面の表示密度を上げるために、表示バッファメモリを2組用意し、系統図に潮流の数字表示を重ねたり、重なる色の棒グラフを重ねて表示する。

(3) ブリンク

画面の中でも潮流異常値など特に注目させたい部分を点滅させる。

(4) カーソル スキップ

C R Tから計算機に入力する場合、キーボードから文字をキーインする都度、キーインされる位置を示すカーソルが画面上を移動するが、キーインが不必要な部分はカーソルの

移動をスキップさせて、キーイン操作を簡単にする。

4 計算機の業務分担

本システムは複数台の計算機が相互に密接な関係を持つマルチコンピュータシステムとなっているが、このようなシステムの場合、それぞれの計算機の機能を合理的に分担させて処理効率を向上させることが重要である。今回の拡張にあたっては、次のような点を考慮して分担を決めている。

- (1) 大容量ファイルが必要な計算、複雑な処理を必要とする計算などは、処理能力の大きな中央計算所の計算機で行なう。すなわち、翌日予想計算、オンライン制御計算などは、中央計算所の計算機で行ない、中央給電指令所の計算機は入出力処理のみを行なう。
- (2) C R T画面編集、オンラインデータのバッファリング、水力制御所、古川橋給電所の入出力端末装置とのデータ伝送などの中央給電指令所内の計算機の主要業務は、補助記憶装置（磁気ドラム）を持っているH I D I C 100で行なう。
- (3) 事故発生時の処理など、C D T入力に対応して高速処理が必要な業務はC D Tに直結しているデータ交換装置（H I D I C 500）で行なう。
- (4) 中央計算所とのデータ伝送に関する処理は、すべてH I T A C 8300で行ない、中央給電指令所の他の計算機では中央計算所とのデータ伝送をほとんど意識する必要のないようにする。

以下に、これらの分担のうち中央給電指令所の計算機の処理内容について説明する。

5 中央給電指令所の計算機の処理内容

5.1 C R T表示

C R Tはおもに系統監視に使用されるが、このほかに中央計算所の計算機へのデータ入力、給電記録データの入力、計算機システムの状態表示など、自動給電システムとしてのほとんどすべての業務に関するマンマシンインタフェースとして重要な役割を持っている。このため、表示画面は表2に示すように多種、多数となっている。これらの各画面には3けたの画面コードを割り当て、その1けためは画面の内容を示す大分類コードとして、この画面コードによって随時必要な画面を呼び出すことができるようにしている。なおC R T画面の編集は、オンラインデータに基づいて行なえるものは中央給電指令所で行ない、予想計算結果などのファイルが必要とするもの、あるいは複雑な計算処理の必要なものは、それぞれ中央計算所の計算機で行なうようにしている。

これらの画面のうち、系統監視に関するもののうちの数例について以下に示す。

5.1.1 平常時の系統監視

(1) 総需要の表示

給電運用の基本となる総需要については、過去、現在および将来にわたってその動向が十分把握できるデータが必要である。図2はこの一例であり、総需要の予想データと実績データを棒グラフで示したものである。その他現在総需要、最近1時間の3分ごとのデータなどが表示できる。

(2) 潮流電圧の表示

C D Tから入力される系統の各地の多数の潮流、電圧などは、運用者が常時監視することは不可能なので、計算機によって常時上下限監視し、上下限違反があればC R Tコンソールのランプを点灯して運用者に知らせ、違反要素を呼出し表示できるようにしている。上下限値は、平常時用、異常時用

表 2 CRT画面一覧表 CRT表示画面例を示す。

Table 2 List of CRT Display

内 容	中央給電所編集		中央計算所編集		画面数合計	画 面 例
	呼出しのみ	データ可変	呼出しのみ	データ可変		
総 需 要 関 係	3	0	12	4	19	現在総需要，総需要予測実績グラフ
ブロック安定化装置関係	2	"	1	0	3	BSC動作状況
信頼度監視関係	0	"	"	"	1	
潮流電圧監視関係	9	15	"	"	25	上下限違反潮流表，ブロック別潮流図，ブロック別潮流表
ダム水位関係	0	0	"	42	43	水位スケジュール，水位上下限
事 故 関 係	11	"	2	0	13	事故時リレー動作図，事故時しゃ断器リレー動作推移
火 力 関 係	0	"	1	76	77	火力上下限，急こう配制御用データ
中央計算所計算機メッセージ	"	"	4	1	5	オンライン計算警告メッセージ
計算定数関係	"	"	1	5	6	
記録関係（電力）	"	78	0	0	78	総需要表，発電所別電力量表
記録コード一覧	2	0	"	"	2	
水 力 関 係	21	"	1	31	53	発電所別スケジュール，実績表
記録関係（水位）	0	44	"	0	45	発電所別水位
予備力チェック関係	"	0	9	4	13	
中給計算機メッセージ	1	1	1	0	3	
合 計	49	138	36	163	386	

の2組が用意され、CRTからの指示によっていずれの状態でも監視できる。また、上下限値は、系統状況に応じてCRTから随時書き替えができる。なお、上下限違反が発生していない場合でも、ブロック別にその時々が表示できる。図4は潮流状況を系統図上に表わしたものである。

5.1.2 事故時の系統監視

系統事故が発生すると、CRTによって事故発生が優先的に中央給電指令所へ知らされる。この場合、しゃ断器、リレーの状態を個々に表示するだけでは、運用者の負担が大きく、的確に事故の内容を把握することは困難である。このため、事故時の情報を計算機で収集して集約表示することが有効である。

図5は事故点方向を示す画面で、事故発生時に取り込んだ事故点方向を示すリレー情報を矢印によって系統図上に示している。

また図6は、事故によって動作したしゃ断器とリレーの状態を動作した順番に収集した結果を表示したものである。

このほかに、事故発生時には、その事故前後の潮流、しゃ断器の状態などを収集し、事故時の系統状況を計算処理して把握できるようにしている。

5.2 数字表示器による系統監視

CRTは多くの目的に使用されるので、特に重要なデータはCRTとは別に常時監視できることが望ましい。このため次のデータについては常時監視盤の数字表示器に表示して容易に監視できるようにしている。

- (1) 総需要
- (2) 火力予備力
- (3) 水力予備力
- (4) 主要点潮流、電圧（80点中の3点を選択表示する）

5.3 給電記録データの収集

給電記録はこれまでほとんど電話連絡および手書きで行なわれており、運用者の負担にもなっていたので、計算機による自動化の効果は大きい。今回はまず、水力発電所のオンライン化に伴って、水力発電所関係の自動化を図った。

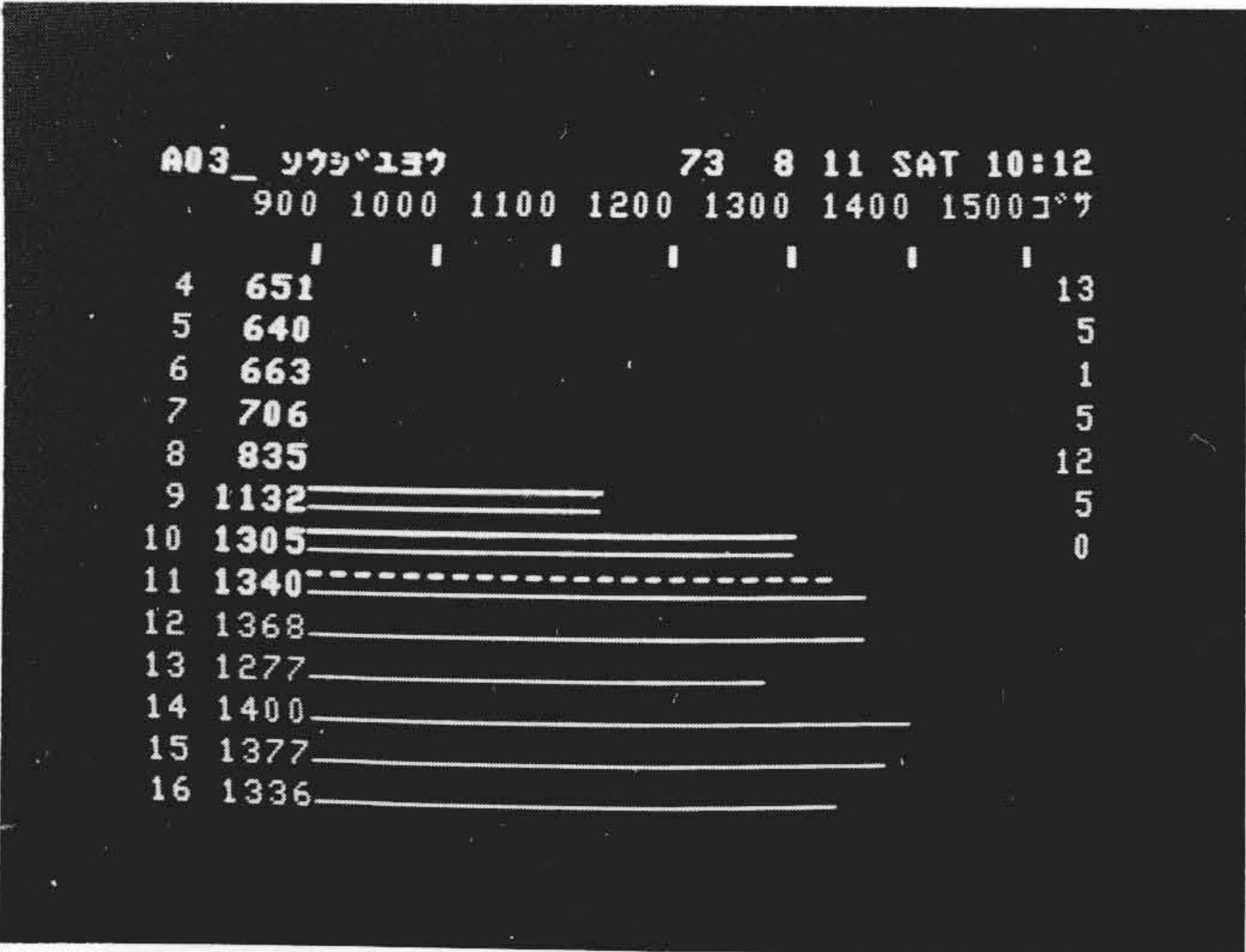


図 3 総需要のCRT表示 1時間ごとのスケジュール値と実績値がグラフ表示される。

Fig. 3 CRT Display of Total Load

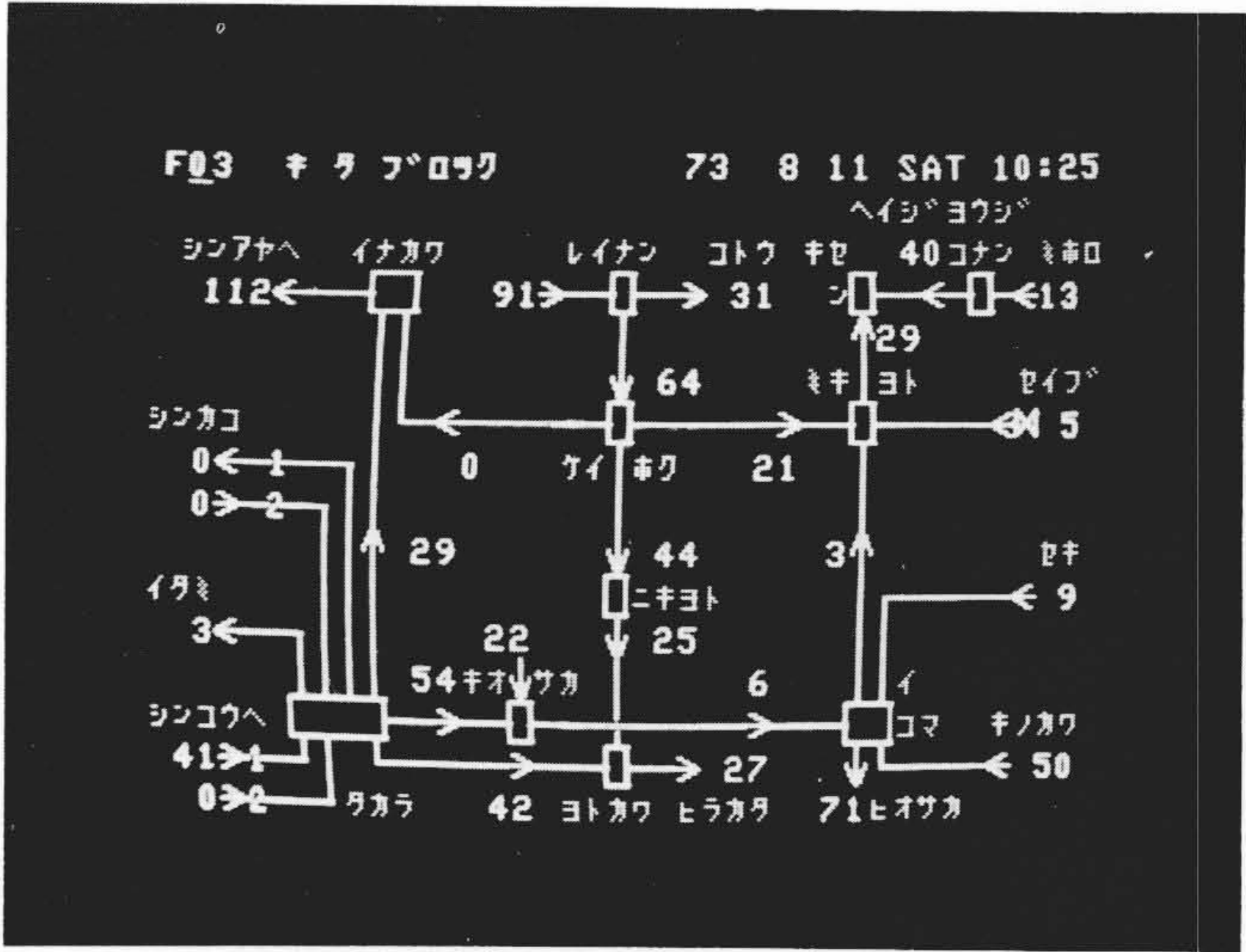


図 4 潮流状況のCRT表示 各地の潮流が上限値に対する比率に応じて色別に表示される。

Fig. 4 CRT Display of Power Flow Diagram

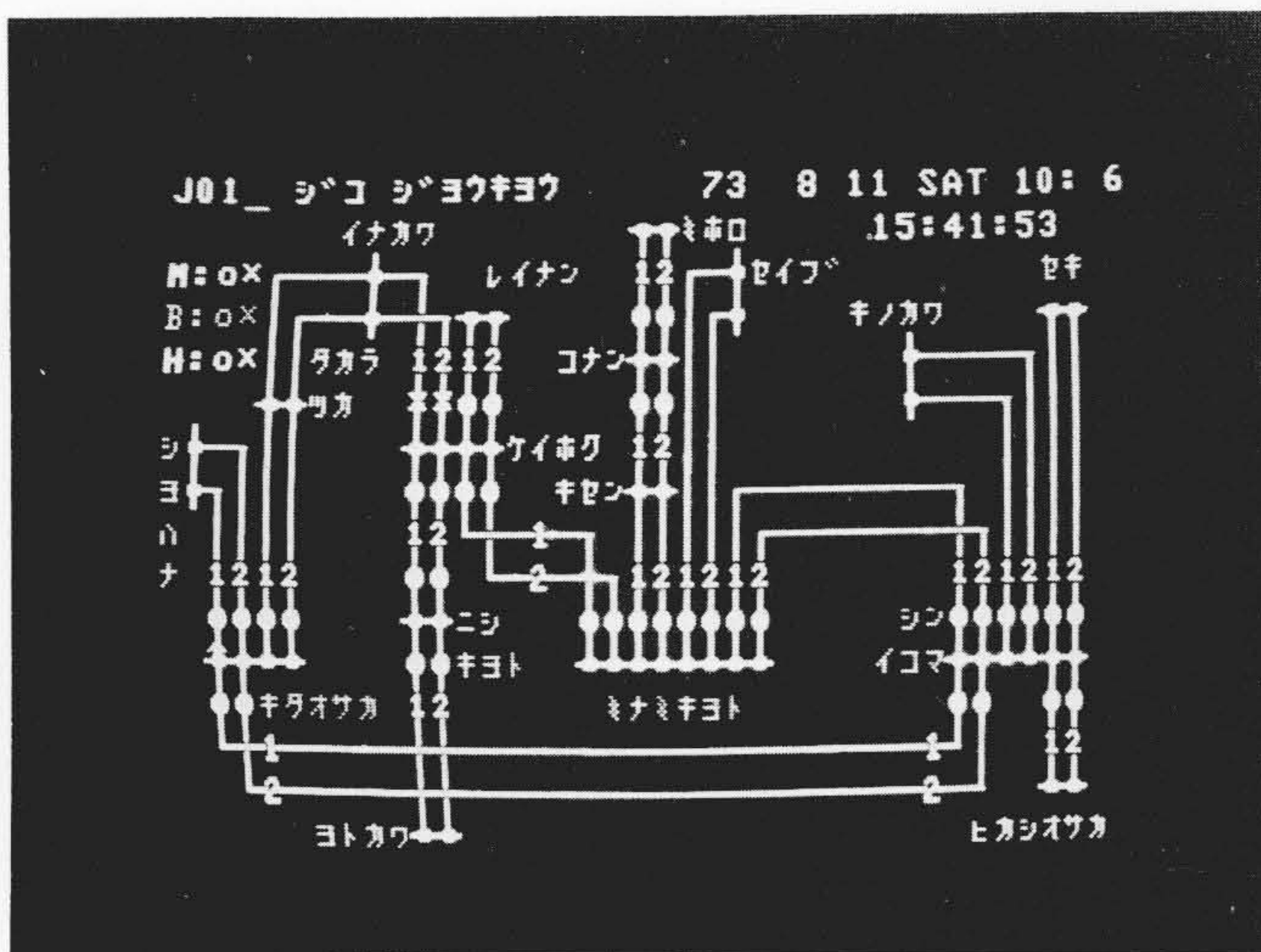


図5 事故点方向CRT表示 事故点方向は矢印で示され、しゃ断器の動作は主保護動作および設備保護動作が色別に表示される。

Fig. 5 CRT Display of Fault Direction

C D Tによって伝送される水力発電所の電力量および水位は、毎正時に計算機で収集され、随時中央給電所のラインプリンタに印字されるほか、系統給電所、水力制御所の端末装置から呼出し印字が可能である。なお、C D Tで伝送されないデータの入力、あるいはなんらかの理由で計測漏れとなったデータについては、C R Tキー インあるいは、系統給電所水力制御所の端末装置から紙テープ入力することができる。

5.4 データ交換⁽¹⁾

従来、系統情報の計算機への取り込みは、プロセス入出力装置を介して必要データのみを、必要なときに行なってきたが、この方式では情報量の増大と高速化に対処できないので今回データ交換装置を適用した。データ交換装置は、C D Tデータの計算機システムへの入力、出力および、ある方向からのC D T入力データを他の方向のC D Tへ転送するいわゆるデータ交換処理を、各回線のC D Tと同期して1語ごとに行なうものである。データ交換装置の適用によって膨大な量の系統情報が容易に計算機で処理できるようになった。データ交換装置で処理しているデータは、当初C D T約20回線600量程度であり、将来50回線程度まで容易に増設できる。

5.5 通信設備の監視

各地の通信設備の状態はC D Tで伝送されデータ交換装置に入力される。データ交換装置では、通信設備の故障発生、切替えなどの情報が入力されるとその都度コンソールタイプライタに記録し、設備保守の資料としている。

6 中央計算所の計算処理

処理能力の大きな中央計算所の計算機は、自動給電以外の各種の業務を行なっているが、自動給電に関する入出力は、すべて伝送回線を通して、中央給電指令所の計算機で行なっている。このうちおもなものを以下に示す。

(1) オンライン制御

3分ごとにE R (E L D配分要求量)、発電機出力などを入力し発電機出力指令値を出力する。配分計算は予測制御方式と、追従制御方式のいずれかが選択でき、いずれの場合も負荷変化のうち長周期分を火力で、短周期分を水力で分担し火力については等入法、水力については比例配分法によって負荷を配分することを基本としている。

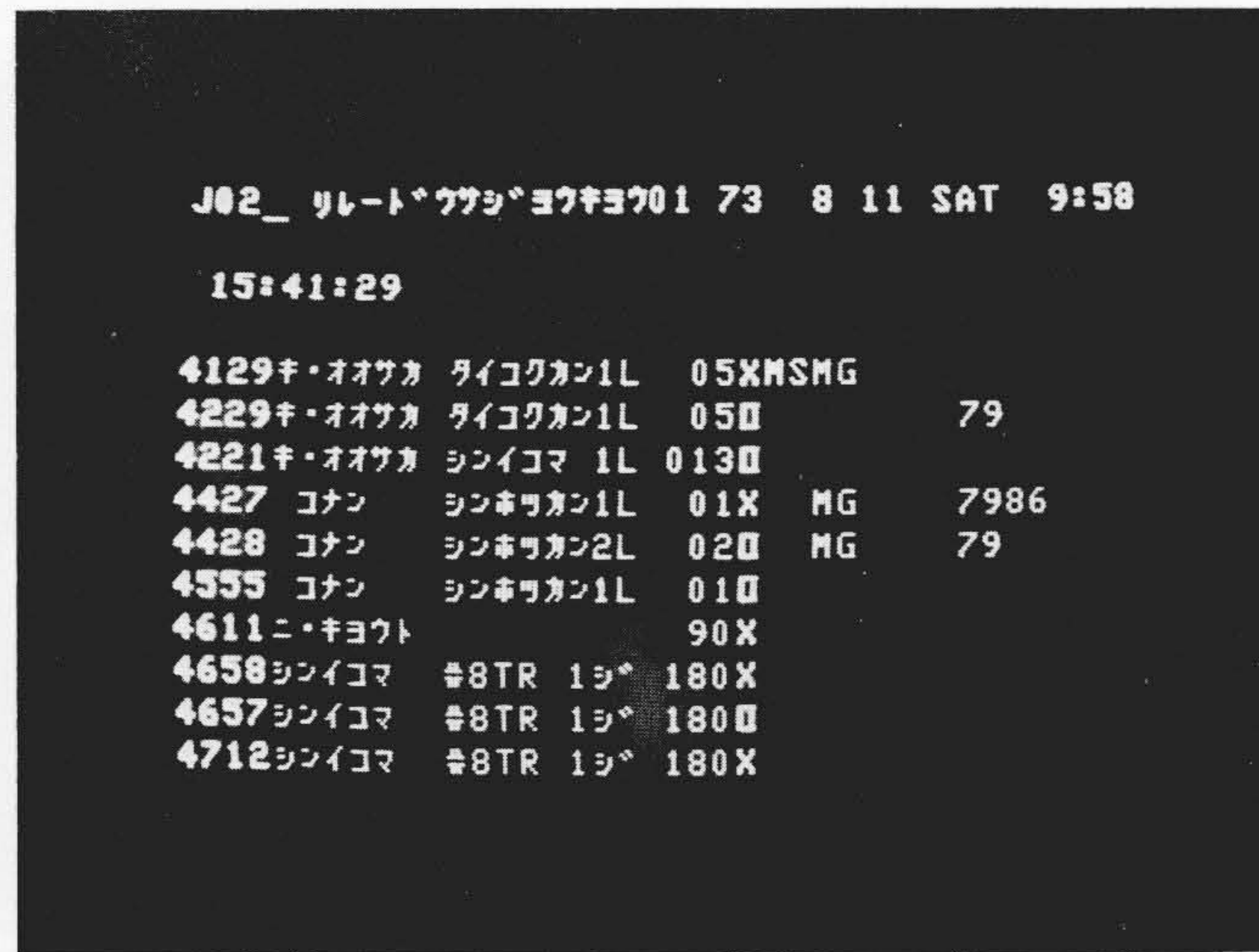


図6 事故時しゃ断器、リレー動作状況CRT表示 事故点の方向が矢印で示され、容易に事故点を知ることができる。

Fig. 6 CRT Display of Circuit Breakers and Relays at Fault

(2) 予備力計算

15分ごとに発電機出力などを入力し、そのときの予備力状況を知らせるC R T画面データを出力する。予備力に異常があれば、C R Tコンソールにランプ表示して運用者にC R T画面の確認を求める。

(3) C R T表示

中央計算所で編集する画面のコードを入力し、そのコードに対応した画面データを出力する。

(4) 翌日予想計算、その他カード入力業務

翌日予想計算などのカード入力のオフライン計算は、計算結果をラインプリンタに出力する。

(5) 現在潮流図、給電記録

それぞれ必要なオンラインデータを入力し、結果をラインプリンタに出力する。

(6) 入力端末データ処理

系統給電所および水力制御所の端末装置から紙テープで入力されるデータのうち、中央計算所での計算処理が必要なデータは、中央給電指令所から中央計算所に転送され、計算結果は、中央給電指令所を経由して端末装置へ送られる。

7 結 言

以上、今回運転を開始した関西電力株式会社の第二次自動給電システムの概要について述べた。

近年の給電運用は、系統規模の拡大、需給状況のひっ迫などきびしい状態が続く、今後ともよりの確、迅速な運用が要求されている。このような状況からみても、大幅な前進を遂げた第二次自動給電システムも、信頼度制御、予防制御など困難ではあるが、最終的には実現しなければならない段階への1ステップと考えるべきものである。今回の経験を足場として、次の段階への前進を考えたい。

終わりに、本システムの完成にご協力いただいた関係各位に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- (1) 中野ほか：「電力系統制御用データ交換システム」日立評論 52, 1146 (昭和45-12)