

東北電力株式会社納め

秋田系統制御所用計算機制御システム

Computer Control System for Akita Dispatching Center of Tohoku Electric Power Co., Inc.

東北電力株式会社では、電力系統を迅速かつ効率的に運用制御するため、電力系統のもつ階層構造に着目し、昭和43年に「指令と操作の一体化」を柱にした「中央制御—系統制御—集中制御」から成る三階層ビジョンを策定し、以来、総合自動化としてシステム化を図ってきている。

このたび、これらの総合自動化の一環として、秋田地区の系統制御自動化システムについて高性能の日立制御用計算機HIDIC 80-Eを導入したので、その計算機制御システムの概要について述べる。

秋田地区系統制御自動化システムは、一次、二次系統の運用計画業務と、154kV系統遠方制御を含む一次系の当日運用業務を分担する機能を持ち、昭和56年2月系統制御所発足を目的に、現在、秋田給電指令所でシステムの試験運用を行なっている。

1 緒 言

近年、電力系統の拡大、複雑化及び電源の多様化の中で、電力品質の確保とともに経済性、安全性を含めた系統運用の高度化及び運転員の業務量軽減が要請されている。

一方、電子計算機による系統制御などソフトウェア、ハードウェアにわたる諸技術の発達、発電所の遠隔監視制御、情報伝送技術の発達など、エレクトロニクスを中心とした技術革新は目覚ましいものがある。

東北電力株式会社は、昭和43年にこのような情勢変化を先見的に見通し、電力系統を迅速かつ効率的に運用制御するため、電力系統のもつ階層構造に着目し、「指令と操作の一体化」を柱にした「中央制御—系統制御—集中制御」から成る電力系統総合自動化を推進してきた。

系統制御自動化では、既に新潟、宮城、福島の各系統制御所を発足させ、現在、秋田系統制御所の昭和56年2月運用開始を目的に、系統制御自動化システムの試験運用を行なっている。本稿では、秋田地区系統制御自動化に関し、高性能の日立制御用計算機HIDIC 80-Eを中核とした系統制御計算機システムを開発製作したので、その概要について述べる。

この計算機システムは2台のHIDIC 80-Eから構成され、系統制御自動化業務を各々の計算機で分散して処理する一方、計算機異常時は待機バックアップを行なうなど、システム構成方法に多くの特長をもっている。

2 系統制御自動化システムの機能

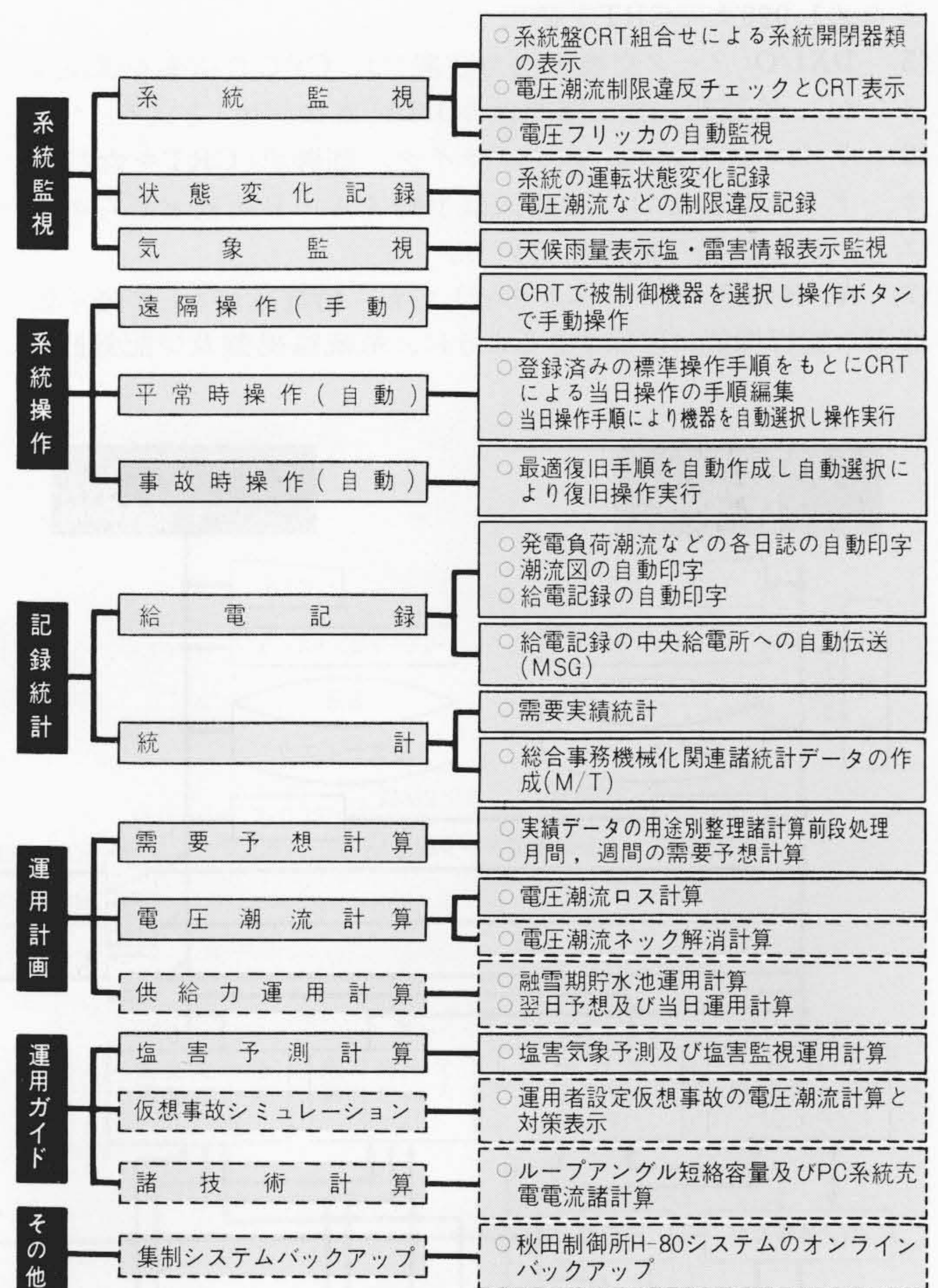
本システムの機能は図1に示すとおりである。

系統操作は、一次系154kV系統(275kVは将来)変電所の遠方制御を対象とし、当面平常時自動操作を行ない、その運用実績により将来事故時復旧自動化操作を行なう。

系統監視は、一次系統に加え、主要二次系統をも対象とし、超高压変電所、集中制御所などともCDT(サイクリックディジタル情報伝送装置)を介し有機的に情報結合をする。

運用計画では、記録統計処理を介して得られる管轄内の需給統計資料をベースに、短期及び長期の需要予測を行なうと

船木亨一* Kōichi Funaki
土田禎一* Teiichi Tsuchida
菊地栄吾** Eigo Kikuchi
塩永凱夫*** Yoshio Shionaga



注：略語説明など CRT(Cathode Ray Tube) M/T(Magnetic Tape)
MSG(メッセージ伝送) PC(Petersen Coil)
[] は、将来実施を示す。

図1 自動化システム機能 秋田地区系統制御自動化システムとして、制御計算機が行なう対象業務とその機能の概要を示す。

* 東北電力株式会社技術部 ** 東北電力株式会社秋田支店 *** 日立製作所大みか工場

ともに、電圧潮流計算により作業停止などの運用計画業務を行なう。

3 システム構成

3.1 計算機システムの構成

- 図2に本計算機システムの構成を示す。計算機は最新鋭の大形日立制御用計算機HIDIC 80-Eを二重系構成した高度なシステムであり、以下に述べるように多くの特長をもっている。
- (1) システム信頼性向上のため、CPU(中央処理装置)も含め共通部分を2系列とし、CPUはデュプレックスシステムに構成した。
 - (2) TC(遠方監視制御装置)との結合は、CPUに制御機能をもたせたCBSC(Computer Based Supervisory Control)方式としている。
 - (3) 補助メモリとして固定ヘッド磁気ディスクのほかに、統計処理やバックアップ用プログラムのメモリ用に磁気テープを採用した。
 - (4) スケルトンなどの表示用として高密度4,032文字カラーCRT(Cathode Ray Tube)を使用し、遠方制御する機器は、ライトペンにより4,032文字CRTから機器の直接選択を行なう。また、故障表示、操作手順については、文字を見やすくするため1,920文字CRTを使用した。
 - (5) DXI/O(データ交換入出力装置)は、CPU負荷率を低減するために、状態変化検出機能付のDMA(直接記憶)方式とした。
 - (6) ラインプリンタ、タイプライタ、制御卓(CRTを含む)カードリーダーなどは、自動又は手動でA、B系列どちらのシステムにも接続可能としている。
 - (7) A、B両系のシステムが停止しても、給電業務として最小限必要な監視機能は確保できるように、系統監視盤及び記録計盤

を本計算機システムには独立して表示できるようにしている。

(8) ソフトウェア保守のため記号入力、リスト入力、カード入力などを用意して設備時のデータ変換が容易にできるようにしている。

3.2 計算機の機能分担

(1) 計算機の業務分担

系統制御システムとして、

- (a) オンライン計算機ダウン時のバックアップ
- (b) ソフトウェア保守の容易性
- (c) オンライン系業務の信頼性、高処理性を確保するため、オフライン業務とオンライン業務の処理の分散

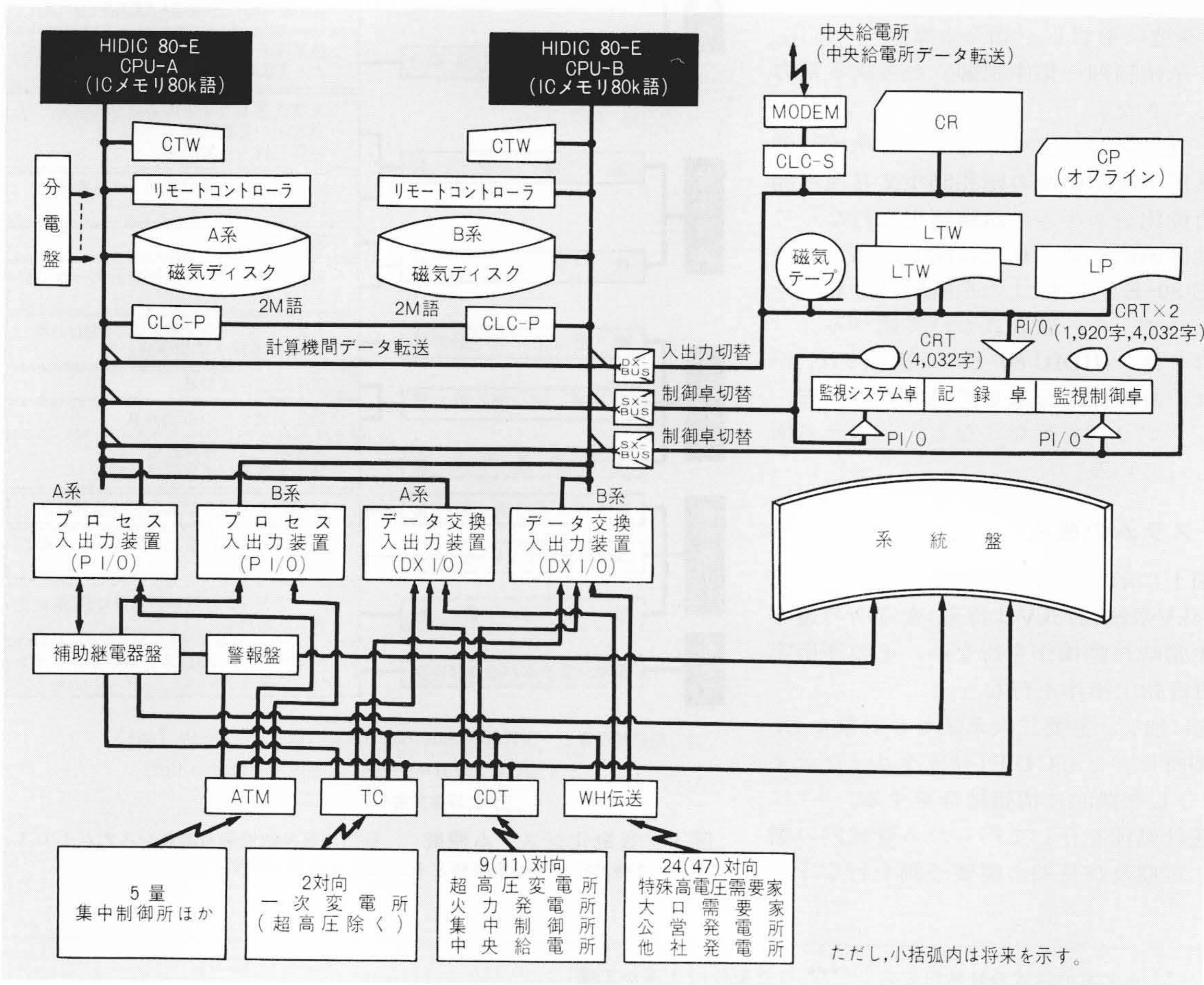
を考慮して、待機バックアップ可能で平常時は業務処理を分担する「ロードシェアデュプレックス方式」の二重系システムとした。図3に処理機能の分担状況を示す。A系列、B系列2台の計算機はいずれもオンライン、オフラインに切り替えられるように全く等価な機能を持ち、モードだけが切り替わる方式をとる。

(2) オンライン情報の入力

CDT、ATM(アナログテレメータ)からオンラインで入力する情報は、DXI/O又はPI/O(プロセス入出力装置)を介してオンライン、オフライン両方の計算機に常時入力し、状態変化検出処理及び記録集計処理は両方の計算機で常時行ない、オンライン計算機のダウン時に備える。

4 計算機の構成制御

2台の計算機は全く同様の機能をもつが、システム卓の指定により、常時はオンライン、オフラインに機能分担する。両計算機の相互監視はPI/Oで行なう。異常発生時は、正常系が他系状態を認識しており、他系オンラインであれば、自動的



注：略語説明など
 CTW(コンソールタイプライタ)
 ATM(アナログテレメータ)
 CLC-P[通信制御装置(並列)]
 CLC-S[通信制御装置(直列)]
 DX-BUS(Dynamic X-BUS)
 SX-BUS(Static X-BUS)
 CR(カード読取機)
 CP(カードせん孔機)
 LTW(ロギングタイプライタ)
 LP(ラインプリンタ)
 TC(遠方監視制御装置)
 CDT(サイクリックデジタル情報伝送装置)
 WH(電力量)
 CRT(Cathode Ray Tube)

図2 秋田系統制御自動化システム概略構成図
 日立高性能制御用計算機HIDIC 80-Eを二重系構成したシステムの構成を示す。

ただし、小括弧内は将来を示す。

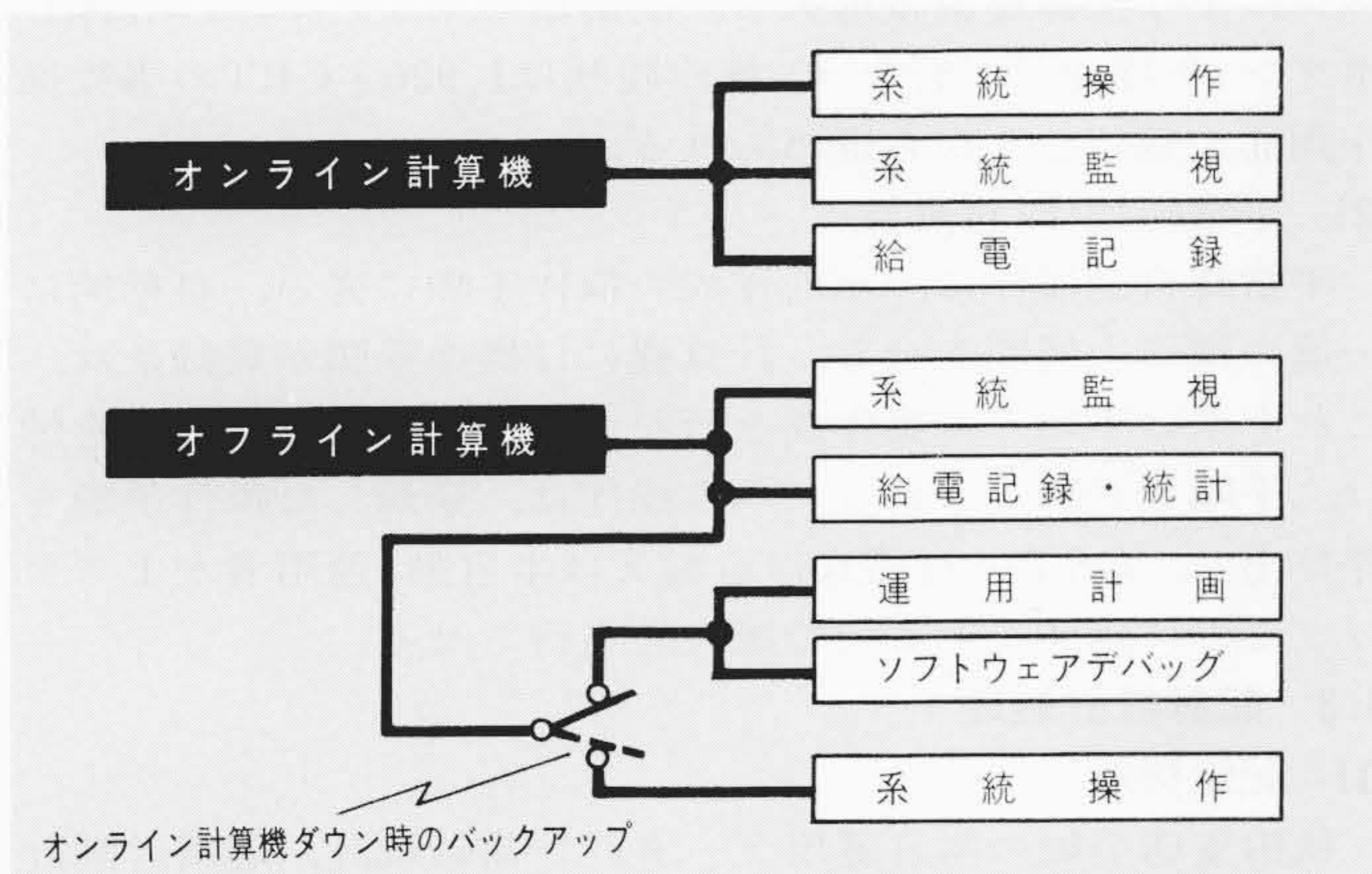


図3 計算機の機能分担 2台の計算機の機能分担を示す。オフライン側はシステム監視、給電記録は並行処理を行なうが、オンライン側のダウン時には、運用計画、デバッグ処理を切り捨て、システム操作業務をバックアップすることを示している。

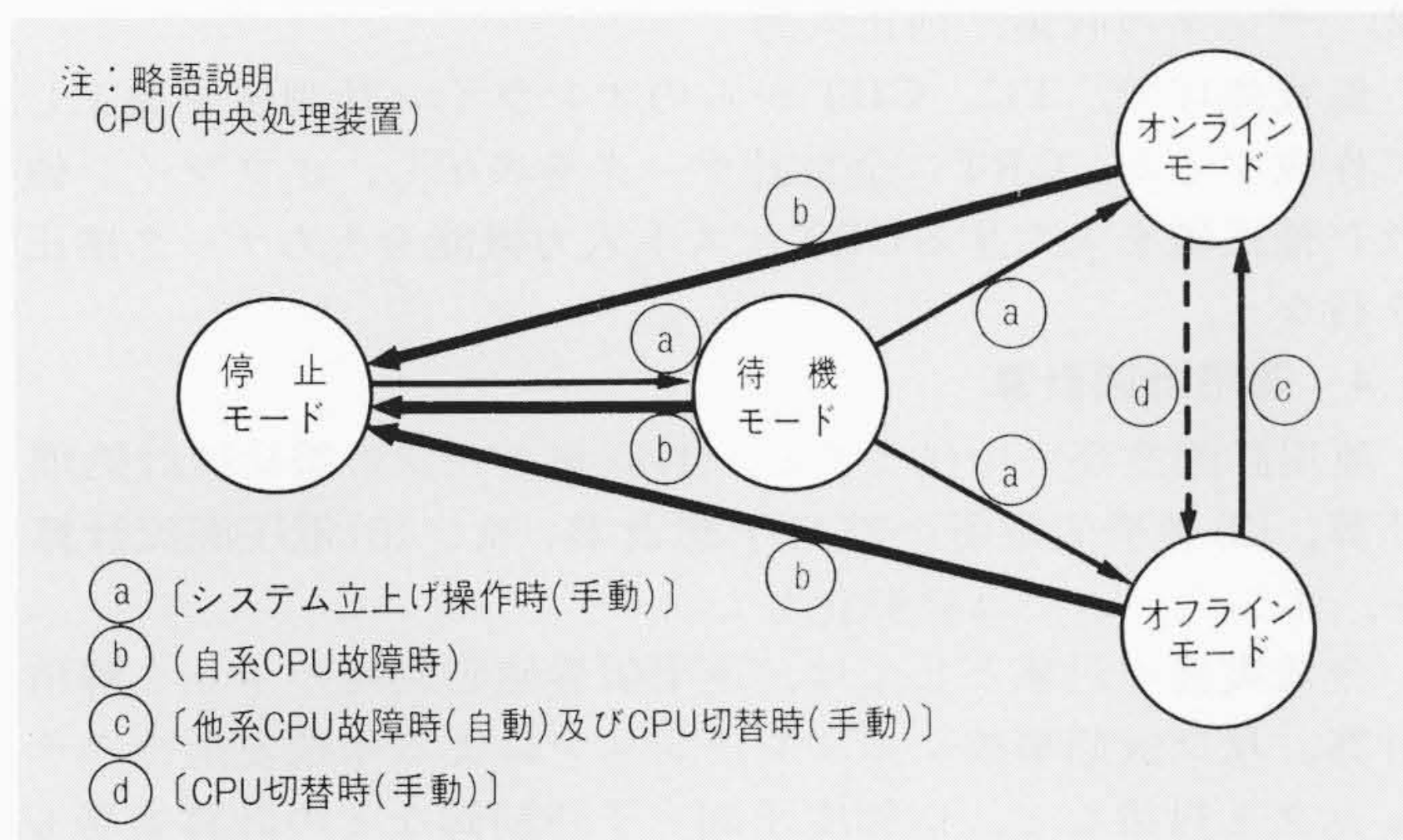


図4 CPUのモード CPUの運転状態を示す四つのモードの関係と、更にモードの推移状態を示す。

にオンラインに切り替わりバックアップするホットスタンバイ方式のデュプレックス機能をもたせている。システム区分をソフトウェアから見ると、

- (a) オンライン、オフライン両系とも同様な機能をもっているため両系ソフトウェアは全く同一である。
- (b) 系統情報入力、オンライン、オフラインのTC、CDTにかかわらず両系常時動作し、常に待機体制をとる。
- (c) 常時は両系データの一致は行なわず、時刻だけ同期する。

4.1 計算機の切替

(1) CPUのモード

CPUの運転状態をCPUの状態及び処理業務などにより、オンライン、オフライン、待機、停止の4種類のモードに規定している(図4参照)。

(a) オンラインモード

オンライン指定のTC、CDTなどからオンラインデータの入力処理を行ない、オンラインファイルの更新を行なう、系統監視、系統操作、記録のオンライン業務を分担する。

(b) オフラインモード

オンライン指定のTC、CDTなどについて、同様にオンラインファイルの更新までは行なうが、系統操作、記録編集印字出力などの業務処理は行なわない。主に運用計画計算、需給統計などのオンライン業務処理を行なう。また、オフライン指定のTC、CDTの処理を行ない、オンラインを模擬した試験などソフトウェアデバッグ業務を行なう。

(c) 待機モード

IPL(Initial Program Loutine)でシステムプログラムは動作しているが、業務プログラムが動作していない状態。

(d) 停止モード

故障又はCPU停止操作による不動作状態。

(2) CPUの推移状態

CPUの状態遷移図を図5に示す。

片系がオンラインモード動作中にダウンすれば、他系がオフラインモードであれば自動切替される。(CPU切替をロックすることも可)また、運用者指定により手動でCPU状態を切り替えることもできる。

4.2 各装置のオンライン、オフライン切替

(1) 制御卓の切替

各制御卓はCRTを含んで、各々がCPUとは個別のSX-BUS(共有バス)に接続されており、各制御卓ごとの指定によりオンライン、オフラインに手動切替でき、接続CPUダウン時には、自動的に中立状態に切り離され、制御卓からの再指定接続とする(図6)。

(2) I/O(入出力)機器の切替

補助記憶装置としての磁気ディスクはCPU系くり付けである。LTW(ロギングタイプライタ)はオンラインCPU側に自動切替され、LP(ラインプリンタ)は、両CPUに使用要求のつど自動切替される。ただし、共にシステム卓からの手動切替も可能である。CR(カードリーダー)とMT(磁気テープ)装置は、手動切替である。これら各入出力機器は、CPUのY-BUS(専有バス)とは個別のDX-BUS(共有バス)に接続され、各各独立にオンライン、オフラインCPUに切替が可能である。

(3) TC、CDTの切替

対向局ごとに入力はDXI/O、出力はPI/Oで系独立に接続されるが、オンライン、オフラインに手動切替で接続を認識させる。計算機への監視情報入力が不要の場合は、入力を中止できる。接続CPUダウン時は、自動的に中立状態に切り離される。

(4) CLC-S(通信制御装置)の切替

中央給電指令所とのメッセージ伝送を行なうが、記録統計業務に従属しているので、記録卓に従って切替が行なわれる。

4.3 計算機間データ転送

2系列のCPU間では、時刻を同期してオンライン入力を両

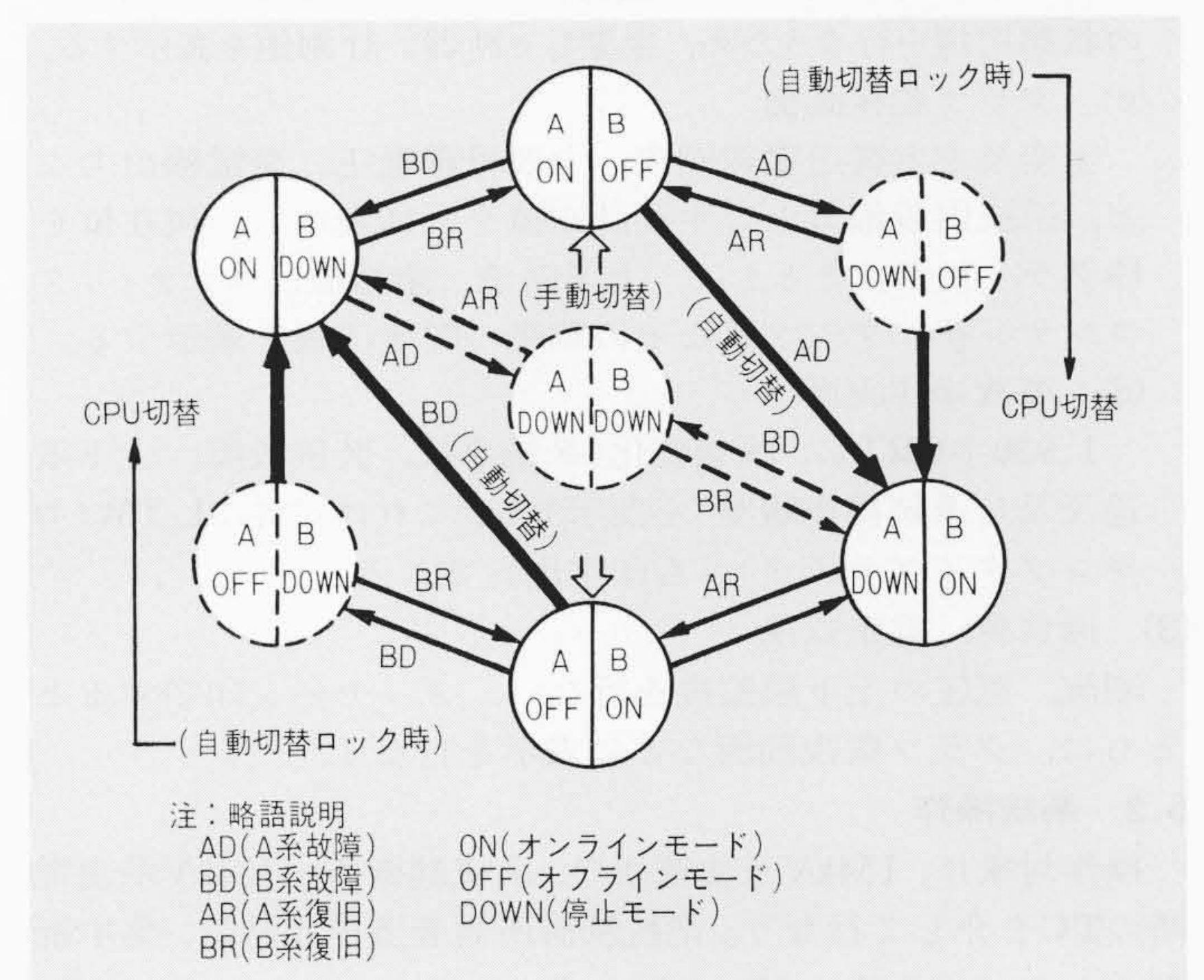


図5 CPUの状態遷移図 2台のCPUのモードの遷移状態を示す。特にオンライン系の故障時は、モードの自動切替が行なわれることを示す。



図6 秋田系統制御所監視制御室 室中央に制御卓を配置している。それぞれ右から監視制御卓、記録卓、監視システム卓と呼び、機能的に系統盤と調和したマンマシン設計としている。

系へ同時入力することによりデータの一致を図っているが、復旧時の記録ファイル、及び制御卓並びにCRTから入力されるデータは、計算機間で転送を行なう。両系計算機の分離及び独立性を確保するため、補助記憶装置のクロスコールによる転送を避け、CLC-P(計算機リンケージ制御装置)によりオンライン機からオフライン機方向だけの転送とした。

5 計算機の処理内容

計算機システムの主な処理内容について以下に述べる。

5.1 系統監視

(1) 系統盤表示

秋田県全域の一次系統及び主要二次系統の状態を表示し、TC、CDTからの直接表示とした。

(2) CRT表示

監視制御卓、監視システム卓に配置したCRTに表示を行なう。

(a) 電気所画面

4,032字CRTに単線図を表示し、しゃ断器、断路器などの情報及びバンク、送電線の潮流、母線電圧など常時計測情報を表示する。1,920字CRTには、その電気所に関する詳細故障情報を対にして表示する(電気所別故障画面)。

(b) 系統一括画面

4,032字CRTに、秋田県全域一次系(154kV以上)及び二次系(御所野系、大館系など主要66kV系)を表示し、系統全体の状態把握を行なうため、主要しゃ断器、計測値を表示する。

(c) グラフ監視画面

主変及び主要送電線潮流、主要母線電圧、発電機出力など、系統内設備ごとに主要計測値を一括表示し、現在値を棒グラフで示すとともに、上下限值、余裕値、スタティックコンデンサ、タップ値などの監視の関連情報を表示する。

(d) 事故操作画面

1,920字CRTに、状態変化(系統事故、装置故障、上下限違反及び系統操作履歴)を表示する。これは同時にLTW(ロギングタイプライタ)へも印字出力される。

(3) 過負荷、電圧監視

潮流、電圧の上下限監視を行ない、メッセージ印字するとともに、グラフ監視画面などに表示を行なう。

5.2 系統操作

操作対象は、154kV系変電所で、系統制御所⇄154kV系変電所のTCを介して行なう。系統制御所側装置停止時は、集中制御所からバックアップして行なう。

(1) 遠隔操作(手動)

監視制御卓の4,032字CRTに電気所を選択表示し、ライト

ペンにより機器を直接選択し、制御卓のマスタスイッチ(押しボタン)を操作して行なう。操作履歴は1,920字CRTの事故操作画面で確認しながら進められる。

(2) 平常時操作(自動)

平常時自動操作は、事前作成の操作手順に従い、自動的に一連の操作を展開させる。計算機には標準手順が登録され、これを基に手順の編集作成を行ない、操作月日及び時刻を付け、手順登録がなされる。当日操作は、登録した操作手順を呼び出し、CRTと対話式に自動又は半自動(運用者が1ステップごとに確認をとる。)で操作を実行させる。

5.3 記録統計処理

(1) 記録機能

秋田支店全域の当日運用データ及び需給統計、運用計画計算に必要な諸データを収集、編集処理し、LP(ラインプリンタ)に記録をとる。各日誌は、記録卓からの印字指示により集計処理後印字されるが、一方、伝送指示により中央給電指令所へも必要情報が伝送される。

(2) データの収集、補正入力

監視処理で、TC、CDTからのオンライン計測値を加工して作成するが、CRTに全集計データを表示し、オフライン値及び補正值を入力するCRTリスト入力機能を持ちデータ補正を行なう。

5.4 運用計画計算

運用計画業務の中核である。(1)収集データの需給統計処理計算、(2)各発電電所の需給予想計算、及び(3)電圧潮流計算を、本システムでは自動化した。

今後実施の対象としては、運用限界値超過時のネック解消計算、及び仮想事故シミュレーションによる系統安全性のチェックと対策など、信頼度予測・予防制御などの計算業務も導入の予定である。

6 結 言

以上、今回試験運用を開始した秋田地区系統制御自動化システムについて述べた。本システムは、約1年で仕様検討、詳細設計及び製作試験を終わり、昭和55年1月現地に搬入され、同3月末からは試験運用を開始し、昭和56年2月系統制御所発足の予定である。極めて短期間で仕上がったのは、東北電力株式会社の運用実績に基づく処理機能の標準化を推進したことが効果の一つであるとともに、高性能日立制御用計算機HIDIC 80-Eの豊富なユーティリティと合わせ、電力系統制御用として開発したCRT管理、出力管理など標準ソフトウェアを駆使した技術の支えも見落とせない。本稿は誌面の都合によりこれらソフトウェアシステムについては割愛させるを得なかった。

本システムの完成は、近年の電力系統運用の拡大、制御機能の集中化の環境の中で、より効率的かつ迅速な運用制御が期待でき、秋田地区電力系統運用に大幅な前進が図られるものと確信する。

今後、系統制御所の役割は、系統拡大や環境条件の変化によりますます拡大するものと思われるが、更に高度な系統制御技術の開発にいつそうの努力を重ねていく必要があると考える。

終わりに、本システム完成に御協力、御指導いただいた関係各位に対し、厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 1) 平河内、外：最近の電力系統制御用計算機システム、日立評論、61、551～554(昭和54-8)