

高速デジタル網管理における 構成管理・障害管理同期方式の開発

影井 隆 新内 浩介 中村 勤 鈴木 三知男 佐々木 良一

(株)日立製作所システム開発研究所

高速デジタルネットワークのネットワーク管理システムを試作開発した。この管理システムは多重化装置の構成情報を設定・変更する構成管理機能と、多重化装置にポーリングをおこない、障害情報を収集し、障害を検知・診断する障害管理機能を持つ。本論文では、この管理システムを例に、障害管理機能が構成管理機能に依存しているという構成管理機能と障害管理機能の関係を明らかにし、ネットワーク構成変更時のこれらの機能間の同期の必要性を示す。開発した管理システムではネットワーク構成の運用状態を二階層で表現すると共に、構成管理機能と障害管理機能間の同期制御を、HALT、REMAKE、RESTARTの3種の制御命令で実現した。これら制御命令をもちいたシーケンスの具体的な運用を例に示す。

Development of synchronous method between the configuration
management and the fault management in high speed digital network

Takashi Kagei, Kohsuke Shinnai, Tsutomu Nakamura,
Michio Suzuki and Ryoichi Sasaki.

Systems Development Laboratory, Hitachi Ltd.
1099, Ohzenji, Asao, Kawasaki, Kanagawa, 215, Japan

This paper describes the relationship between the configuration management and the fault management of network. This paper also describes a necessity of synchronization between the configuration management and the fault management. Therefore, the administrative states of the network are defined and expressed by the hierarchical structure, and three kinds of synchronous commands, that is, HALT, REMAKE and RESTART, are defined. Finally, this paper shows examples of sequences between the configuration management and the fault management that use these commands.

1. はじめに

情報通信ネットワークの大規模化に伴い、ネットワークの構成や、そこに発生する障害を管理するネットワーク管理機能が重要なものとなってきている。ネットワーク管理機能は、一般に構成管理機能、障害管理機能、性能管理機能、課金管理機能、機密管理機能に分類され、それぞれの機能について検討されている⁽¹⁾。しかし、各管理機能間の関係については従来あまり検討されていなかった。たとえば、通信機器に障害が発生した場合、障害管理機能がその障害を検知し、構成管理機能がその通信機器を予備系に切り替えるというように、構成管理機能と障害管理機能は相互に密接な関係を持っている。本論文では、高速デジタルネットワークを例にして、構成管理機能と障害管理機能との関係を明らかにしたのち、今回試作した高速デジタル網集中管理システムにおいて実現した同期方法について報告する。

2. システムの構成

図1に高速デジタルネットワーク（以下、単にネットワークと略す）の構成例を示す。このネットワークは、高速多重集配信装置（以下、高速TDMと略す）、高速デジタル回線、リモート制御装置、高速デジタル網

集中管理装置（以下、管理装置と略す）から成り立っており、それぞれ以下に述べる機能を持つ。

高速TDMは、

- (1) 複数の加入者からのデータを多重化し、中継回線である高速デジタル回線に対して送信する。
- (2) 中継回線からのデータを各加入者に振り分ける。
- (3) 中継回線からのデータを他の中継回線に中継する。

これらの機能はタイムスイッチ（TSW）によって実行されるが、このTSWが多重化や中継のために参照する情報のことをTSW情報と呼ぶ。高速TDMはTSW情報をフロッピィ・ディスク上に複数持つことができるので、加入者間の接続状況や障害の発生状況に応じて、

- (4) 管理装置からのコマンドによりTSW情報を選択することができる。

これにより、加入者間の接続を変更したり障害発生個所を迂回するように加入者のデータを流すこと、すなわちネットワークの構成を変更することができる。また、高速TDMは自分に接続されている高速デジタル回線や加入者回線の回線状態をモニタしており、

- (5) 管理装置からの要求によりこれらの回線の回線状態を応答することもできる。

この情報を本論文ではステータス情報と呼ぶ。

リモート制御装置は、パケット交換の機能を持ち、管理装置と高速TDM間でやりとりされるTSW情報やス

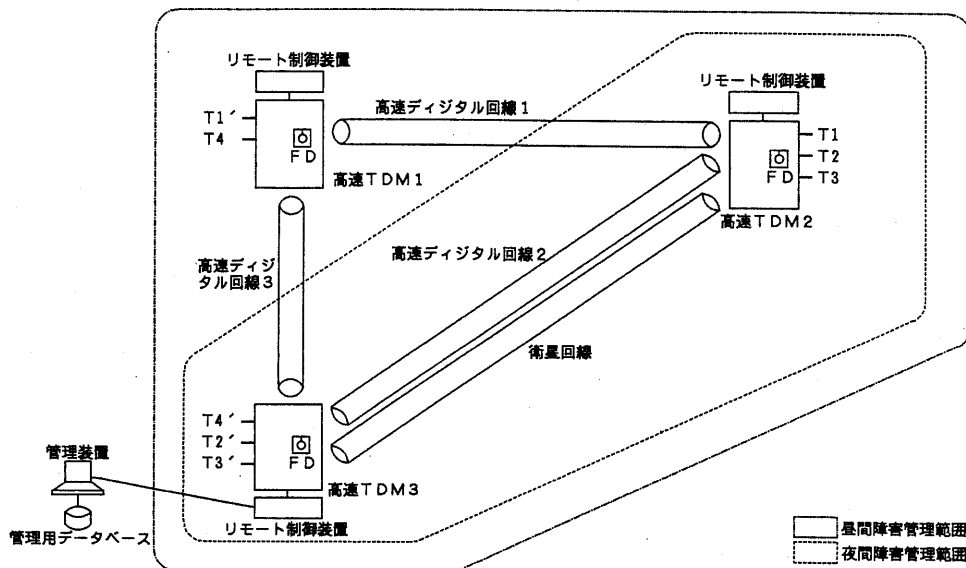


図1 高速デジタルネットワーク構築例

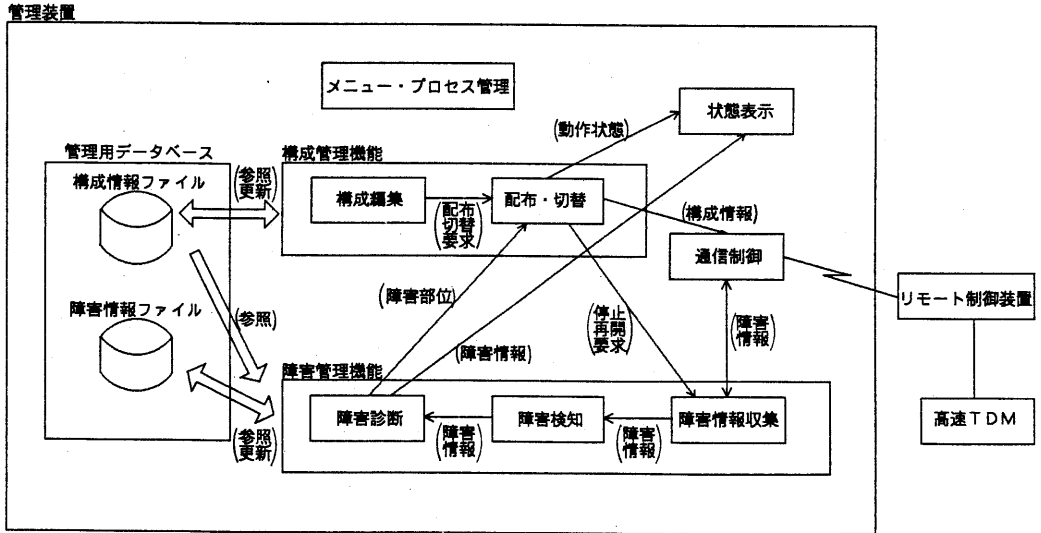


図2 管理装置のソフトウェア構成

データ情報といった管理情報を中継する機能を持つ。

管理装置はネットワーク管理機能として構成管理機能と障害管理機能を持っている。構成管理機能は設備情報や接続運用情報といった構成情報の管理をおこなう。ここで設備情報というのは、ネットワークを構成する高速TDMや高速デジタル回線、およびそれらの相互接続関係に関する情報である。また、接続運用情報というのは、加入者間の接続関係や加入者のデータの流れる経路に関する情報であり、具体的には前述のTSW情報である。本管理装置では、これらの情報に必要なパラメータを入力することによりTSW情報を自動作成し、各高速TDMに配布したり、適当なTSW情報に切り替えたりする。障害管理機能は、各高速TDMよりステータス情報やログ情報を収集し、ネットワークに発生した障害を検知・診断する。

管理装置のソフトウェア構成を図2に示す⁽²⁾。構成管理機能は、構成情報編集（構成編集）モジュール、構成情報配布・切替（配布切替）モジュールより成り立っている。障害管理機能は、障害情報収集モジュール、障害検知モジュール、障害診断モジュールより成り立っている。そして、高速TDMとこれら各モジュール間の通信は、通信制御モジュールによって制御されている。また、ネットワークの状態を表示するための状態表示モジュールや、それぞれのモジュールの実行状態を管理したり、オペレータへのインタフェースを提供するメニュー・

プロセス管理モジュールを持つ。これら各モジュールはそれぞれ独立したプロセスとして実現され、並行動作する。そのため、プロセス間通信をおこなうことによりプロセス間の同期をとっている。また、各モジュールで共通に使用される情報、すなわち、設備情報や接続運用情報は構成情報ファイルに、ステータス情報やログ情報は障害情報ファイルにまとめられ、管理用データベースとして扱われる。

3. ネットワーク管理方法

3.1 ネットワーク管理方法の概要

本システムのネットワーク管理の基本方式は次のとおりである。

- (1) 各高速TDMのTSW情報を、管理装置の構成編集モジュールをもちいて作成する。
 - (2) 作成されたTSW情報を配布・切替モジュールをもちいて配布する。
- そして、ネットワークに障害が発生した場合など、
- (3) 各高速TDMを適正なTSW情報に切り替えネットワークの構成を変更する。

以上のようにしてネットワークの構成管理をおこなう。

また、障害管理は次のように実行される⁽²⁾。

- (1) 障害情報収集モジュールは各高速TDMに順次ポーリングをおこなってステータス情報を収集し、障害検知モジュールに通知する。
- (2) 障害検知モジュールでは受け取ったステータス情報を解析してネットワークに発生した障害を検知する。

ステータス情報は障害診断モジュールにも通知され、

- (3) 障害診断モジュールでは障害部位の切り分けをおこない、障害部位を配布・切替モジュールに通知する。

3.2 ネットワーク運用方法

ネットワークの障害管理機能を考察する場合、ネットワークの運用について考慮する必要がある。したがってこの節ではネットワークの運用方法について述べる。図3にネットワークの運用例をあらわす。図3(1)は昼間の正常時の運用状態である。昼間は加入者T1、T2、T3、T4、T1'、T2'、T3'、T4'がネットワークを使用し、すべての高速TDMには電源が入っている。そして、図3(2)のように高速デジタル回線2に障害が発生した場合には、その回線を衛星回線に切り替える。夜間は、図3(3)のように加入者T1、T4、T1'、T4'はネットワークの利用を停止し、高速TDM1は電源を落される。

この例から示されるように、ネットワークの運用を変更すると、ネットワークの構成が変更されることがわかる。また、ネットワークの運用を決定する要因は、

- (a) 加入者やネットワーク設備の利用状況、
- (b) 障害の有/無及び障害部位、

の2点であることがわかる。ところで(a)を要因とする運用の変更と(b)を要因とする運用の変更は意味的に異なる。というのは、障害管理の立場で考えた場合、障害の管理対象を(a)では変更する必要があるが、(b)では変更する必要がないためである。

たとえば本管理システムではポーリングの対象が障害管理の対象となるが、図3(1)や(2)の場合はすべての高速TDMがポーリングの対象となり、図3(3)の場合は高速TDM1以外の高速TDMがポーリングの対象となる。したがって、構成管理機能においてネットワークの運用状態を管理する場合、障害管理機能も考慮した管理方式を定める必要がある。

本システムではネットワークの運用状態に運用情報を対応させており、個々の運用情報には運用情報番号を割りあてている。前述のようにネットワークの運用を決定する要因は2点あるので、本システムではこの運用情報番号をm-nのように二階層表現とする方式を採用した。ここで、mを運用情報ナンバと呼び、加入者の利用状況などが異なればこの番号が異なるようにする。nは運用情報サブナンバと呼ばれ、障害部位が異なればこれが異

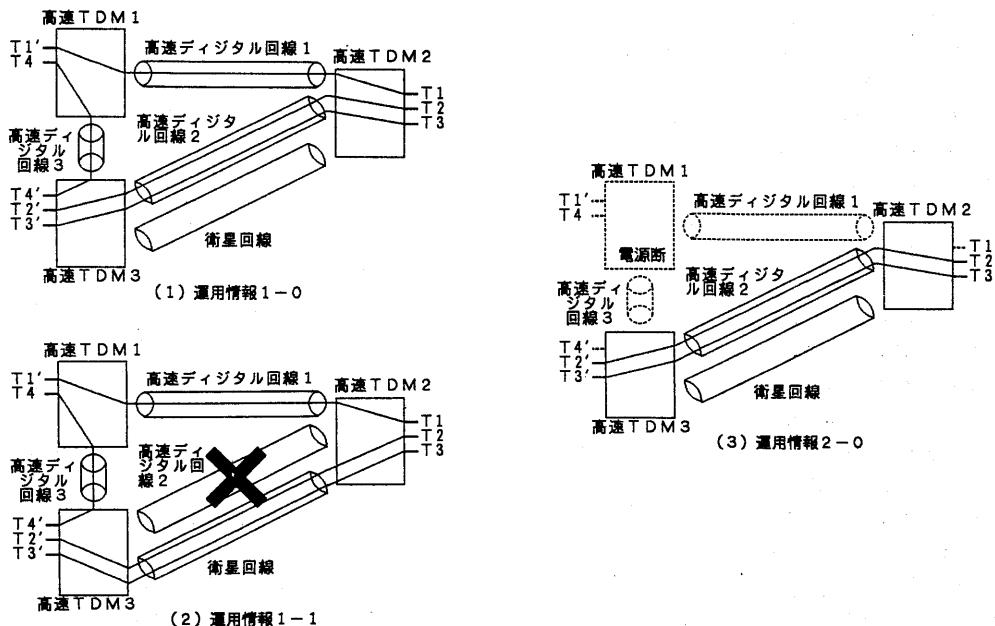


図3 ネットワーク運用例

なるようにする。ただし、正常時の場合は $n=0$ とする。この方式の利点については4.3節で述べる。

4. 構成管理機能と障害管理機能間の同期

4.1 構成管理機能と障害管理機能間の同期の必要性

3.2節においてネットワークの運用状態の変更が障害管理機能に影響を及ぼすことが示された。このことは構成情報を管理する構成管理機能と障害管理機能の間にはなんらかの制御命令が必要なることを暗示する。本節では構成管理機能と障害管理機能との間の同期の必要性を述べる。

さて、図3(1)の状態から(3)の状態へネットワークの構成を変更する場合を考える。このとき障害管理機能と構成管理機能との間で同期をとらないと、電源を落された高速TDM1に対してあいかわらずポーリングをおこない、高速TDM1に障害が発生したという誤った判断をおこなうことになる。したがって、ネットワークの構成が変更される場合には、障害管理機能が構成管理機能と同期を取り、ポーリングの対象を変更する必要がある。

そのほか、ネットワークの構成変更時にすべての高速TDMのTSW情報が同時に変更されるわけではない。したがってこの場合、ネットワークには変更前のTSW情報と変更後のTSW情報が混在することになり、このような状態でステータス情報を収集しても、誤って障害

発生と検知・診断する可能性がある。よってこうした問題に対しても対応するためにも構成管理機能と障害管理機能の間で同期をとる必要がある。

4.2 構成管理機能と障害管理機能の同期方式

4.1節で構成管理機能と障害管理機能との間の同期の必要性を述べた。ここでは試作した管理装置で実現した同期方式について述べる。

同期方式の基本的考えは、構成管理機能が障害管理機能の動作を制御するというものである。このため、構成管理機能から障害管理機能への制御命令、すなわち、REMAKE、RESTART、HALTの3種を定めた。これらの制御命令により、障害管理機能は以下の動作をおこなう。すなわち、

- (1) HALT命令によりポーリングを停止する。
- (2) REMAKE命令、RESTART命令によって、停止したポーリングを再開する。さらに、REMAKE命令ならば、ポーリングの対象を変更する。

これらの制御命令を3種とした理由を以下説明する。

前節で指摘したように、構成変更中にステータス情報を収集すると、障害の検知・診断を誤る可能性があるので、構成変更中はポーリングを停止しなければならない。そのためにはポーリングを停止・再開する命令が必要となる。

前述したように障害発生によるネットワークの運用の変更ではポーリングの対象を変更する必要がないが、加

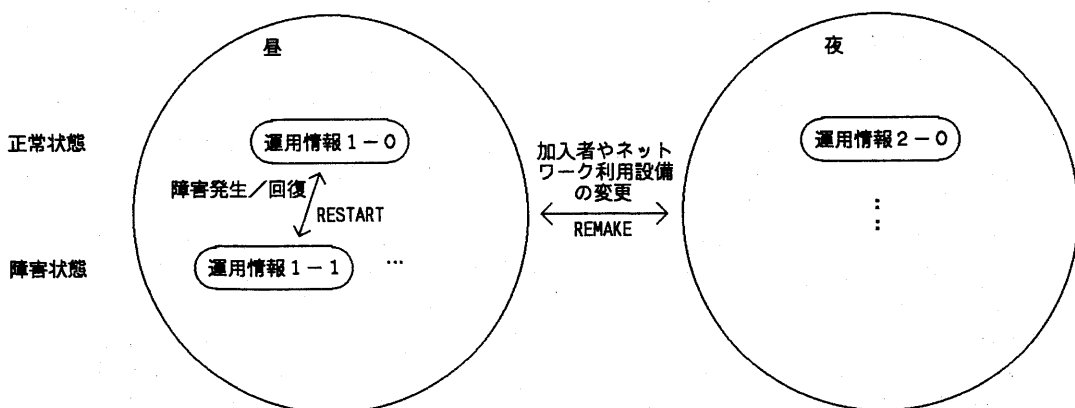


図4 運用状態状態遷移

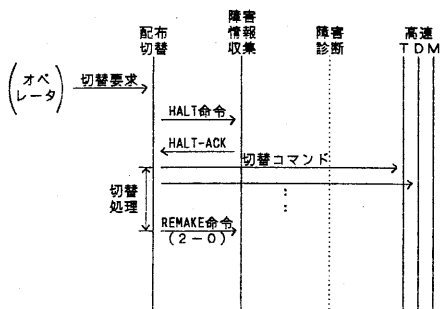


図5 切替処理動作シーケンス

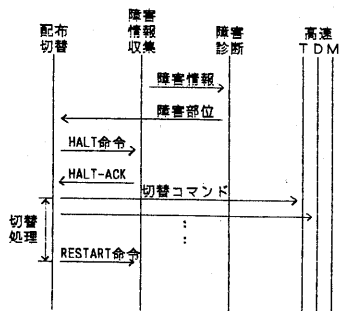


図6 切替処理動作シーケンス

入者やネットワーク設備の利用状況の変更による運用の変更ではポーリングの対象を変更する必要がある。このことを考慮して図3の運用例をもとにした運用状態の変更をあらわす状態遷移図を図4にあらわす。この図は運用状態の変更を状態遷移としてあらわしている。

図4に示されるように、障害発生による運用情報1-0 (図3 (1)) の運用状態から運用情報1-1 (図3 (2)) の運用状態への変更と、加入者やネットワーク設備利用状況の変更による運用情報1-0から運用情報2-0 (図3 (3)) への変更とは明らかに区別される。これらの状態遷移を区別する必要があり、再開命令をREMAKE命令とRESTART命令に区別した。また、停止命令はHALT命令とした。これらの制御命令をもちいた具体例を次節に示し、これら3種の命令で十分であることを示す。

4.3 構成管理機能と障害管理機能の同期例

図5はネットワークの運用が運用情報1-0から運用情報2-0に変更される場合 (すなわち、3.2節の運用情報番号 $m-n$ において、運用情報ナンバ m が変化する場合) の制御命令のシーケンスである。オペレータから構成変更の要求 (切替要求) があった場合、

- (1) まず構成管理機能から障害管理機能に対してHALT命令を発行する。
- 障害管理機能はHALT命令を受信すると、
- (2) 高速TDMに対するポーリングを停止し、
- (3) 構成管理機能にHALT-ACK (HALT命令に対する応答) を返す。

構成管理機能はHALT-ACKを受信してから、

- (4) 各高速TDMに切替コマンドを発行してTSW情報を変更し、ネットワークの構成を変更する。

そして、その処理が終了したのち、変更前の運用情報番号を調べ、運用情報ナンバ m が変化するので、

- (5) 障害管理機能にREMAKE命令を通知する。
- REMAKE命令はパラメータとして構成変更後の運用情報番号を持っており、この場合はこのパラメータ値として2-0がはいっている。障害管理機能がREMAKE命令を受信した場合、

- (6) 運用情報2-0のネットワークの構成にもとづいてポーリングの対象となる高速TDMのリストを作成し、このリストにもとづいてポーリングを再開する。

図6はネットワークの運用が運用情報1-0から運用情報1-1 (図3 (2)) に変更される場合 (すなわち、運用情報番号 $m-n$ において運用情報サブナンバ n が変化する場合) のシーケンスである。このようなネットワークの構成変更は、オペレータからの要求時と、ネットワークに障害が発生したときにおこることが考えられるが、このシーケンスでは障害発生時の場合をあらわしている。ネットワークに障害が発生した場合、障害管理機能から障害部位が構成管理機能に通知される。構成管理機能がHALT命令を発行してから、ネットワークの構成を変更するまでのシーケンスは前述のケースと同じである。しかし、ネットワークの構成変更後に構成管理機能は、変更前後の運用情報番号を調べ、運用情報ナンバ m は変化しておらず、運用情報サブナンバ n が変化しているので、

- (5') RESTART命令を障害管理機能に通知する。
- 障害管理機能ではRESTART命令を受信した場合、ポーリングの対象を変更する必要がないので
- (6') リストを再作成せずにポーリングを再開する。

以上のシーケンス例より、HALT命令によってポーリングを停止してネットワーク構成変更中の変更前と変更後

のTSW情報が混在する状態を回避することができ、REMAKE命令によってネットワークの構成変更と同期してポーリングの対象を変更できるので、障害検知・診断を誤らないことがわかる。したがってこれらの制御命令により、4.1節で挙げた問題点は解決できる。

本管理システムでは3.2節で述べた述べたように運用情報にm-nと番号をつけている。このように番号をつけることによって、構成管理機能がポーリングの再開命令をREMAKE命令にするかRESTART命令にするかの判断を、構成情報の内容すべてを比較することなく、運用情報ナンバmを変更しているかどうかの判断だけで簡単におこなうことができるという利点がある。

上記の構成管理機能と障害管理機能の同期方式を、前述のネットワーク管理システムに適用し、目的とする機能を達成できることを確認した。

5. むすび

ネットワーク管理システムにおける構成管理機能と障害管理機能との間の必要な相互関係を、高速デジタルネットワークを例に明らかにし、その実施例を示した。

障害管理機能は、ネットワークの構成や運用に依存する。したがって、ネットワークの構成や運用が変更された場合、障害管理機能はそれらの変化に同期していかなければならないが、(1) 構成管理機能の運用情報管理をm-nの二階層で表現し、(2) 構成管理機能と障害管理機能との同期を3種の制御命令により実現した。こ

れらの制御の方式は、本試作システムに依存する点もあるが、ネットワーク管理における構成管理機能と障害管理機能とのとるべき関係、あるいはインタフェースについての基本的考えは他のネットワークでも同様と考えられる。

謝辞

本研究を進めるに当たって、御指導頂いた日立製作所システム開発研究所所長堂面信義氏、同副所長春名公一博士、及び、第4部部长大町一彦氏に深謝いたします。また、本システムの開発において御協力頂いた関係者各位に感謝いたします。

参考文献

- (1) 佐々木他：大規模情報ネットワークにおける管理と制御、計測と制御、Vol.27, No.9, pp.50-56, (1988)
- (2) 鈴木他：高速デジタル網集中管理システムにおける構成管理・障害管理方式の開発、情報処理学会、マルチメディア通信と分散処理シンポジウム、35-10, pp.75-81, (1987)
- (3) 中村他：高速デジタル網集中管理システムにおける障害管理方式、信学技報、1N87-52, pp.7-12, (1987)