

# CENTUM CS 広域通信システム

## CENTUM CS Wide Area Communication System

小川 永志樹<sup>\*1</sup> 館岡 美奈子<sup>\*1</sup> 田中 俊明<sup>\*1</sup>  
 OGAWA Toshiki TATEOKA Minako TANAKA Toshiaki

CENTUM CSで構成された地理的に離れた2つのプラントを、NTTなどのコモンキャリアが提供する広域網を介して接続する広域通信システムを開発した。広域通信システムは、広域網の伝送速度が低いことにより発生する、通信スループットの低下するのを防ぐために、2つのプラント間に複数の広域接続ブリッジと中継回線を配置し、各中継回線に通信負荷を分散することにより広域通信システム全体のスループットを向上させることを可能としている。

これにより、遠隔地にあるプラントを、地理的な距離を意識することなくシームレスに統合することが可能になった。本稿では、広域通信システムの中核をなす広域接続ブリッジについて概要を紹介する。

We have developed a wide-area communications system that uses circuits provided by a common carrier, such as Japan's NTT, to seamlessly integrate physically-separate CENTUM CS systems. Multiple circuits, connected to the CENTUM systems by bridges, are used in a load-sharing circuit-diversity system – to guarantee high throughput and high reliability. This paper introduces the bridges that are a key component of this wide-area communications system.

### 1. はじめに

通信技術の発達は、通信ネットワークというシステムの形態を形成し、産業界のみならず一般家庭にも浸透してきている。特に、最近のインターネット等の普及は目を見張るものがある。

このような通信ネットワークが社会にもたらす影響は計り知れないものがあるが、その本質の一つが距離の壁を取り払うことができる点にある。

CENTUM CS広域通信システムの開発は、この距離の壁を取り払うことに焦点を絞ることにより、たがいに地理的に離れた場所に位置する国内、海外のプラント操作をしかも同一場所に存在するプラントの如く操作、監視できることを狙ったものである。さらに実現する上での技術的課題の一つが、いかにリアルタイム性を確保できるかが重要な要素となる。これらに対しては「負荷分散」を基本基調にシステムを開発することにより、安定した広域通信システムを実現している。

### 2. 特徴

広域通信システムの中核をなす広域接続ブリッジは以下を特徴としている。

広域接続ブリッジと広域回線網との間は、Ethernetで

接続される。またEthernet上の通信は、TCP/IPプロトコルを使用したsocket通信を採用している。

このため中継回線への接続は、ネットワーク機器メーカーから市販されている一般的なルータおよびリモートブリッジを使用して接続が可能となっている。

ルータ及びリモートブリッジは、各種広域網に対応されているため、中継回線の種類を問わず接続することができる。

広域接続ブリッジは、CENTUM CSの制御バスであるVネット上に流れる通信フレームを透過的に中継する。このため操作監視は、特に2つのシステム間に広域接続ブリッジや広域回線網が介在していることを意識する必要がなくなるため、2つのプラントをシームレスに統合することができる。

Vネットの伝送速度は10Mbpsであるのに対し、広域回線網は、十分な伝送能力をもっていないのが現状である。このためシステム間の通信量が多い場合、広域接続ブリッジ間の中継能力がネックとなり、伝送遅延が発生する場合が考えられる。

このような場合、2つのシステム間に、広域接続ブリッジと中継回線を複数系統設置し、中継する通信をそれぞれの系に分配することで、システム間の通信スループットを向上させることができる。

### 3. 構成

図1にシステム構成を示す。CENTUM CS内では、制

\*1 システム事業部 制御システムセンター 開発2部  
 Ethernet は、XEROX Corporation の登録商標である。

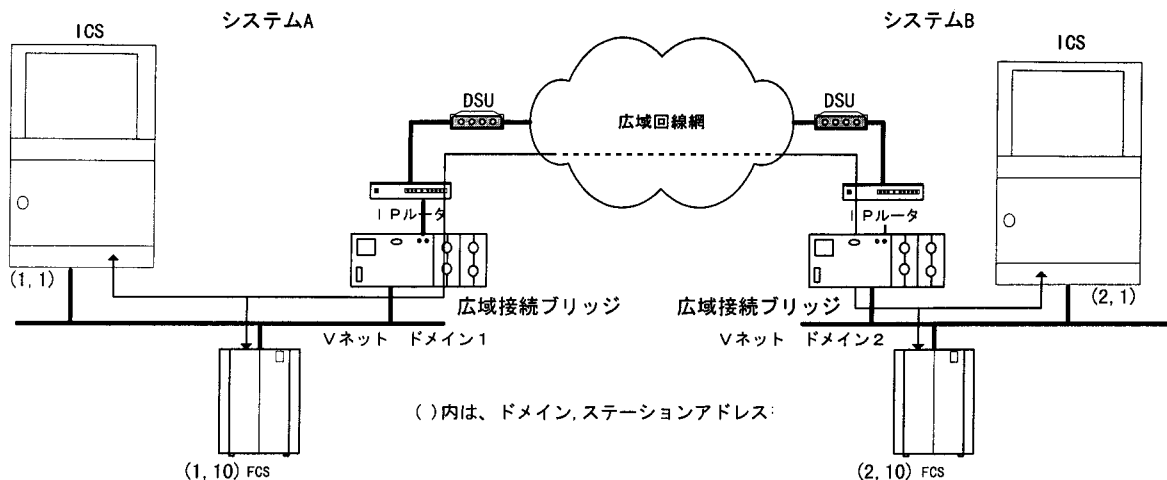


図1 システム構成図

御バスとしてVネットが使われている。

システムAとシステムBは、地理的に距離が離れた独立したシステムであり、それぞれ、制御バスであるVネット上に操作監視を行うICS(Information Command Station)や実際の制御をおこなうFCS(Field Control Station)などが配置されている。またこれらのVネット上に接続される機器のことをノードと呼ぶ。

広域通信システムは、この2つのシステムのVネットに、それぞれ広域接続ブリッジを配置し、その間に広域回線網を挟んで構成される。

この構成により、2つのシステムのVネットが相互接続される。広域接続ブリッジは、それぞれのVネット上を流れるVネットフレームから、遠隔地側のシステムへ中継すべきVネットフレームを選択し、IPルータ、DSU(Digital Service Unit)などのネットワーク中継装置を介し

て広域回線網に中継する。遠隔地側の広域接続ブリッジは、広域回線網から受信された遠隔地システムからのVネットフレームをローカル側Vネットに中継する。

以上のように、2つのVネット上に流れる遠隔地システム宛てのVネットフレームが相互に中継されることにより、遠隔地システムの相互操作監視が可能になる。

図2にNTTから提供されている、広域回線網サービスを示す。

中継回線としては、制御バスとしてのリアルタイム性、通信品質を考慮して、1Mbps以上のデジタル回線を推奨している。しかし2つのシステム間を流れる通信量によっては、それ以下の伝送速度の回線でも使用可能である。なおアナログ網については、NTTで保証される通信速度が9600bpsまでと低いこと、および網品質がデジタル回線に比べて低いことから中継回線としては使用できない。

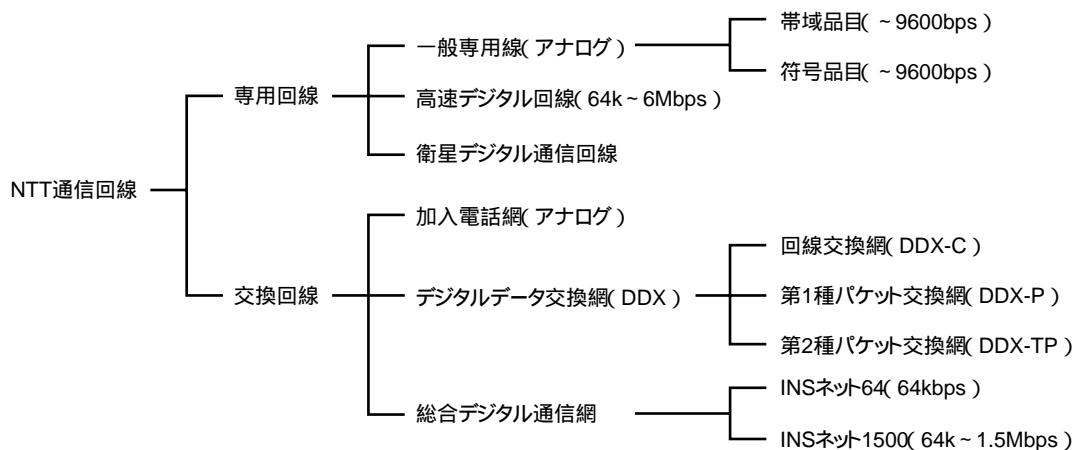


図2 NTT広域回線網サービス

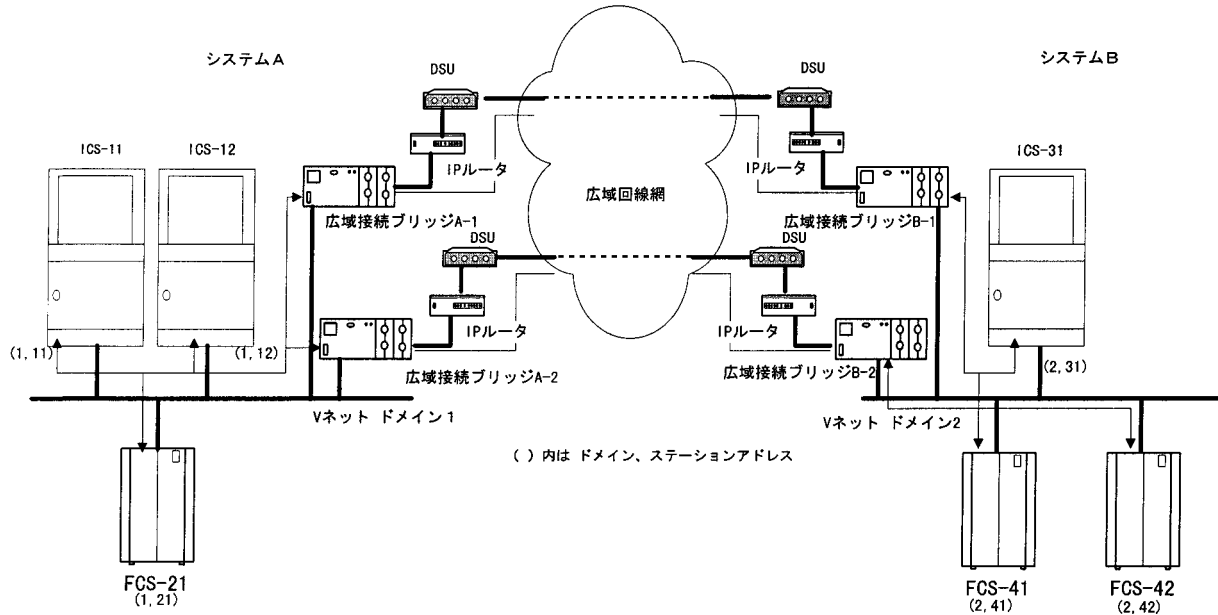


図3 負荷分散システム構成

## 4. 機能

### 4.1 フレーム中継機能

Vネットの通信フレームには、ユニキャスト通信フレーム及びブロードキャストの通信フレームがある。

ユニキャストタイプの通信フレームは、例えばFCSの機能ブロックデータの参照、設定などに使われる。

またブロードキャストの通信フレームは、プロセスアラームメッセージの通知などに使われる。

広域接続ブリッジでは、それぞれのフレームの中継は、以下の手順で処理している。

#### ユニキャスト通信フレーム

Vネットのノードアドレスは、ドメインアドレスとステーションアドレスから構成される。

ドメインアドレスは、Vネットのセグメントに一意に割り振られたアドレスであり、ステーションアドレスは、1つのドメイン内で一意に割り振られるアドレスである。

図1の例では、システムAのVネットにドメインアドレス1をシステムBのVネットにドメインアドレス2を割り付けている。また各ドメイン内のICSにステーションアドレス1を、FCSにステーションアドレス10を割り付けている。

広域接続ブリッジでは、2つのVネットを中継することから、ドメインアドレスを元の中継を行う。

すなわち、受信したフレームの宛先ドメインアドレスを参照し、遠隔地のVネットドメインアドレスに一致す

るフレームだけを中継処理する。

遠隔地のドメインアドレスは、システム生成時にあらかじめ定義されるよう構成している。

#### ブロードキャスト通信フレーム

ブロードキャスト通信フレームについては、VネットフレームのAPコマンドを元に中継を行っている。

Vネットのフレームには、その通信フレームを扱う上位アプリケーションを識別するコードが含まれている。このコードをAPコマンドと呼んでいる。

広域接続ブリッジでは、システム生成時に、遠隔地システムに中継するAPコマンドをあらかじめ登録しておく、ブロードキャスト通信フレーム受信時には、受信したフレームのAPコマンドを参照して、登録されたAPコマンドをもつブロードキャスト通信フレームのみを中継する。

### 4.2 Vネットステータス通知機能

CENTUM CSでは、Vネットのバスの動作状態およびVネットに接続されたノードの動作状態を監視する機能を持っている。

広域接続ブリッジは、ローカル側のVネットバスの状態およびノードの状態を遠隔地のシステムに相互に通知する。通知は、定周期及び状態変化時に行う。

また広域接続ブリッジは、広域回線網を含めて、遠隔地側広域接続ブリッジの動作状態を相互に監視しており、異常が検出された場合は、遠隔地側のVネットが異常状態になったとして、ローカル側に接続されたVネット

トにステータス情報を送信する。

また反対に、動作状態が正常状態に復帰した場合は、遠隔地側のVネットが正常状態に復帰したとして、同様に通知する。

通知には、ブロードキャスト通信フレームを使用し、Vネット上に接続された全てのノードが同時にステータス情報を得ることができるよう構成している。

#### 4.3 時刻同期機能

CENTUM CSでは、Vネット上に接続されたノードの時刻を等値化する機能をもっている。

広域接続ブリッジでは、広域システム間で時刻を等値化している。

すなわち、広域接続ブリッジは、時刻の変化を検出した場合あるいは、Vネットから時刻設定通信を受信した場合、新規時刻を遠隔地のVネットに通信フレームとして中継する。なおこの通信には、ブロードキャスト通信フレームを使用し、中継されたシステム上の全ノードが同時に時刻情報を得ることができるよう構成している。

#### 4.4 負荷分散機能

広域接続ブリッジは、接続される2つのシステム間の通信負荷が、広域接続ブリッジ - 中継回線間の中継能力を上回るようなシステムの場合、システム間の通信スループットを向上させるために負荷分散機能を提供している。負荷分散構成では、二つのシステムの間複数の広域接続ブリッジと中継回線を設置する。図3はその手法の一つである「広域接続ブリッジ、中継回線の2系統化による負荷分散」の例である。

広域接続ブリッジが標準構成をとる場合は、ドメインアドレスを元にフレームを中継しているが、負荷分散構成時にはドメインアドレスに加えてステーションアドレス(Vネットにおけるノードは、ドメインアドレスとステーションアドレスの組み合わせで特定される)を元に中継を行っている。

負荷分散のための広域接続ブリッジへのノードの割り当ては、各系の片側のドメインのノードを分割することで行われる。分割の方法として

- (1) ノードのステーションアドレスの偶数 / 奇数
- (2) 任意のノード

の2つを提供している。(2)を利用することにより、3系統以上の中継回線を持つ負荷分散システムの構築も可能となる。

上記の負荷分散情報は広域接続ブリッジ間で回線を確立する時に、対となる広域接続ブリッジ間で等値化される。

図3の例の動作を説明する。

図3では広域接続ブリッジを二組設置し、中継回線網を経由する中継経路を2系統としている。

このとき、広域接続ブリッジA-1は広域接続ブリッジB-1と対であり、A-2はB-2と対になる。例では、ドメイン2のノードを以下のように分割して、各系に割り当てている。

A-1, B-1の系: ドメイン1の全ノードと、ドメイン2のFCS-41, ICS-31間の通信。

A-2, B-2の系: ドメイン1の全ノードと、ドメイン2のFCS-42間の通信。

システムAからシステムBにフレームが流れるとき、広域接続ブリッジは上記の負荷分散情報に基づいて、中継すべきフレームだけを中継する。

このように構成することにより、中継回線の伝送能力に起因する伝送遅延を押さえることが可能となり、システム間の通信負荷が高い場合でもVネットの特徴であるリアルタイム性を確保することができる。

#### 4.5 セキュリティ機能

広域網とくに交換回線網を使用する場合、公衆回線にシステムが直接接続されるため、セキュリティの確保が大きな課題となる。このような状況を鑑み、広域接続ブリッジでは、あらかじめシステム生成時に登録された広域接続ブリッジ以外から接続要求があった場合、その接続要求を拒否する機能を用意している。この機能は、接続要求を送信してきたノードのIPアドレスをチェックするというシンプルな手段で実現している。

なお、セキュリティに関しては、ネットワーク中継機器であるルータ等に市販のセキュリティルータなどを導入する事によって、広域回線網を流れるプロセスデータの暗号化も含めて、さらに強力なセキュリティ環境を構築することも可能である。

## 5. おわりに

CENTUM CSの広域通信システムは、国内、海外を含め既に複数システムで稼働実績を上げている。

とくに、操業通信負荷の高いプラント間での運転においては、本稿で述べた負荷分散機能を適用することにより、リアルタイム性の高い広域通信対応プラント操業を実現している。このような通信技術は、ハードウェア、ソフトウェアを含めシステムとして将来とも更に進歩を遂げていくことは間違いない。

今回開発した広域通信システムは、その入り口に過ぎない。

今後とも、回線速度の高速化対応、セキュリティの充実、更にコストダウン等を分散制御システムとのバランスを考慮して追求していくつもりである。