

# 日本放送協会様におけるTRIOLEを適用した 全国ロボットカメラモニタリングシステム

## Application of TRIOLE at National Robot Camera Monitoring System of Japan Broadcasting Corporation

あらまし

日本放送協会様は、災害や事件の映像をいち早く視聴者へ発信するため、全国に点在するロボットカメラ（定点カメラ）の映像をブロードバンドネットワークにより東京放送センターに収集し、同時に全支局に映像配信するシステムを構築した。2004年10月の新潟県中越地震においても、発生直後に地震映像を放送することに役立ち、緊急報道に貢献している。本システムは、ブロードバンド映像ソリューション“Broad sight”によるTRIOLEフロント統合基盤とPRIMERGY, ETERNUS, Systemwalker Centric Managerにより短期間で高信頼のシステム構築がなされている。インターネットの普及とともに、映像を業務システムに取り入れたシステム構築は今後より浸透していくと予想される。

本稿では、IT基盤「TRIOLE」を活用した、大規模な映像収集・配信システムの構築について紹介する。

Abstract

The Tokyo Broadcasting System center of the Japan Broadcasting Corporation (NHK) collects images over the broadband network from fixed-point robot cameras located around the country. This enables the center to quickly send images of disasters and other incidents to its branch offices, which then transmit them to television viewers. By using this system, NHK was able to transmit images of Chuetsu city in Nigata prefecture immediately after it was hit by a big earthquake in October 2004. This system achieves quick delivery and high reliability by combining “TRIOLE” front-end integrated platforms with the “Broad sight” broadband image solution and PRIMERGY, ETERNUS, and Systemwalker Centric Manager. This system is expected to grow with the spread of the Internet. This paper describes the construction of a large-scale image collection and distribution system that uses the TRIOLE IT infrastructure.



渡邊 優（わたなべ まさる）  
システム・コンストラクション事業  
部第二SI部 所属  
現在、映像ソリューションの企画、  
システム開発に従事。



竹谷 淳（たけや あつし）  
システム・コンストラクション事業  
部第二SI部 所属  
現在、映像ソリューションの企画、  
システム開発に従事。



中平和孝（なかだいら かずたか）  
富士通ネットワークソリューションズ（株）アプリケーションシステム  
統括部第一アプリシステム部 所属  
現在、映像ソリューションのソフト  
ウェア開発に従事。

まえがき

ネットワークのブロードバンド化と画像圧縮技術の進展により、「いつでもどこでも」「高品質な映像を」「安定・便利・安価に」利用したいというニーズが高まっている。こうした要求に応えるため、富士通はブロードバンド映像ソリューション“Broad sight”を発表した。Broad sightは、国際標準の映像符号化方式MPEGを採用し、高品質な映像の配信・蓄積を実現する富士通の映像ソリューションである。Broad sightのコア製品は、映像・音声をリアルタイムでIPパケット化しネットワークにストリーム送信するIPエンコーダ“IP-700”と、ストリーミング映像を受信・蓄積し再配信するサーバソフトウェア「映像収集・蓄積ソフトウェア“Futureye”」などから構成される。

日本放送協会様（以下、NHK）においても、災害や事件などの緊急報道のため、今までの放送設備にない斬新な発想で、ブロードバンドネットワークとMPEGストリーム技術を使用した全国ロボットカメラモニタリングシステム構築の要望があった<sup>1)</sup>このシステムは、全国各地のロボットカメラ（定点カメラ）の映像を、ブロードバンドネットワークを使って集配信するシステムであり、収集したストリーミング映像を蓄積し、リアルタイム映像だけでなく、過去映像もVOD（ビデオオンデマンド）再生し利用できる。これまで、放送局における映像の伝送路には、マイクロ無線（FPU）、専用線、衛星

通信が利用されてきたが、送受信基地や回線設備の立地条件の制約や、高い回線費用により、常時のモニタリングを全国規模で実現することは困難であった。しかし、近年急激にサービスエリアが拡大しているブロードバンドネットワークを利用することにより実現のめどが立った。

本稿では、NHKにおける大規模な映像収集・配信システムの構築事例について説明する。

システム要求

本システムの概要を説明する。NHKが設置する400箇所以上の全国のロボットカメラと各支局にIPエンコーダを設置する。同時に放送センター内には、システム全体の管理を行う管理サーバと、IPエンコーダから送られるMPEGストリームを収集・蓄積・再配信する動画サーバを設置し、各支局の試写端末でリアルタイム映像と過去映像の閲覧を可能とする。これらの地点の接続には、ADSLとBフレッツをアクセス回線とし、セキュリティ確保にはIPSec（IP Security Protocol）方式の暗号化によりVPN（Virtual Private Network）を構成している（図-1）。

本システムの構築に当たり要求仕様として、以下の内容がNHKから提示された。

- (1) 高信頼・高性能のIPエンコーダ
  - ・全国各地のロボットカメラと支局にIPエンコーダを設置する。本装置は、屋外に設置し無人運用を前提とするため、厳しい環境条件にも耐え得る

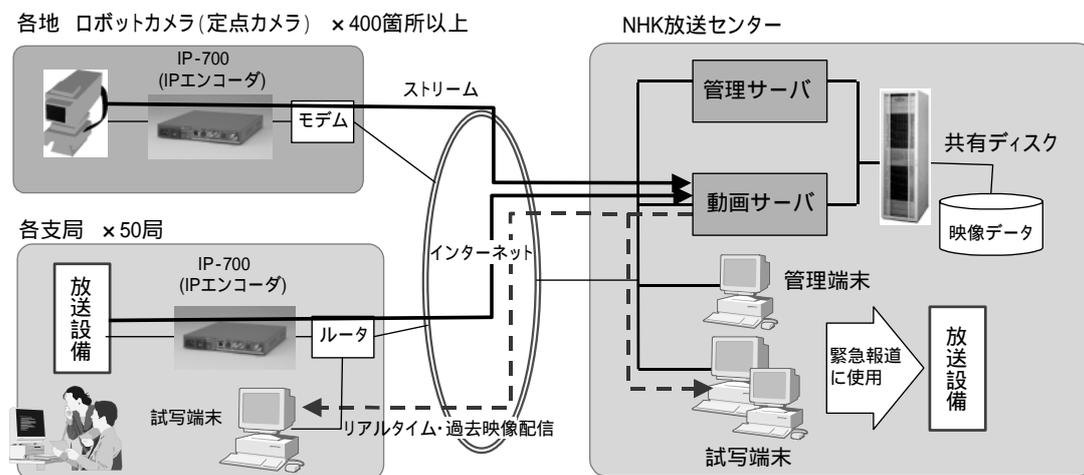


図-1 全国ロボットカメラモニタリングシステムの全体イメージ  
Fig.1-National Robot Camera Monitoring System image.

ものとする。

- ・ADSLやBフレッツ，ISDNによるアクセス網を利用してインターネットに常時接続し，安定したストリーミング映像を放送センターに送信すること。

### (2) 24時間ノンストップの高信頼性サーバ

災害・事件・事故は24時間いつ起こるか予想できない。常にシステムが稼働することを要求され，万一サーバに障害が発生しても業務停止時間を最小限にとどめることが必須である。そのため，以下の具体的な要求条件が提示された。

- ・全国のIPエンコーダから送信されるストリーミング映像を受信し，ロボットカメラ映像12時間分と各放送局の放送映像3日分を動画サーバで常に蓄積すること。
- ・放送センター内あるいは全国支局の最大100台の試写端末で，リアルタイム映像および過去映像の閲覧を可能とすること。
- ・各サーバは，保守やマシントラブル発生時にも停止することなく，運用を継続できること。
- ・全機器の稼働監視を行い，異常時には外部の総合監視システムにアラームを通知し，TCOを削減するよう考慮すること。

### (3) 試写端末の操作性

試写端末では複数地点の映像の同時表示や，気象庁の地震・津波発生データと連携した映像表示など，緊急報道に即時に対応できる直感的かつレスポンスの良いユーザインタフェースを提供すること。

## システム構築

前章で示した要求を実現するため，IT基盤「TRIOLE」のフロント統合基盤の一つである映像収集・蓄積ソフトウェア“Futureye”とIPエンコーダ“IP-700”をベースにシステム設計・構築を行った。

高信頼・高機能のIPエンコーダ“IP-700”

IP-700 を用い，映像を384 kbps (352 × 240 ドット，15コマ/秒)のMPEG-4形式のデジタルデータに圧縮し送信することにした。本装置は，国土交通省でも採用され，温度条件 - 10 ~ 55 ，湿度条件20% ~ 85%RHの高い耐環境性を実現した装置である。しかし，これまで帯域が保証されたイントラネットでの利用はあっても，ベストエフォー

ト型のネットワークでの利用経験はなかった。インターネットは，多様なネットワークの集合体であり，帯域が保証されておらず，送信パケットの損失やパケット到着順の逆転が頻発する。この問題に対応するためIP-700 のストリーム送信機能とサーバ側の受信機能に次の改良を加えることで対応した。

#### (1) 送信側の対処：送出ストリームの平準化

従来のIP-700 は，MPEG-4形式の場合，4秒ごとに突出したデータ量を送出していた。この送信方法は，帯域が十分に確保されたイントラネットにおいては，映像表示の低遅延化という効果を生むが，インターネットにおいては，経由するルータの許容量を超えたパケットとなり，ロスを引き起こす要因となる。これに対処するため，送信パケットをできるだけ均等に送出するようIP-700 のパケット送出处理に改良を加えた。

#### (2) 受信側の対処：動画サーバのエラー補正

動画サーバ側でストリームを受信する際に，多少のパケットロスがあってもライブ表示あるいは映像蓄積を中断しないよう，ダミーパケットによる損失部の補間処理を加えた。さらに，動画サーバの受信バッファに一定の許容量を設け，パケットが逆転して到着しても，ヘッダ番号で順番を入れ替えてから後続処理に引き継ぐよう改良を加えた。

これらの改善により，インターネットを使用しても安定した映像送信が可能となった。

24時間ノンストップ運用を実現する高信頼性サーバ

放送センター内のサーバは，全機器の稼働監視・制御を行う管理サーバと，ストリーミング映像を蓄積し再配信する動画サーバで構成した(図-2)。

トータルで約250 Mbpsのストリーミング映像を常に受信・蓄積し，同時に50 Mbpsのリアルタイム映像あるいは過去映像の配信に対応するという，高いパフォーマンスが要求される。さらにこれらのサーバ群をコントロールし，高い信頼性を確保するため，つぎのシステム構成をとった。

(1) 管理サーバは，PRIMERGY N400 2台とETERNUS GR710をファイバチャネルで接続してクラスタ化し，障害発生時には稼働系から待機系に自動的に処理を引き継ぐ構成とした。

(2) 動画サーバは，7台のPRIMERGY R450を並列運用し，映像データを保存する共有ディスク

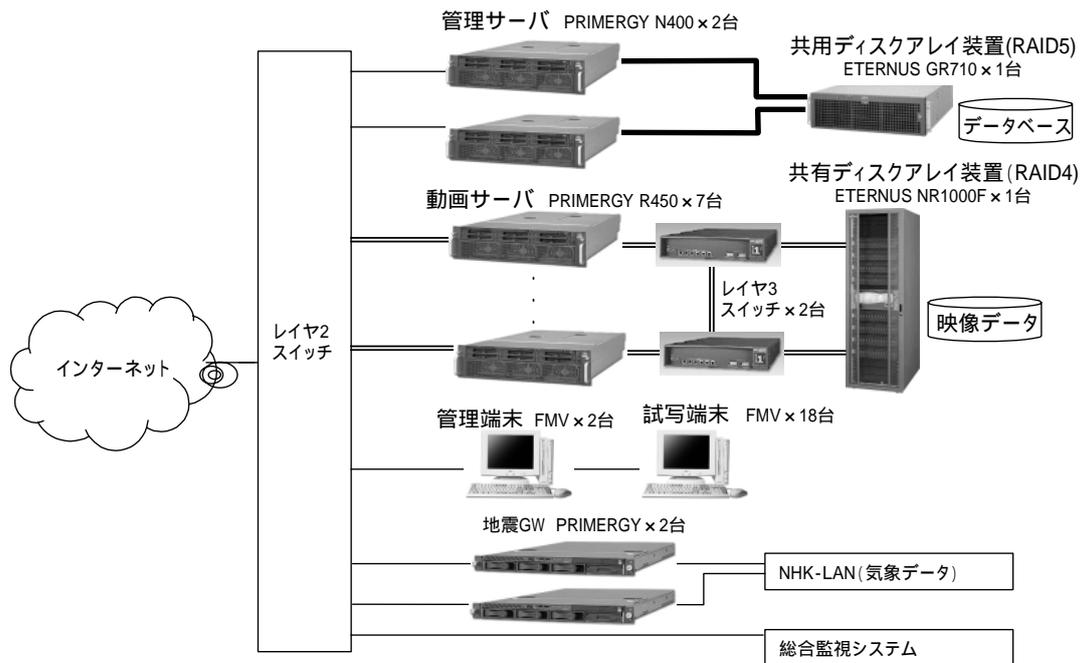


図-2 放送センター内サーバ構成  
Fig.2-Server composition in Broadcast Center.

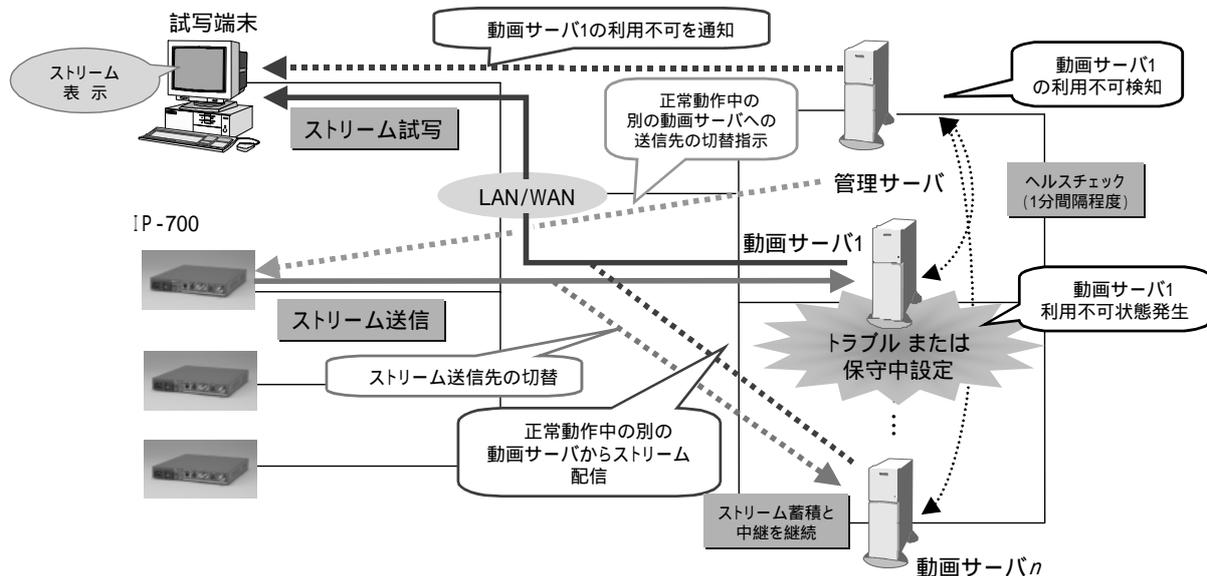


図-3 縮退機能のイメージ  
Fig.3-Image of degeneration function.

アレイ装置ETERNUS NR1000Fと接続して、負荷分散を行うとともに冗長性を確保した。並列する動画サーバは割当て分のストリームを受信し共有ディスクに書き込むが、保守や障害でいずれかの動画サーバが停止した場合でも、縮退機能により、ほかの動画サーバに引き継いで映像蓄積と配信の継続を可能にした。ここで縮退

機能の概要を説明する。管理サーバが各機器の状態監視を行い、動画サーバの異常を検知すると、IP-700 に対し別の動画サーバへ送信を切り替えるよう指示する。同様に映像配信についても、別の動画サーバが配信を引き継ぎ、業務停止を最小限に抑える仕組みをとっている(図-3)。もちろん、サーバが復旧した場合には、動画

サーバの割当てを保守や障害前の状態に自動で戻すことも可能である。さらに、映像配信に要する動画サーバの負荷も、管理サーバが各動画サーバを監視・制御することで動的に割当てを変更し平準化させることに成功した。

- (3) 映像蓄積用の共有ディスクアレイ装置 ETERNUS NR1000Fも冗長性を考慮し、運用中のディスク増設や交換が可能なRAID4により構成している。蓄積容量は3.2 Tバイトの映像を蓄積可能とした。
- (4) 管理サーバには Systemwalker Centric Managerを実装し、システム全体の稼働状況管理を行い、トラブルが発生した場合は、NHKの総合監視システムにトラブルを通知する機能も持たせている。

クイックレスポンスによる画面操作

災害発生時に迅速に大量データの中から映像をピックアップし、ニュース映像への使用を可能とするため、Futureyeをベースに次のアプリケーションを開発した。

- (1) 地理情報システム (GIS : Geographic Information System) 連携

ロボットカメラの選択には、GISを利用し、日本地図上に表示されるカメラアイコンから試写したい映像を選択可能とした。

- (2) キーワード検索

各カメラの情報はデータベース化されて、あらかじめ撮影できる内容や空港・橋・駅などの特徴が登

録されており、キーワードを入力することで、希望の映像を選択可能とした。

- (3) マルチ映像/シングル映像切替え

8地点の映像を同時に試写することを可能とした(図-4)。この表示の場合には、各IP-700 から送られる低レート(50 kbps, 176×120ドット, 2コマ/秒)のストリームを使用し、ネットワークと試写端末の負荷を軽減する。さらに、8地点の映像の中から選択し単独映像表示に切り替えることもできる。単独表示には高レート(384 kbps, 352×240ドット, 15コマ/秒)のストリームを使用し、詳細な試写を可能とした。また、データベースの情報も同時に表示され、報道担当者へ詳細な情報提供が可能である(図-5)。これら高レート・低レートの2種類のストリームは、IP-700 の特長の一つであるデュアルエンコード機能(2通りの映像符号化を同時に行う機能)を利用し実現している(図-6)。

- (4) 気象庁データとの連携

本システムでは気象庁の地震情報データを受信し、津波や地震発生時に対象地域のロボットカメラを自動的に抽出する機能を実現している。

効果の検証

アクセス回線の整備が進んでいる地域のカメラから優先して2003年3月に第一次整備を完了した。続いて、対象のカメラを増やし2004年3月末には全国展開を完了した。500箇所近いカメラの映像を常に放送センターで受信・蓄積し、最大100台の試写端



写真提供：日本放送協会

図-4 ロボットカメラ試写画面(マルチ映像)  
Fig.4-Robot camera preview screen (multi-image).



写真提供：日本放送協会

図-5 ロボットカメラ試写画面(シングル映像)  
Fig.5-Robot camera preview screen (single image).

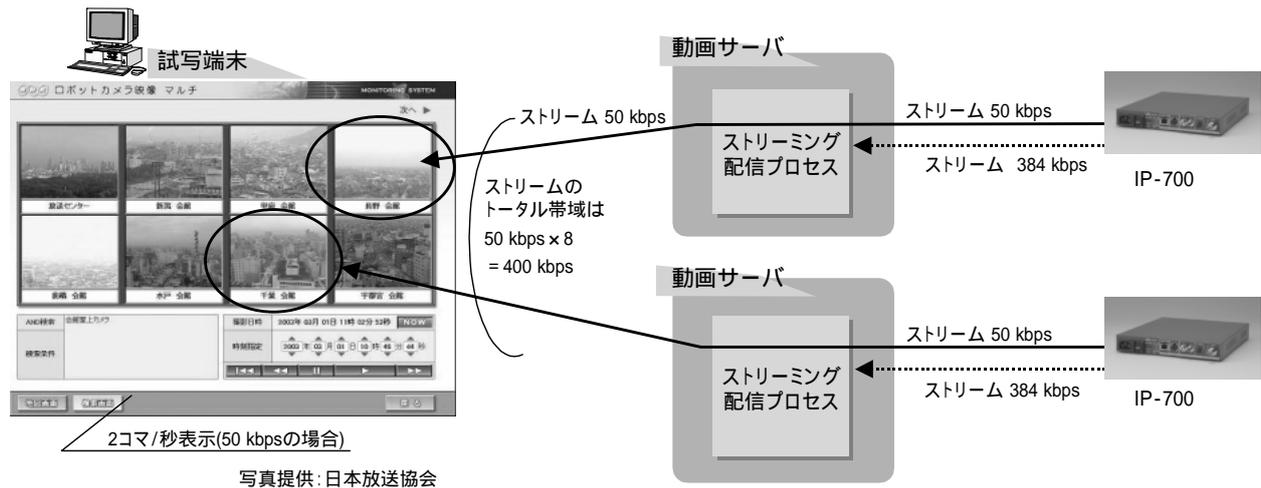


図-6 8映像マルチ画面表示の方式  
Fig.6-System of 8 image multi-picture features.

末への映像配信を可能としている。アクセス回線はBフレッツとフレッツADSL、フレッツISDNという安価なネットワークを使用しランニングコストを抑えている。

(1) 検証1：短納期で大規模なシステムを構築

「TRIOLE」フロント統合基盤のIP-700 と Futureye、およびPRIMERGYとETERNUSを組み合わせたプラットフォームインテグレーションの活用により、第一次整備完まで約6箇月という短納期で本システムを構築することができた。

なお、プラットフォームの検証は、Platform Solution Center<sup>(2)</sup>を活用し短期間で実施している。

(2) 検証2：ベストエフォートネットワークでの映像受信

事前に、NHK支局と放送センター間のネットワークを使用しテストを行った。支局側回線はフレッツADSLとBフレッツを使用している。このネットワークを使用して、IP-700 のストリーム平準化、受信側でのパケット順序補正、リアルタイム映像およびファイル蓄積後の映像の状態を検証した結果、ADSLでパケットロス率を10.7%から0.6%に抑制し、パケット逆転も100%補正できた。Bフレッツでも同様の結果となり、映像が乱れずに再生でき、報道素材として十分提供できることが証明できた。

(3) 検証3：ノンストップシステム

動画サーバが稼働停止しても、動画サーバの縮退機能により、最大1.5分で他サーバに蓄積を自動的

に引き継ぎ、蓄積映像の損失を最小限に抑えることができた。また、管理サーバによって各動画サーバの蓄積状況、配信状況を常時監視し、負荷を均等に分散でき、その結果、コンパクトなIAサーバ9台で全国規模のシステム構築に成功した。今後モニタリング対象のカメラ数が増加しても、ETERNUSのディスクユニットとPRIMERGYの増設だけでシステムを拡張することができる。もちろん、増設時にシステムを停止する必要はない。

(4) 検証4：高い操作性

2003年5月に発生した東北地震において、地震発生の2分後には本システムの蓄積映像を使ったニュース速報が放映され、クイックレスポンスによる映像再生の有効性が立証された。

(5) 検証5：高信頼のIP-700

IP-700 の耐環境性の強さを発揮し、雪山など環境条件の悪い地域の屋外筐体の中に設置されても、24時間365日停止することなく安定して映像を伝送中である。

(6) 検証6：TCOの削減

Systemwalker Centric Managerの状態監視により、サーバやIP-700 の合計500台強の機器を常時監視し、サービスやハード異常をすべて総合監視システムに通知している。また、IP-700 やサーバソフトのバージョンアップもすべてセンターから集中して行うことができ、TCOを削減し、安定した運用環境を提供している。

最近では、2004年夏に連続した台風の報道や、

10月の新潟県中越地震において緊急報道に使用され、詳細な現場状況を視聴者に提供することに活用されている。

## む す び

本稿では、IT基盤「TRIOLE」のフロント統合基盤と各種プラットフォームを活用することにより、ブロードバンドネットワークを利用した映像収集・配信システムを効率的に構築可能であることを紹介した。

今後、ますますネットワークの高速化・大容量化と画像処理技術の高度化が進み、映像を業務に取り込んだシステムが普及すると予想される。本システ

ムの構築ノウハウは、TRIOLEのフロント統合の切り口として他業種にも適用が可能である。例えば、金融機関のATMや営業店舗の監視、製造業の製造ライン監視、流通業の店舗監視など、あらゆる業種の映像モニタリングシステムに展開していきたい。

## 参 考 文 献

- (1) 長岡 猛 ほか：全国ロボットカメラモニタリングシステム．放送技術，Vol.57，No.7，p.114-117（2004）．
- (2) Platform Solution Center．  
<http://triole.fujitsu.com/jp/psc/facility/>

