

問2 IP マルチキャストによる映像配信の導入に関する次の記述を読んで、設問に答えよ。

K 市は、人口 25 万人の中核市である。市内には一級河川があり、近年の異常気象による河川氾濫などの水害が問題となっている。このたび K 市では、災害対策強化の一つとして、撮影した映像を H.264 によって符号化して IPv4 ネットワークへ送信可能なカメラ（以下、IP カメラという）を河川・沿岸の主要 5 地点周辺に合計 20 台新設し、K 市庁舎の執務エリアへ高解像度リアルタイム配信を行うことになった。

本件の調査及び設計担当として、情報システム部の N 主任が任命された。

[ネットワーク構成]

N 主任は、① IP カメラの導入によって増加する通信量に着目し、通信帯域を効率良く使用するため、IP マルチキャストを用いて配信を行う構成を検討した。 IP マルチキャストを用いることによって、映像は次のように配信される。

- ・映像の送信元（以下、ソースという）である IP カメラは、映像を符号化したデータ（以下、映像データという）をマルチキャストパケットとして送信する。
- ・ネットワーク機器は、マルチキャストパケットを複製して配信する。
- ・配信先であるレシーバは、マルチキャストパケットの映像データを映像へ復号し、大型モニターへ表示する。

N 主任が考えた K 市のネットワーク構成を図 1 に示す。

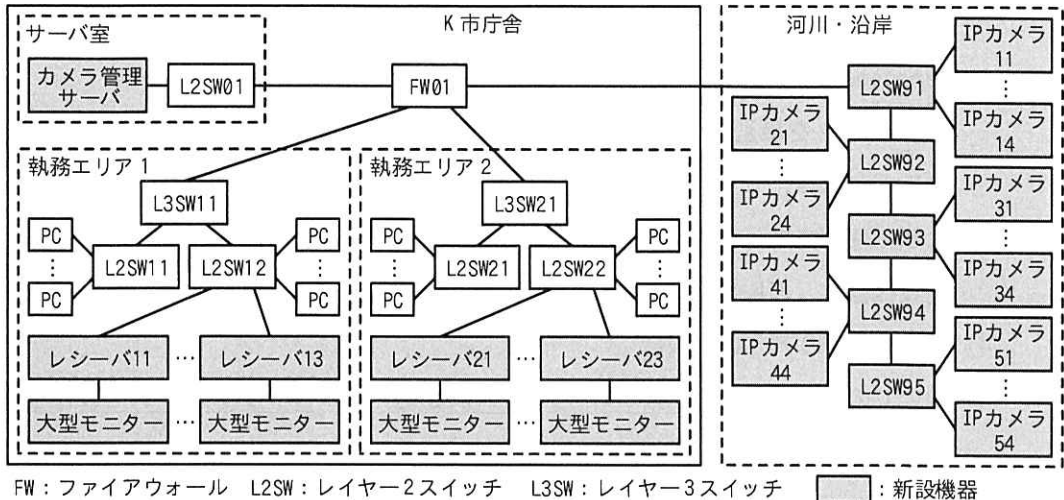


図1 N主任が考えたK市のネットワーク構成(抜粋)

図1の概要を次に示す。

(1) 既設機器

- ・FW及び各スイッチ間は、1000BASE-T又は1000BASE-SXで接続している。
- ・FWと各L3SW間は、OSPFによる動的ルーティングを行っている。

(2) 新設機器

- ・IPカメラは、河川・沿岸に新設するL2SWに接続する。
- ・新設するL2SWは、光ファイバを使用し、1000BASE-LXで接続する。
- ・IPカメラは、1台当たり8Mビット/秒で映像データを含むパケットを送信する。
- ・カメラ管理サーバは、IPカメラの死活監視、遠隔制御を行い、Webサーバ機能をもつ。PCとはHTTPSで、IPカメラとは独自プロトコルでそれぞれ通信を行う。
- ・②レシーバ及び大型モニターは、各6台新設する。レシーバは、最大四つの映像データを同時に受信し、大型モニターへ4分割で表示する。
- ・IPカメラ、レシーバ及び大型モニターの設置に当たっては、将来的な追加や更新を考慮する。

(3) IPマルチキャスト

- ・マルチキャストルーティング用のプロトコルとして、PIM-SM (Protocol Independent Multicast - Sparse Mode) 及びPIM-SMの派生型であるSSM (Source-Specific Multicast) を用いる。

- ・ IP マルチキャストの配信要求プロトコルとして、IGMPv3 (Internet Group Management Protocol, Version 3) を用いる。
- ・ 映像データを識別する情報の一つとして、グループアドレスを用いる。グループアドレスは、IP カメラが送信するマルチキャストパケットの宛先 IP アドレスなどに使用され、使用可能なアドレス範囲は決められている。
- ・ 既設機器は、PIM-SM, SSM 及び IGMPv3 に対応している。

(4) IP カメラのアドレス設計

- ・ ③全ての IP カメラに個別の IP アドレス及び同一のグループアドレスを使用する。

[IP マルチキャストに関する調査及び設計]

K 市のネットワークを IP マルチキャストに対応させるため、N 主任が調査した内容を次に示す。

- ・ IGMPv2 (Internet Group Management Protocol, Version 2) を使用する場合、レシーバはグループアドレスを指定して IP マルチキャストの配信要求を行う。
- ・ IGMPv3 を使用する場合、レシーバは④ソースの IP アドレス及びグループアドレスを指定して IP マルチキャストの配信要求を行う。
- ・ L2SW では、マルチキャストフレームを受信した際、同一セグメント上の受信インタフェース以外の全てのインタフェースへ するので、通信帯域を無駄に使用し、接続先のインタフェースへ不必要な負荷を掛けてしまう。この対策機能として、 スヌーピングがある。L2SW のこの機能は、⑤レシーバから送信される Join や Leave のパケットを監視し、マルチキャストフレームの配信先の決定に必要な情報を収集する。

IP カメラ 11 からレシーバ 11 への配信イメージを図 2 に示す。なお、図 2 中の (S,G) の S 及び G は、それぞれソースの IP アドレス及びグループアドレスを示す。

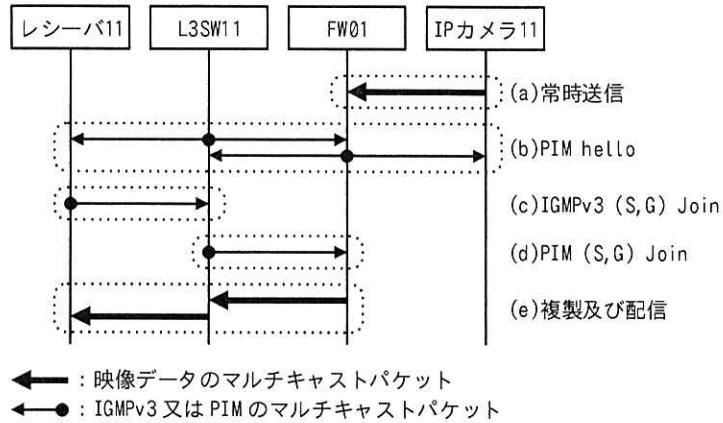


図 2 IP カメラ 11 からレシーバ 11 への配信イメージ（抜粋）

図 2 中の(a)～(e)の説明を次に示す。

- (a) IP カメラ 11 は、映像データを自身のグループアドレス宛てに常時送信する。
- (b) PIM-SM が有効化されたインタフェースでは、定期的に PIM hello が送信される。
FW01 及び L3SW11 は、PIM hello を受信することで PIM ネイバーの存在を発見する。
- (c) レシーバ 11 は、IGMPv3 メンバーシップレポートの (S,G) Join を作成し、IGMP 用に割り当てられた IP アドレス宛てに送信する。
- (d) L3SW11 は、(S,G) Join を基に (S,G) エントリを作成し、ユニキャストルーティングテーブルに基づき、ソースの方向である FW01 へ PIM の (S,G) Join を送信する。これによってディストリビューション が作成される。
- (e) FW01 は、IP カメラ 11 から受信したマルチキャスト packets を複製し、(S,G) エントリに登録された出力インタフェースへ配信を行う。L3SW11 においても同様に、パケットの複製が行われ、レシーバ 11 へ配信される。

N 主任は、調査結果を踏まえ、各機器に次の設定を行うことにした。

- ・FW01, L3SW11 及び L3SW21 では、マルチキャストルーティングを有効化し、全てのインタフェースにおいて を有効化する。
- ・L3SW11 及び L3SW21 では、マルチキャストルーティング用のプロトコルとして を有効化し、レシーバが接続された L2SW と接続するインタフェースにおいて、IGMPv3 を有効化する。

- ・ K 市庁舎の全ての L2SW では、 スヌーピングが有効になっていることを確認する。
- ・ FW01 では、IP カメラに設定したグループアドレスをもつマルチキャストパケットの通過を有効化し、表 1 に示すユニキャスト通信の許可ルールを有効化する。

表 1 ユニキャスト通信の許可ルール

項番	通信経路	送信元	宛先	プロトコル/宛先ポート番号
1	サーバ室→河川・沿岸	<input type="text" value="I"/>	IP カメラ	(省略)
2	執務エリア 1, 2→サーバ室	PC	<input type="text" value="I"/>	TCP / <input type="text" value="II"/>

注記 FW01 は、ステートフルパケットインスペクション機能をもつ。

〔追加指示への対応〕

調査及び設計の結果について情報システム部長へ説明を行ったところ、PC でも映像を表示するよう指示があった。N 主任は次の対応を行うことにした。

- ・ ⑥既設機器には、IP マルチキャストの設定を追加する。
- ・ PC には、IGMPv3 に対応し、映像データから映像へ する機能をもつソフトウェア製品を新たに導入する。

PC に導入するソフトウェア製品は、映像を選択する方式として、デスクトップアプリケーション方式と Web ブラウザ方式に対応している。デスクトップアプリケーション方式では、PC 上でソフトウェア製品を起動し、ソフトウェア製品に IP カメラを登録すること及び登録済みの IP カメラを選択して映像を表示することができる。Web ブラウザ方式では、PC の Web ブラウザからカメラ管理サーバの Web ページを開き、カメラ管理サーバに登録された IP カメラを選択することによってソフトウェア製品が起動され、映像を表示することができる。

N 主任は、⑦デスクトップアプリケーション方式と Web ブラウザ方式とを比較して、IP カメラの追加や更新における利点から Web ブラウザ方式を採用することにした。

N 主任の設計は承認され、IP マルチキャストによる映像配信の導入が決定した。

設問1 本文中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 [ネットワーク構成] について答えよ。

- (1) 本文中の下線①について、IP マルチキャストを用いずユニキャストで配信を行う場合の欠点を“ソース”と“レシーバ”という字句を用いて35字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線②について、L2SW91 から FW01 へ流入するマルチキャストパケットの伝送レートの理論的な最大値を、Mビット/秒で答えよ。
- (3) 本文中の下線③について、IGMPv3ではなくIGMPv2を使用するとした場合、考えられるIPカメラのアドレス設計を45字以内で答えよ。

設問3 [IP マルチキャストに関する調査及び設計] について答えよ。

- (1) 本文中の下線④について、IGMPv2と比較して、IGMPv3がソースのIPアドレスとグループアドレスの二つを用いることによる利点を、“グループアドレス”という字句を用いて25字以内で答えよ。
- (2) 本文中の下線⑤について、配信先の決定に必要な情報を二つ挙げ、本文中の字句で答えよ。
- (3) 表1中の , に入れる適切な字句を答えよ。ここで、 は図1中の機器名で、 はウェルノウンポート番号で答えよ。

設問4 [追加指示への対応] について答えよ。

- (1) 本文中の下線⑥について、(a)設定を追加する機器名、(b)設定を追加するインタフェースの接続先機器名、(c)プロトコル名をそれぞれ答えよ。ここで、機器名は図1中の字句で、プロトコル名は本文中の字句で答え、複数該当する場合は全て答えよ。
- (2) 本文中の下線⑦について、Webブラウザ方式の利点を25字以内で答えよ。