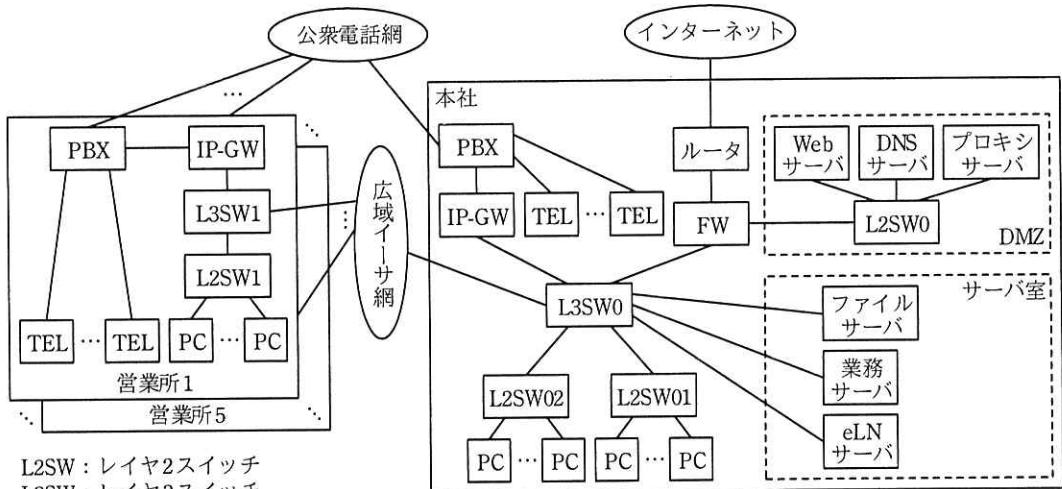


問3 通信品質の確保に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

Y社は、機械製品の輸入及び国内販売を行う社員数500名の商社であり、本社のほかに5か所の営業所（以下、本社及び営業所を拠点という）をもっている。このたび、Y社では、老朽化した電話設備を廃棄して、Z社の音声クラウドサービス（以下、電話サービスという）を利用することで、電話設備の維持管理コストの削減を図ることにした。情報システム部のX主任が、電話サービス導入作業を担当することになった。

〔現状の調査〕

X主任は、既設の電話設備の内容について総務部の担当者から説明を受け、現在の全社のネットワーク構成をまとめた。Y社のネットワーク構成を、図1に示す。



L2SW：レイヤ2スイッチ  
L3SW：レイヤ3スイッチ  
FW：ファイアウォール  
TEL：電話機  
eLNサーバ：eラーニングシステムのサーバ  
IP-GW：音声信号とIPパケットの変換装置  
広域イーサ網：広域イーサネットサービス網

注記1 本社のPBXには80回線の外線が収容され、各営業所のPBXには、それぞれ10回線の外線が収容されている。

注記2 本社のPBXから本社のIP-GWには100回線が接続され、各営業所のPBXから当該営業所のIP-GWには、それぞれ20回線が接続され、拠点間の内線通話に使用されている。

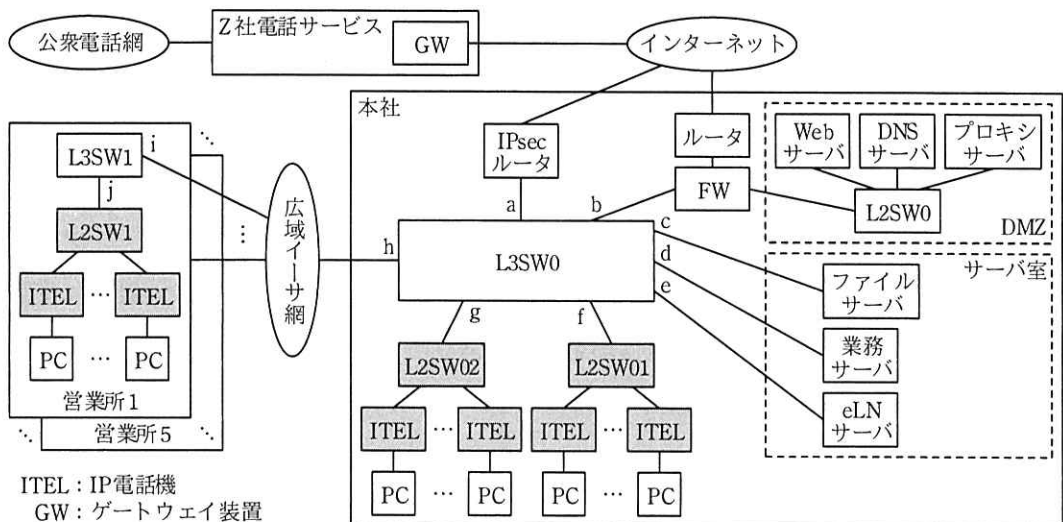
図1 Y社のネットワーク構成

Y社のネットワークの使用方法を次に示す。

- ・社員は、本社の DMZ のプロキシサーバ経由でインターネットにアクセスするとともに、本社のサーバ室の複数のサーバを利用している。
- ・拠点間の内線通話は、IP-GW を介して広域イーサ網経由で行っている。

〔電話サービス導入後のネットワーク構成〕

次に、X 主任は、電話サービスの仕様を基に、図 2 に示す、電話サービス導入後のネットワーク構成を設計した。



ITEL : IP電話機  
GW : ゲートウェイ装置

注記 1 網掛け部分は、PoE 対応製品である。

注記 2 L3SW0 及び L3SW1 の a~j は、ポートを示す。

図 2 電話サービス導入後のネットワーク構成

図 2 中の a には VLAN10, b には VLAN15, c, d, e には VLAN20, f には VLAN100, g には VLAN150, h には VLAN25, i には VLAN200, j には VLAN210 という VLAN がそれぞれ設定されている。

ITEL は、PoE の受電機能をもつ製品を導入して ITEL 用の電源タップを不要にする。PC は、ITEL の PC 接続用のポートに接続する。①営業所の L2SW 及び本社の L2SW01 と L2SW02 は、PoE の給電機能をもつ製品に交換する。

電話サービス導入後は、音声を全て IP パケット化し、データパケットと一緒に LAN 上に流す。Y 社が利用する VoIP (Voice over Internet Protocol) では、音声の符

号化に G.729 として標準化された CS-ACELP が使用される。CS-ACELP のビットレートは、 k ビット/秒であり、音声を IP パケット化して LAN 上に流すと、イーサネットフレームヘッダのほかに、IP、 及び RTP ヘッダが付加されるので、1 回線当たり 34.4 k ビット/秒の帯域が必要となる。しかし、全社員が同時に通話した場合でも、本社の LAN の帯域には余裕があると考えた。

電話サービスには、本社の IPsec ルータ経由で接続する。電話サービスは、Y 社から送信された外線通話の音声パケットを GW で受信し、セッション管理を行う。

X 主任は、図 2 の構成への変更作業完了後、電話サービスの運用テストを実施し、問題なく終了したので、電話サービスに切り替えた。

#### [電話サービスで発生した問題と対策]

電話サービスへの切替後のあるとき、eLN サーバで提供する動画コンテンツの情報セキュリティ基礎コース（以下、S 基礎コースという）を、3 日間で全社員に受講させることが決まった。受講日は部署ごとに割り当てられた。

受講開始日の昼過ぎ、本社や営業所の電話利用者から、通話が途切れるというクレームが発生した。X 主任は、S 基礎コースの受講を停止させて原因を調査した。調査の結果、eLN サーバから S 基礎コースの動画パケットが大量に送信されたことが分かった。大量の動画パケットが L3SW0 に入力されたことによって、L3SW0 で音声パケットの遅延又は  が発生したことが原因であると推定できた。

そこで、X 主任は、本社の ITEL、L3SW0、L2SW01 及び L2SW02 と、全営業所の ITEL、L3SW 及び L2SW に、音声パケットの転送を優先させる設定を行うことにした。例として、本社と営業所 1 に設定した優先制御の内容を次に示す。

#### (レイヤ 2 マーキングによる優先制御)

- ・ ITEL、L2SW01、L2SW02 及び L2SW1 に、CoS (Class of Service) 値を基にした PQ (Priority Queuing) による優先制御を設定する。
- ・ ITEL には VLAN 機能があるので、音声フレームと PC が送受信するデータフレームを異なる VLAN に所属させ、②ITEL のアップリンクポートにタグ VLAN を設定する。

- ・ L2SW01 に接続する ITEL には、VLAN100 と VLAN105 を、L2SW02 に接続する ITEL には、VLAN150 と VLAN155 を、L2SW1 に接続する ITEL には、VLAN210 と VLAN215 を設定する。
- ・ ITEL は、音声フレームとデータフレームに異なる CoS 値を、フレーム内の TCI (Tag Control Information) の上位 3 ビットにマーキングして出力する。
- ・ ITEL と L3SW に接続する、L2SW01、L2SW02 及び L2SW1 のポートには、それぞれキュー1 とキュー2 の二つの出力キューを作成し、キュー1 を最優先キューとする。最優先の設定によって、キュー1 のフレーム出力が優先され、キュー1 にフレームがなくなるまでキュー2 からフレームは出力されない。
- ・ L2SW01、L2SW02 及び L2SW1 では CoS 値を基に、③音声フレームをキュー1、データフレームをキュー2に入れる。

(レイヤ3 マーキングによる優先制御)

- ・ L3SW に、Diffserv (Differentiated Services) による優先制御を設定する。
- ・ 優先制御は、PQ と WRR (Weighted Round Robin) を併用する。
- ・ L3SW の f~j には、キュー1~キュー3 の 3 種類の出力キューを作成し、キュー1 は PQ の最優先キューとし、キュー2 とキュー3 より優先させる。キュー2 には重み比率 75%、キュー3 には重み比率 25%の WRR を設定する。a~e の出力キューでは、優先制御は行わない。
- ・ ア から受信したフレームには CoS 値がマーキングされているので、CoS 値に対応した DSCP (Diffserv Code Point) 値を、IP ヘッダの d フィールドを DSCP として再定義した 6 ビットにマーキングする。
- ・ イ から受信したパケットは、音声パケット、eLN サーバのパケット (以下、eLN パケットという)、その他のデータパケット (以下、D パケットという) の 3 種類に分類し、対応する DSCP 値をマーキングする。
- ・ L3SW の内部のルータは、受信したパケットの出力ポートを経路表から決定し、DSCP 値を基に、音声パケットをキュー1、④ eLN パケットをキュー2、D パケットをキュー3に入れる。

上記の設定を行った後に S 基礎コースの受講を再開したが、本社及び営業所の電

話利用者からのクレームは発生しなかった。X 主任は、優先制御の設定によって問題が解決できたと判断し、システムの運用を継続させた。

設問 1 本文中の  ～  に入れる適切な字句又は数値を答えよ。

設問 2 [現状の調査] について、(1), (2) に答えよ。

(1) 図 1 において、音声信号が IP パケット化される通話はどのような通話か。

本文中の字句を用いて答えよ。

(2) 図 1 中の IP-GW は、音声パケットのジッタを吸収するためのバッファをもっている。しかし、バッファを大きくし過ぎるとスムーズな会話ができなくなる。その理由を、パケットという字句を用いて、20 字以内で述べよ。

設問 3 [電話サービス導入後のネットワーク構成] について、(1), (2) に答えよ。

(1) 図 1 中に示した現在の回線数を維持する場合、図 2 中の L3SW0 のポート a から出力される音声パケットの通信量の最大値を、k ビット/秒で答えよ。

(2) 本文中の下線①の L2SW に、PoE 未対応の機器を誤って接続した場合の状態について、PoE の機能に着目し、20 字以内で述べよ。

設問 4 [電話サービスで発生した問題と対策] について、(1)～(5) に答えよ。

(1) 本文中の下線②について、レイヤ 2 の CoS 値を基にした優先制御にはタグ VLAN が必要になる。その理由を、30 字以内で述べよ。

(2) 優先制御の設定後、L3SW0 の内部のルータに新たに作成される VLAN インタフェースの数を答えよ。

(3) 本文中の下線③の処理が行われたとき、キュー1 に音声フレームが残っていても、キュー1 に入った音声フレームの出力が待たされることがある。音声フレームの出力が待たされるのはどのような場合か。20 字以内で答えよ。  
このとき、L2SW の内部処理時間は無視できるものとする。

(4) 本文中の ,  に入れるポートを、図 2 中の a～j の中から全て答えよ。

(5) 本文中の下線④について、eLN パケットを D パケットと異なるキュー2 に入れる目的を、35 字以内で述べよ。