

平成 24 年度 秋期  
 ネットワークスペシャリスト試験  
 午後Ⅱ 問題

試験時間 14:30 ~ 16:30 (2 時間)

注意事項

1. 試験開始及び終了は、監督員の時計が基準です。監督員の指示に従ってください。
2. 試験開始の合図があるまで、問題冊子を開いて中を見てはいけません。
3. 答案用紙への受験番号などの記入は、試験開始の合図があってから始めてください。
4. 問題は、次の表に従って解答してください。

問題番号	問 1, 問 2
選択方法	1 問選択

5. 答案用紙の記入に当たっては、次の指示に従ってください。
  - (1) B 又は HB の黒鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
  - (2) 受験番号欄に受験番号を、生年月日欄に受験票の生年月日を記入してください。  
 正しく記入されていない場合は、採点されないことがあります。生年月日欄については、受験票の生年月日を訂正した場合でも、訂正前の生年月日を記入してください。
  - (3) 選択した問題については、次の例に従って、選択欄の問題番号を○印で囲んでください。○印がない場合は、採点されません。2 問とも○印で囲んだ場合は、はじめの 1 問について採点します。
  - (4) 解答は、問題番号ごとに指定された枠内に記入してください。
  - (5) 解答は、丁寧な字ではっきりと書いてください。読みにくい場合は、減点の対象になります。

〔問 2 を選択した場合の例〕

選択欄	
1 問 選択	問 1
	○問 2

注意事項は問題冊子の裏表紙に続きます。  
 こちら側から裏返して、必ず読んでください。

問1 データセンタの分散化に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

C社は、OA製品の製造・販売会社である。C社では、被災しても事業が継続できるように、サーバ及びデータを保存するストレージを堅ろうな既設データセンタに収容していた。しかし、事業継続計画を見直した結果、災害によっては、1か所集中型のデータセンタでは事業継続が困難になることが分かり、データセンタの分散化を行うことになった。

分散化に当たって、新たに構築するデータセンタ（以下、新データセンタという）は、被災時に使用するバックアップセンタとしての役割だけでなく、通常時に、蓄積された各種データの分析にも活用することにした。S主任とN君は、このプロジェクトのネットワーク基盤の検討メンバに選任された。図1は、既設システムと新データセンタのネットワーク構成図である。

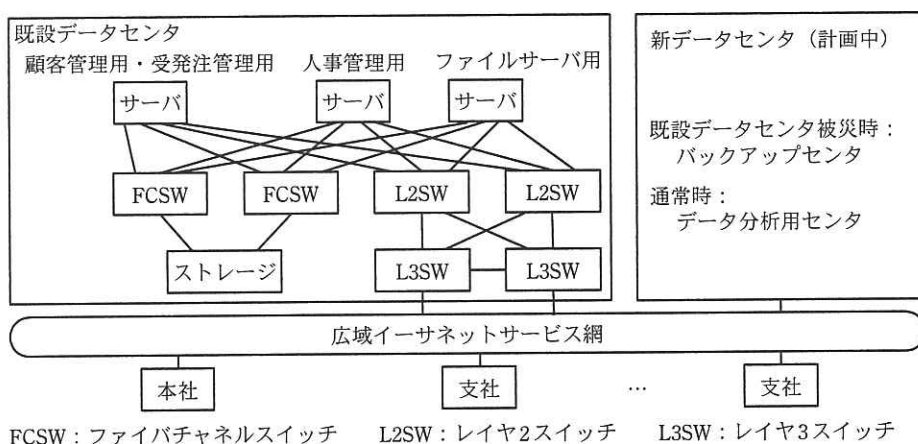


図1 既設システムと新データセンタのネットワーク構成図

新データセンタの構築においては、将来のITシステムの技術動向を踏まえて、拡張性に配慮したシステムを目指した。そこで、ブレード型サーバを使用し、その中で仮想化技術を用いて、仮想サーバを動作させることにした。サーバと他の機器との接続には、信頼性、QoS、必要通信帯域など多様な要求に対応するネットワークを実現する必要があった。加えて、ラックに搭載するブレード型サーバの外部接続インタフェース及び配線のための収容スペースが少ないので、配線を減らしたいという要求もあ

った。

S 主任は、SAN (Storage Area Network) のトラフィックを収容することを想定して、次のようなネットワーク設計方針を N 君に示した。

- (1) 信頼性を高めるための冗長経路を、同時に利用した通信帯域の拡張
- (2) SAN 用に利用可能な、ロスがなく低遅延のデータ転送
- (3) サーバの外部接続インタフェースを簡素化するための LAN と SAN の統合
- (4) 統合ネットワークの高信頼化

N 君が、設計方針を実現するための調査をしていく中で、イーサネットの拡張機能をベースに、複数の技術を組み合わせる必要があることが分かってきた。そこで、N 君は、設計方針とその実現技術を関係付けたネットワークの検討を、図 2 に示す順序で進めることにした。

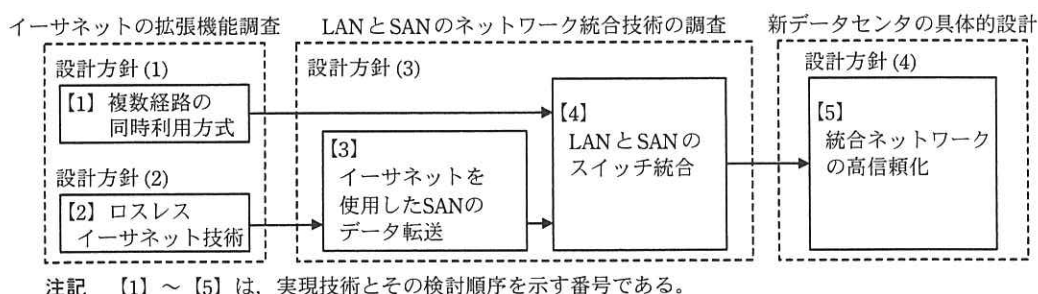


図 2 設計方針とその実現技術を関係付けたネットワークの検討

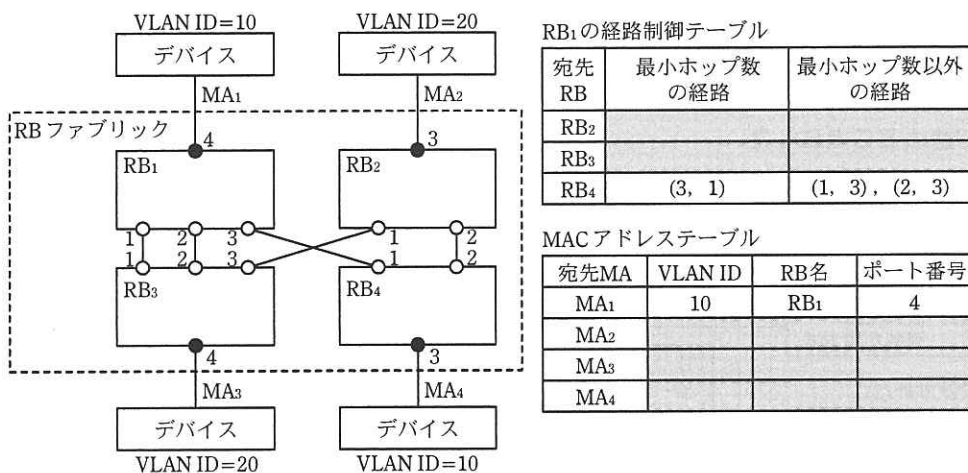
#### 〔[1] 複数経路の同時利用方式〕

イーサネットでは、ループしている経路があると、ブロードキャストフレームが無限にループするので、論理的な接続ではループを作らないように、例えば STP (Spanning Tree Protocol) の場合には、ポートの閉塞処理が行われる。このため、物理的に冗長な経路を導入しても、同時にはその経路を利用できないという問題がある。

N 君が調べたところ、ルーティングを行うブリッジ（以下、RB という）で構成された 1 組のネットワーク（以下、RB ファブリックという）内で、複数経路を同時に利用できる方式（以下、複数経路制御方式という）があることが分かった。

図 3 は、複数経路制御方式を説明するための RB 構成を示している。“デバイス”は、

RB ファブリックに接続するホストやストレージを表している。RB ファブリックを構成する RB には、2 種類のポートがある。一つは RB 間の接続用ポート（以下、ファブリックポートという）であり、もう一つは、デバイスとの接続用ポート（以下、エッジポートという）である。各 RB 内には、イーサネットフレーム（以下、フレームという）の転送制御のための経路制御テーブルが作成される。経路制御テーブルの内容は、宛先 RB ごとに、出力するファブリックポート番号と宛先 RB までのホップ数の組合せを示したものである。図 3 では、例として RB<sub>1</sub> の経路制御テーブルを示している。



- ：ファブリックポート ●：エッジポート MA：デバイスのMACアドレス  
 注記1 RB<sub>1</sub>の経路制御テーブルにおいて、(x, y)は、出力するファブリックポート番号がx、ホップ数がyであることを示す。  
 注記2 図中のポートに付与している1～4の数字は、ポート番号を表す。  
 注記3 経路制御テーブルとMACアドレステーブルの網掛け部分は、設問の関係上、表示していない。

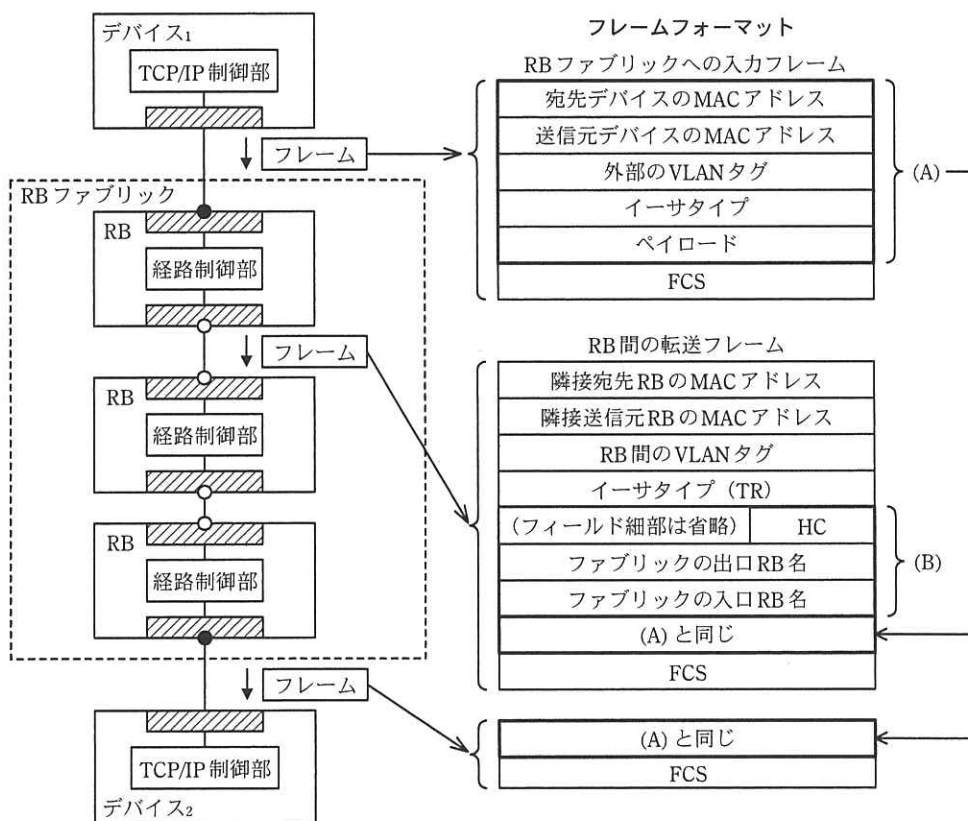
図3 複数経路制御方式を説明するためのRB構成

RB ファブリックに入ってきたフレームは、出口となるエッジポートがある RB（以下、出口 RB という）に向かって、経路制御テーブルに従って転送されていく。出口 RB まで、最小ホップ数の経路が複数ある場合、同時に複数経路を利用できる。また、ある経路に障害が発生しても、複数ある経路の残りの経路が使える場合は、継続してフレームの転送ができる。

一方、RB ファブリックに入ってきたフレームの出口 RB と、その RB 内の出力するポートを知るためには、接続されたデバイスの MAC アドレスをあらかじめ学習して

おく必要がある。①RB ファブリックでは、各 RB で学習した MAC アドレスは、あらかじめ決められた RB に集められた後、各 RB で共通に使われる MAC アドレステーブルが作られて、全 RB に配信される。図 3 では、配信された MAC アドレステーブルを示している。

次に、RB ファブリックのエッジポートに入ってきたフレームが、どのように変換されて転送されるかを説明するために、RB ファブリックのフレーム転送を、図 4 に示す。図 4 では、デバイス<sub>1</sub>からデバイス<sub>2</sub>にフレームを転送する場合を示している。




HC : ホップカウント FCS : フレームチェックシーケンス  : イーサネットインタフェース  
 注記 フレームフォーマットは、フィールド長を考慮した表現にはなっていない。

図 4 RB ファブリックのフレーム転送

入力フレームは、図 4 中の (B) に示すヘッダ (以下、TR ヘッダという) が付加され、カプセル化されて RB 間を転送される。RB 間を転送されるフレームのイーサタイプには、TR ヘッダをもつフレームであることを示す値 (TR) が設定される。出口 RB は、図 3 の MAC アドレステーブルを、入力フレームの宛先デバイスの MAC アドレス

を宛先 MA として参照することで、決定される。次の転送先となる RB は、図 3 に示した経路制御テーブルを、出口 RB を宛先 RB として参照することで、決定される。TR ヘッダの HC の値は、RB を通過するたびに減算され、HC の値が 0 のフレームは廃棄される。出口 RB まで転送されてきたフレームは、カプセル化の解除が行われ、TR ヘッダが外されて宛先デバイスに送出される。

フレーム送出時に、TR ヘッダ中の HC を適切な値にして送信するように設定すると、障害時の代替経路として、残りの正常な経路が使用できる。

## 〔〔2〕 ロスレスイーサネット技術〕〕

ストレージのデータ転送のような場合に、大きな通信帯域と信頼性を実現するためにイーサネットを拡張する技術が、IEEE 802.1 委員会の DCB (Data Center Bridging) タスクグループで規格化されている。今回の要件を満たすには、ホスト、ストレージ及び RB に、この拡張されたイーサネット（以下、拡張イーサネットという）を使用する必要がある。拡張イーサネットでは、優先度別のキュー制御や、スイッチ内バッファの  によるデータロスを防ぐためのスイッチ間バッファ管理の仕組みが規定されており、従来のイーサネットにはないロスレス転送を実現している。また、インタフェースの速度としては、FC (Fibre Channel) の 2 G ビット/秒を超える、最低でも  G ビット/秒のイーサネットの採用が必要と考えられる。

ホストに実装するアダプタである CNA (Converged Network Adapter) は、拡張イーサネットに対応するとともに、HBA (Host Bus Adapter) と NIC の両方の機能を備えている。CNA がもつこれらの機能は、OS からはそれぞれ別のインタフェースとして認識され、別の MAC アドレスが使われる。CNA を使うことで、ストレージとの I/O 用の FC フレームを、イーサネットフレームにカプセル化して転送することができる。

## 〔〔3〕 イーサネットを使用した SAN のデータ転送〕〕

FCoE (Fibre Channel over Ethernet) は、拡張イーサネットを使用して FC フレームを転送する技術である。FC フレームをカプセル化して転送するフレームのイーサタイプには、FCoE を示す値が設定される。FCoE を使うためには、FCoE に対応したインタフェースを備えたスイッチ（以下、FCoE-SW という）が必要になり、さらに、

FCSW (Fibre Channel Switch) に相当する機能を実現する FCF (FCoE Forwarder) を FCoE-SW 上に実装する必要がある。FC による SAN は、複数の FCSW 及び FCoE-SW によるネットワーク (以下、FC ファブリックという) となる。

FC ファブリックでは、接続しようとするホストは、最初にログイン処理を行う必要がある。このログイン処理を行うことで、ホストの接続ポートを識別する ID (以下、FCID という) が割り当てられる。FCID は、ドメイン、エリア及びポートという物理的な接続関係を表すフィールドで構成されている。FCoE 対応のホストは、FC ファブリックに接続するために、FIP (FCoE Initialization Protocol) を用いてイーサネット経由で FCF にログインする。FIP を用いて FCF にログインすると、FC ファブリック側から下位 24 ビットを FCID とした、FC ファブリック内でユニークな MAC アドレスが、CNA 中の HBA に当たる部分に割り当てられる (表 1)。

表 1 CNA に割り当てられる MAC アドレスのフォーマット

用途	上位 24 ビット	下位 24 ビット
LAN 用	OUI	製造者による割当て
FC 用	固定値 (例: 0E-FC-00)	FCID

OUI : Organizationally Unique Identifier

FIP のフレームは、制御を行うためのものであり、データ転送の場合の FCoE のイーサタイプとは別の、FIP を示すイーサタイプが使われる。

FCF を実装した FCoE-SW による FCoE 用のフレーム (以下、FCoE フレームという) 及び FC フレームの転送を、図 5 に示す。

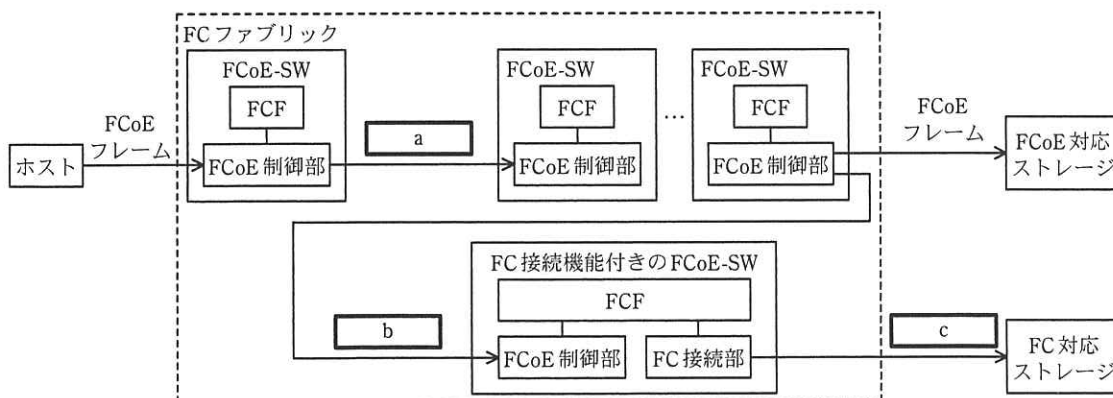


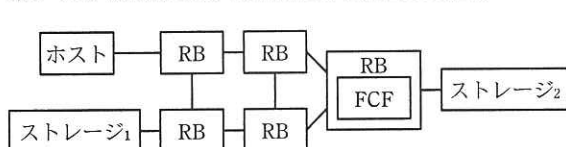
図 5 FCoE-SW による FCoE フレーム及び FC フレームの転送

FCF は、FIP の処理や FCoE フレームの中継処理を行うので、FCoE を使うためには FC ファブリック内に FCF が少なくとも一つは必要である。FCF を実装した FCoE-SW では、FCoE フレームは FCF を経由して転送される。また、図 5 に示すように、FCF 経由で FC 対応のストレージを接続することも可能である。

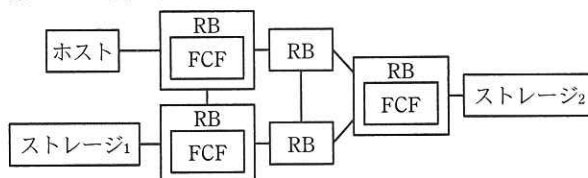
#### 〔4〕 LAN と SAN のスイッチ統合

RB ファブリックと FC ファブリックを統合したネットワーク（以下、統合ファブリックという）を構築するには、スイッチの共用化を図る必要がある。この手段として、RB 上に FCF を実装することが考えられている。FCF へは、拡張イーサネット経由でデバイスを接続するので、FCF 機能を実装しない RB を経由して FCF 機能付きの RB に接続することもできる。したがって、複数経路制御方式と FCoE を組み合わせて統合ファブリックを構成する場合、FCF を実装した RB をどこに配置するかが課題である。図 6 は、N 君が考えた、FCF 機能付き RB の配置構成案である。

案1 FCF 機能付きRBを1か所だけに配置した構成



案2 FCF 機能付きRBを分散配置した構成



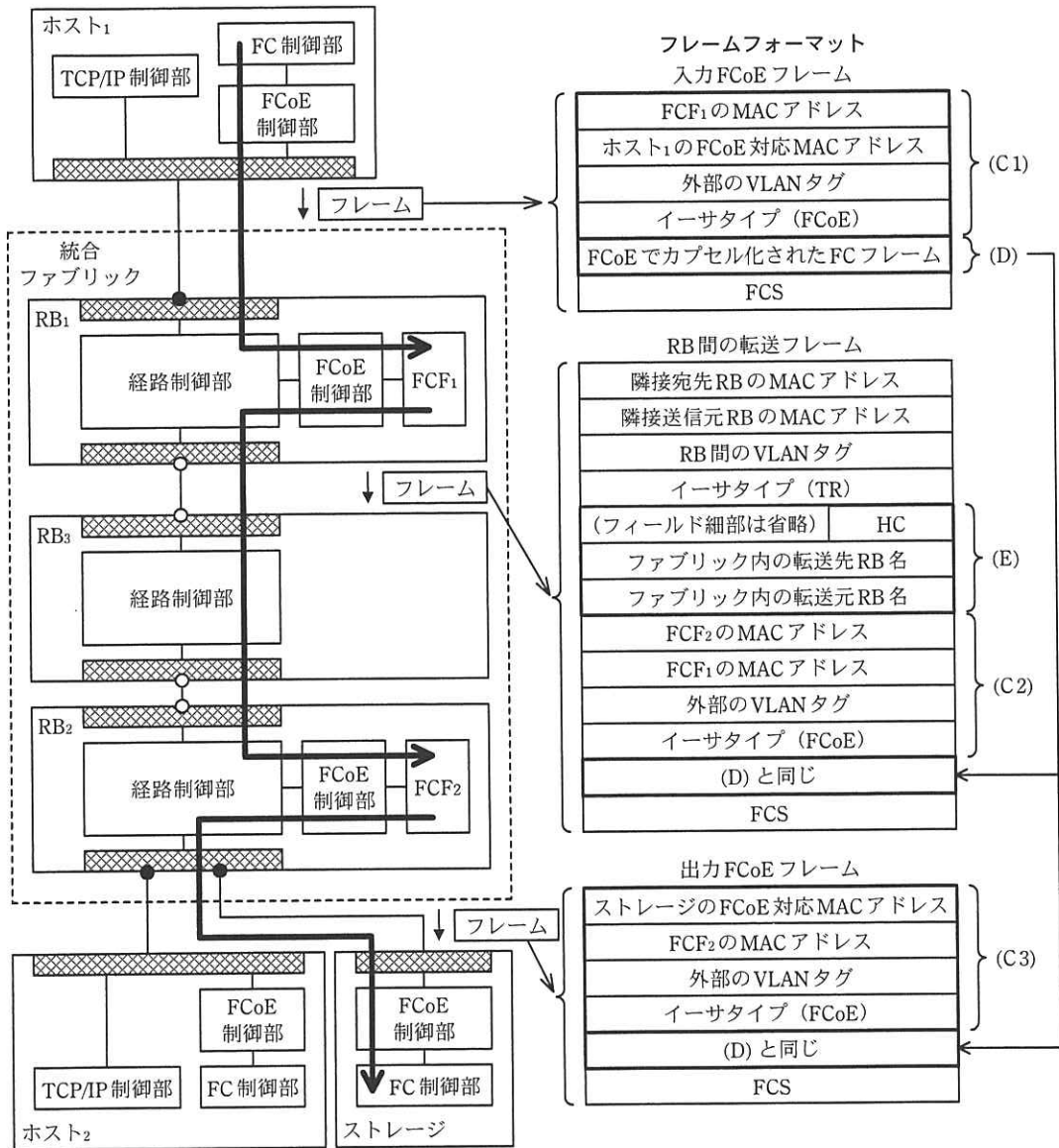
注記 RBは、拡張イーサネットと複数経路制御方式に対応している。

図 6 FCF 機能付き RB の配置構成案

図 6 の構成案を見た S 主任は、② “案 1 は、FCF 機能のない簡素な RB を使って、ホストやストレージを接続できるが、ホストからストレージ<sub>1</sub>にアクセスする場合に問題がありそうだ” と指摘した。N 君は、案 1 と案 2 を比較検討し、案 2 の配置構成を採用することにした。

これまでの検討結果を基に N 君が採用した製品による、LAN と SAN の統合システムのフレーム転送を、図 7 に示す。





☒: 拡張イーサネットインタフェース

注記1 フレームフォーマットは、ホスト<sub>1</sub>からFCoE対応のストレージにアクセスする場合を示している。また、フィールド長を考慮した表現にはなっていない。

注記2 → は、FCフレームが通過する経路を示している。

図7 LAN と SAN の統合システムのフレーム転送

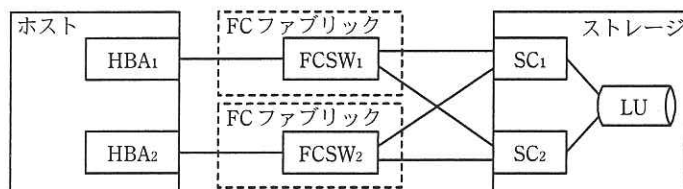
図7では、ホスト<sub>1</sub>からストレージに向かうデータ転送用のフレームを例に、フレームの構造を示している。統合ファブリックのエッジポートに入ってきたフレームは、統合ファブリック内部を転送するための TR ヘッダが付加され、カプセル化されて、

RB<sub>1</sub>→RB<sub>3</sub>→RB<sub>2</sub> へと転送される。ストレージが接続された RB<sub>2</sub> に到達すると、カプセル化が解除され、TR ヘッドが外されて、ストレージに向けて送出される。

#### 〔5〕統合ネットワークの高信頼化

N 君は、これまでの調査で、LAN と SAN を統合するネットワーク技術に見通しがついたので、新データセンタのネットワーク構成を検討するために、SAN の可用性の確保について構成要件を検討することにした。まず、サーバからストレージ内の論理的なディスクであるロジカルユニット（以下、LU という）へのアクセス経路について調べた。ストレージシステムは、データベースに高速にアクセスしたり、重要なデータを保存したりするために、高い信頼性・可用性が要求される。要求を実現するには、ホストから目的の LU へのアクセス経路を複数確保する必要がある。このとき、ウ と呼ばれる、1 か所での障害発生時にシステム全体が動作不能になってしまう機器や部位を作らないことが重要である。

FCSW から構成される FC ファブリックでは、ホストとストレージ間通信のための通信可能なポートの組合せは FCSW が管理している。また、ストレージには、複数経路から LU へのアクセスを可能にするストレージコントローラ（以下、SC という）がある。ホスト側では、LU への経路について、③HBA→SC→LU という経路の組合せで管理するものが多い。このように、複数のアクセス経路がある場合、どの経路を使うかについては、ホスト側のソフトウェアで制御する。また、④障害によっては、一つの FC ファブリックが機能しなくなる可能性もあることから、そのような場合への対応方法も考えておくことが重要である。これらを考慮したホストからストレージ内の LU へのアクセス経路を、図 8 に示す。



注記 LUは、1台から複数台のディスクを組み合わせて、OSからは1台のディスクとして認識される論理的なディスクであり、SCを介してアクセスされる。

図 8 ホストからストレージ内の LU へのアクセス経路

図 9 は、N 君が作成した新データセンタのシステム構成である。サーバは、仮想化技術によって仮想サーバとして構築しておき、状況に応じて、必要な仮想サーバを起動し、関連するストレージ及びネットワークの接続を切り替えて使用する方式とした。

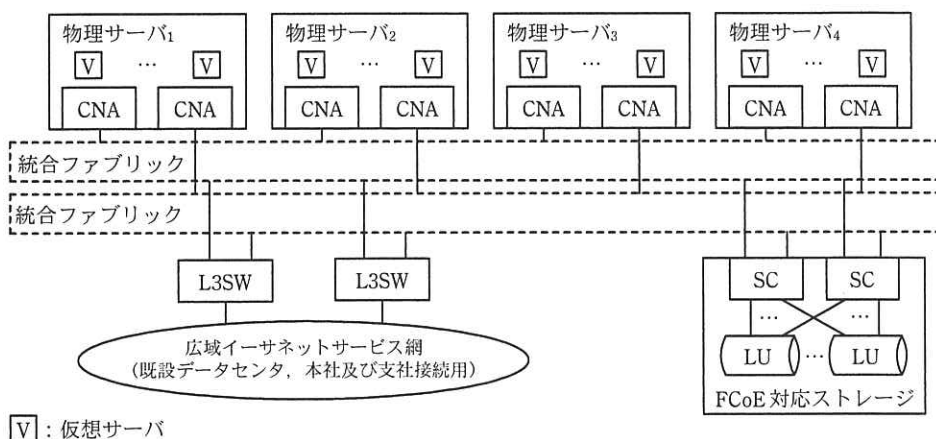


図 9 新データセンタのシステム構成

物理サーバ<sub>1</sub> と物理サーバ<sub>2</sub> は、通常時はデータ分析のための仮想サーバを動作させ、被災時は、既設データセンタのバックアップのための仮想サーバを動作させる。また、一方に障害が発生しても、相互にバックアップできる構成にしている。

S 主任から、ネットワーク基盤の基本方式について了承を得た N 君は、詳細なネットワーク設計に取り掛かった。

設問 1 本文中の ア ~ ウ に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 〔【1】複数経路の同時利用方式〕について、(1) ~ (6) に答えよ。

- (1) 図 3 中の RB<sub>1</sub> の経路制御テーブルで、宛先が RB<sub>2</sub> と RB<sub>3</sub> の場合の最小ホップ数の経路について、RB<sub>4</sub> の場合の表記を参考に全て挙げ、解答欄の空欄に適切な字句を入れて完成させよ。
- (2) 図 3 の接続構成で、RB<sub>1</sub> から RB<sub>4</sub> にフレームを転送する場合に、経路の冗長性を考慮して HC の設定をどのようにすればよいか。また、その目的は何か。それぞれ、15 字以内及び 45 字以内で述べよ。
- (3) 図 3 中で、MAC アドレスの学習が必要なポートの種類を答えよ。また、その

- ポートで VLAN ID を識別するために必要なポート規格を答えよ。
- (4) 図 3 中の MAC アドレステーブルについて、MA<sub>1</sub> の場合の表記を参考に、解答欄の空欄に適切な字句を入れて完成させよ。
- (5) 転送経路にループが発生した時に、フレームが流れ続けることを防止することと、冗長化のための複数経路を確保することの両者を考慮した場合に、RB ファブリックの HC としては、どのような値を設定するのが良いと考えられるか。25 字以内で述べよ。
- (6) 本文中の下線①について、この方法によって得られた共通の MAC アドレステーブルは、図 4 の RB 間転送フレームフォーマットのどのフィールドを決めるために使われるか。フィールド名を答えよ。

設問 3 〔[3] イーサネットを使用した SAN のデータ転送〕について、(1)、(2) に答えよ。

- (1) 図 5 中の、FCoE 対応ストレージに向けて FC ファブリックに入力される FCoE フレームの宛先 MAC アドレスは、どこの MAC アドレスが使われるか。図 5 中の機器名又は機能部名を用いて答えよ。
- (2) 図 5 中の  ～  に入れる適切なフレーム名を答えよ。

設問 4 〔[4] LAN と SAN のスイッチ統合〕について、(1)～(3) に答えよ。

- (1) 本文中の下線②について、S 主任が指摘した問題はどのようなものだったと考えられるか。40 字以内で述べよ。
- (2) 図 7 中の (E) におけるファブリック内の転送先 RB 名と転送元 RB 名は何か。RB 名で答えよ。また、ホストストレージ間の転送では、TR ヘッダによるカプセル化とカプセル化の解除は、どのように行われるか。25 字以内で述べよ。
- (3) 図 7 中のフレームの内容で、FCF が転送処理の対象とするのは、どのフィールドか。図 7 中のフィールドを示す記号 C1、C2、C3、D 又は E のいずれかで答えよ。

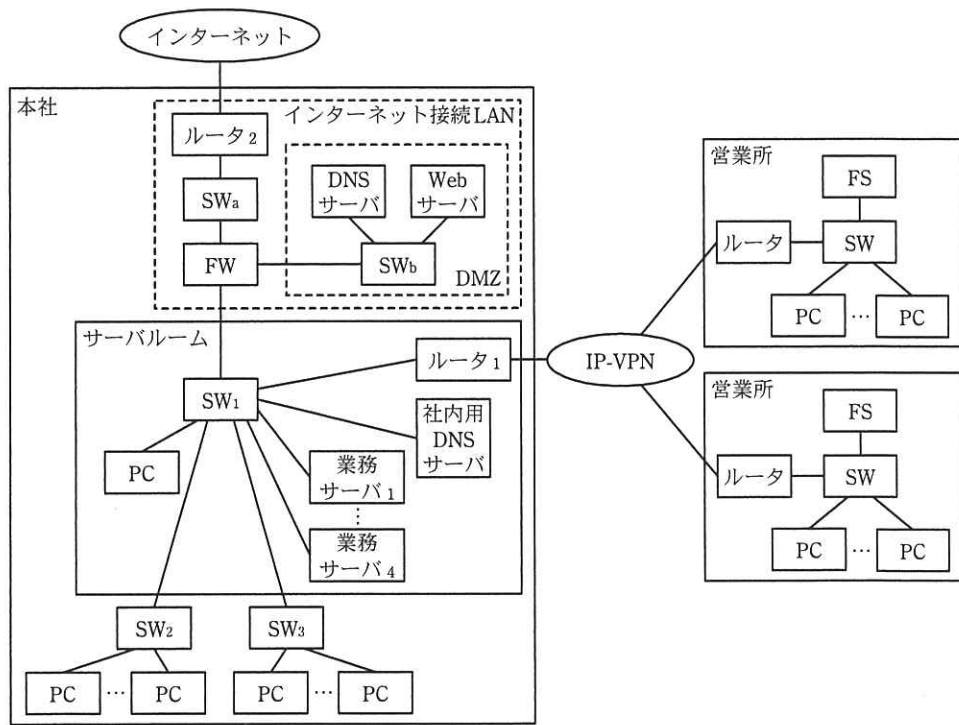
設問 5 〔[5] 統合ネットワークの高信頼化〕について、(1)、(2) に答えよ。

- (1) 本文中の下線③について、図 8 の構成で冗長化された経路を全て挙げ、HBA<sub>m</sub>→SC<sub>n</sub>→LU の形式で答えよ。ここで、m と n は数字を示す。
- (2) 本文中の下線④について、FC ファブリックを利用する上で、どのような対処が必要になるか。図 8 の構成から分かることを 45 字以内で述べよ。

問2 ネットワークシステムの再構築に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

A社は、従業員300名のコンピュータ関連製品の販売会社で、営業所が2か所ある。主に販売店経由で製品を販売しているが、一部の製品については、エンドユーザに直接販売している。A社では、販売店向けの販売店支援システムとエンドユーザ向けのインターネット販売システムを、Webサーバで稼働させている。

本社では、販売、購買、会計などの業務処理を支援する業務システムのサーバ（以下、業務サーバという）を、4台運用している。A社の現在のネットワークシステム構成を、図1に示す。



FW：ファイアウォール SW：レイヤ2スイッチ FS：ファイルサーバ

図1 A社の現在のネットワークシステム構成（抜粋）

〔ネットワークシステムの運用と利用〕

ネットワークシステムの運用は、本社の情報システム部が行っており、サーバ担当とネットワーク担当が役割を分担している。サーバ担当とネットワーク担当は、自席のPCとサーバールームのPCを使用して、サーバとLANの運用管理を行っている。

従業員は、自席の PC で各業務システムやインターネットを利用している。各業務サーバへのアクセスには、本社に設置された社内用 DNS サーバを利用している。本社から営業所の LAN へのアクセスは、サーバ担当とネットワーク担当だけが行っている。本社の PC のデフォルトゲートウェイには、FW の IP アドレスが設定されているので、営業所の LAN にアクセスしようとする場合、パケットは、一旦、FW に送信されてしまう。その後、FW から PC 宛てに送信される ア リダイレクトパケットによって、ルータ<sub>1</sub>が営業所の LAN へのゲートウェイとなるが、余計なパケット転送が行われることになる。これを避けるために、サーバ担当とネットワーク担当が使用する PC だけには、営業所の LAN にアクセスするための情報が登録されている。

#### [障害の発生と対処]

ある日、A 社では、業務サーバ<sub>1</sub>で稼働する業務システムが利用できなくなった。連絡を受けた情報システム部では、まず、ネットワーク担当の M 君が、自席の PC から業務サーバ<sub>1</sub>宛てに ping コマンドを発行したが、応答がなかった。そこで、サーバ担当の R 君がサーバルームに行き、業務サーバ<sub>1</sub>の LAN ポートのリンク状態を示すランプを確認したところ、消灯していたので、M 君と対応策について相談した。2人は① 障害箇所を三つ想定し、接続を順に変更したところ、ランプが正常動作を表す点滅状態になった。R 君は、サーバルームの PC から業務サーバ<sub>1</sub>にアクセスし、サーバが復旧したことを確認した。全社員には、業務サーバ<sub>1</sub>が復旧したことと、処理中のデータが消失した場合の対処方法を通知した。しかし、データの復旧を含めて、業務サーバ<sub>1</sub>での業務が約3時間停止してしまった。

復旧後、R 君と M 君は情報システム部の J 部長に、障害の経過報告を行った。J 部長は、業務システム停止の影響が全社に及んだことから、早急にネットワークシステムを見直さなければならないことを痛感した。また、J 部長は将来を見据えて、インターネットにおける IPv4 アドレスの枯渇に備えて、技術者に IPv6 を体験させて、社内に IPv6 の技術を蓄積しようと考えていた。R 君と M 君は、J 部長の指示に従って、ネットワークシステムの問題点を洗い出し、J 部長の考えを基に対応策を立案することになった。

〔ネットワークシステム再構築範囲の検討〕

R 君と M 君は、現状を調査した。今回の障害は、業務システム利用に関連するネットワーク機器が単一構成であったために回避できなかったため、これらの機器を冗長構成にする対応策を考えた。各サーバには LAN ポートが二つ実装されているが、スイッチが単一構成なので、一つだけを使用している。そこで、サーバの LAN ポートを二つ使用することにして、PC を接続するスイッチからサーバにアクセスする経路（以下、アクセス経路という）を冗長化する。

FW とルータ<sub>1</sub>については、経路に障害が発生したとき、配線変更で対処する。

IPv6 への第 1 ステップの取組みとしては、インターネット経由で IPv6 端末からも Web サーバを利用できるように、IPv4 と IPv6 を変換する装置（以下、トランスレータという）を導入することにする。

2 人は、これらに対応策としてまとめ、J 部長に報告した。対応策が J 部長に承認され、2 人は、ネットワークシステム再構築のためのネットワーク基盤の設計を指示された。

〔A 社におけるネットワーク基盤の設計方法〕

A 社では、ネットワーク基盤の設計を、方式設計と詳細設計の 2 段階で行っている。各設計段階の作業概要と設計書の記述項目を、表 1 に示す。

表 1 各設計段階の作業概要と設計書の記述項目

段階	作業概要	設計書の記述項目
方式設計	要件を実現するための、ネットワークの構成、制御方式などを明確にし、実装方法を決定して方式設計書を作成する。	構成、機能、経路制御方法、バックアップ方法、各種情報の設定規則など
詳細設計	方式設計で定義された情報を基に、ソフトウェア又は機器を稼働させるために必要な情報を詳述した詳細設計書を作成する。	構成、設置、配線、設定情報、管理表、テストなど

〔Web サーバの IPv6 対応策の方式設計と詳細設計〕

R 君と M 君は、トランスレータについて調査した。調査結果は次のとおりである。

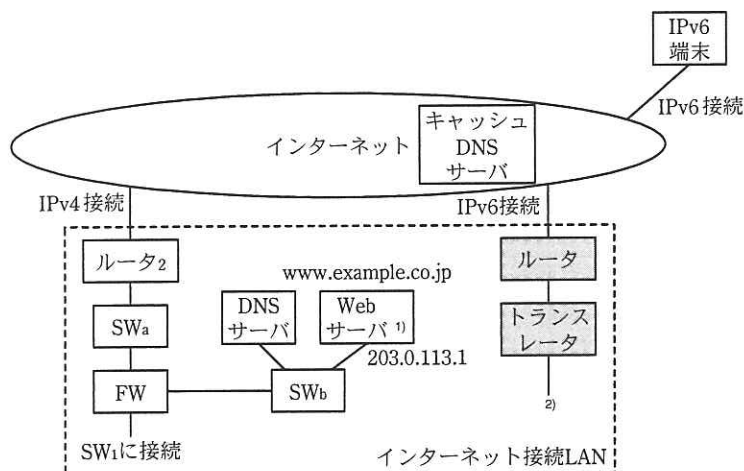
トランスレータは、NAT の延長線上の技術である。NAT は、イ を変換するのに対し、トランスレータは、IP ヘッダを変換し、必要に応じてポート番号も変換

する。

IP ヘッダの変換には様々な処理が必要である。IPv4 ヘッダと IPv6 ヘッダは、それぞれ 20 バイト、 バイトと長さが異なる。IPv6 の IP アドレスは  ビットであり、それによって表せる IP アドレス数は、IPv4 と比較して 2 の  乗倍である。また、IPv6 には、標準ヘッダの他に、フラグメントヘッダやルーティングヘッダといった、IPv4 にはない  ヘッダが導入されている。また、IPv4 では、経路中のルータが必要に応じてパケットを分割することができるが、IPv6 では許されていないという違いもある。トランスレータは、これらの違いを吸収して、IPv4 と IPv6 を相互変換している。

IPv6 端末が、トランスレータを介して IPv4 サーバにアクセスする際、サーバの IPv4 アドレスは IPv6 アドレスに対応付けられる必要がある。この IPv6 アドレスは、トランスレータに設定する変換用プレフィックスを基に生成される。トランスレータは、IPv6 端末が IPv4 サーバ宛てに送信したパケットを受信すると、宛先の IPv6 アドレスに変換用プレフィックスが含まれているかどうかをチェックする。変換用プレフィックスが含まれていれば、その IPv6 アドレスから宛先となる IPv4 アドレスを抽出して、IPv4 サーバとの通信を中継する。

2 人は、トランスレータのこれらの機能を基に、Web サーバを IPv6 端末に公開する構成を、図 2 のようにまとめた。



注 1) Web サーバのホスト名は www.example.co.jp、IP アドレスは 203.0.113.1 である。

注 2) トランスレータの接続は、設問の関係上、省略している。

注記 網掛け部分は、新規導入機器を示す。

図 2 Web サーバを IPv6 端末に公開する構成



図 2 に示した構成は、DNS サーバに AAAA レコードを追加するだけなので、既設機器の変更が簡単で、Web サーバの稼働にほとんど影響を与えない。

M 君は図 2 の構成を実現するための、Web サーバの IPv6 対応策の方式設計書を作成した。

この方式設計を基に、R 君と M 君は B 社のトランスレータを選定し、B 社の技術者の T 氏に詳細設計を依頼した。数日後、T 氏から、トランスレータの導入までの手順や動作概要が記載された資料が提出された。T 氏から提出された資料を、図 3 に示す。

**【トランスレータ導入までの手順】**

- (i) ISP に IPv6 接続を申請し、IPv6 のプレフィックスを取得する。  
今回の申請で、仮にプレフィックス 2001:db8:1:2::/64 を取得した場合、この中から、2001:db8:1:2:0:ffff::/96 を変換用プレフィックスとする。
- (ii) IPv6 インターネット接続 LAN を構築する。  
(以下、省略)

**【IPv6 端末からのアクセス手順とトランスレータの動作】**

- (i) IPv6 端末のブラウザが、Web サーバへのアクセスを要求する。
- (ii) IPv6 端末のリゾルバが、Web サーバの名前解決を要求する。  
リゾルバは、キャッシュ DNS サーバに対し、Web サーバのホスト名である www.example.co.jp の名前解決を要求する。
- (iii) キャッシュ DNS サーバは IPv6 アドレスを取得し、リゾルバに回答する。
- (iv) IPv6 端末のブラウザは、取得した IPv6 アドレス宛てに通信を開始する。
- (v) IPv6 端末が送信した IPv6 パケットを、トランスレータが受信する。  
トランスレータは、受信したパケットの宛先 IP アドレスに、それ自身に設定された変換用プレフィックスが含まれていれば、下位 32 ビットに目的の IPv4 アドレス 203.0.113.1 が埋め込まれていると判断し、IPv6 パケットを IPv4 パケットに変換する。
- (vi) トランスレータは、IPv4 に変換したパケットを Web サーバ宛てに送信する。  
(以下、省略)

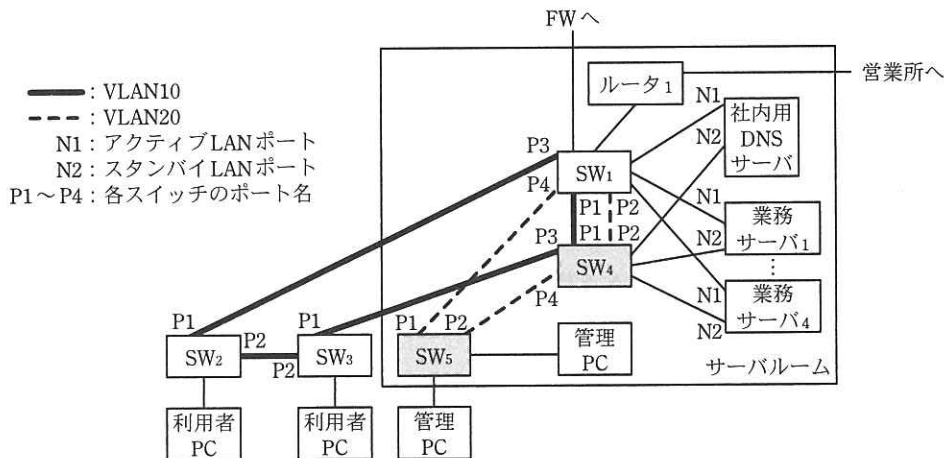
図 3 T 氏から提出された資料 (抜粋)

**【アクセス経路の冗長化の方式設計と詳細設計】**

次に、R 君と M 君は、アクセス経路の冗長化の方式を検討した。設計した構成は、各サーバからスイッチへの接続の二重化とスイッチの二重化による経路の冗長化である。2 人は、図 4 に示すアクセス経路の冗長構成をまとめた。図 4 の構成では、PC の設定や IP アドレス体系の変更を伴わないので、既存環境の変更を最小限に抑えられる。

PC はセキュリティ面から、管理 PC と利用者 PC に分ける。管理 PC は、情報システム部だけが所有し、ネットワークシステムの運用管理に使用される。利用者 PC は、全社員が所有し、各種業務に使用される。PC を使い分けるのに伴い、業務用の LAN と管理用の LAN とを VLAN で分離する。

2 人は、図 4 の冗長構成を実現するための方式設計書を作成した。



注記1 サーバの LAN ポートの二重化では、切替時にスタンバイ側に MAC アドレスが引き継がれる。  
 注記2 網掛け部分は、新規導入スイッチを示す。

図 4 アクセス経路の冗長構成

次に、R 君と M 君は、図 4 の構成で要件どおり動作することを検証するために、テスト用サーバ 1 台とスイッチ 5 台を調達して、図 4 の冗長構成のテスト環境を構築した。SW<sub>1</sub> ~ SW<sub>5</sub> には、IEEE 802.1D で規定されている STP (Spanning Tree Protocol) を設定した。各スイッチに設定した STP 関連の情報を、表 2 に示す。

表 2 各スイッチに設定した STP 関連の情報

設定項目	設定内容	備考
パスコスト	全てのポートに同じ値を設定	
ブリッジ ID	SW <sub>1</sub> < SW <sub>4</sub> < SW <sub>2</sub> < SW <sub>3</sub> < SW <sub>5</sub> となるように設定	SW <sub>1</sub> がルートブリッジ
ポート ID	各スイッチとも、P1 < P2 < P3 < P4 となるように設定	P1 の優先度が最も高い

テスト用サーバの二つの LAN ポートは、アクティブスタンバイ構成に設定した。

PC からサーバへのアクセステストの構成と結果を、表 3 に示す。

表 3 PC からサーバへのアクセステストの構成と結果

項番	テストの構成	結果	ブロックされたポート
1	図 4 の構成	○	SW <sub>3</sub> の P2, SW <sub>4</sub> の P2, SW <sub>5</sub> の P2
2	図 4 で, SW <sub>1</sub> と SW <sub>2</sub> の接続なし	○	SW <sub>4</sub> の P2, SW <sub>5</sub> の P2
3	図 4 で, SW <sub>1</sub> と SW <sub>5</sub> の接続なし	×	SW <sub>3</sub> の P2, SW <sub>4</sub> の P2

表 3 の項番 2 のテストは, SW<sub>1</sub> と SW<sub>2</sub> の接続ケーブルを抜いてから, ツリーの再構成が完了するまで, 約 1 分間待ってから行った。項番 3 のテストは, 図 4 の構成に戻した後, SW<sub>1</sub> と SW<sub>5</sub> の接続ケーブルを抜いてから, 同様の時間をおいて行ったが, エ PC から②サーバにアクセスできなくなった。このとき, ブロックされたポートの状態が想定したものと異なっていたので, 2 人は原因究明に取り組んだ。

STP を調査したところ, 今回設定した STP は, ツリーを VLAN ごとに構成できないことが分かった。詳しく調べると, VLAN ごとにツリーを構成するためには, IEEE 802.1s で規定されている MSTP (Multiple Spanning Tree Protocol) を使うことが必要であった。

MSTP は, 複数の VLAN をインスタンスと呼ばれるグループにまとめ, インスタンス単位でスパンニングツリーの計算を行う。このとき, インスタンスごとにルートブリッジ及びブロッキングポートが決定され, インスタンス単位にツリーが構成される。図 4 中の SW<sub>1</sub>~SW<sub>5</sub> で, VLAN 10 と VLAN 20 にそれぞれ異なったインスタンス番号を割り当て, MSTP を設定する。この MSTP の設定に加え, パスコスト, ブリッジ ID 及びポート ID の値を表 2 の状態のままにすると, 表 3 の項番 3 のテストで問題は発生しないはずである。

以上の検証や調査結果を基に, R 君と M 君は, 図 4 の冗長構成のテスト環境に MSTP を設定して動作テストを行い, 要件どおりの動作を確認した。そこで, 図 4 の冗長構成に MSTP を稼働させることにし, 方式設計書を修正した後, 詳細設計を行った。

[ネットワークシステムの再構築作業]

R 君と M 君が作成した、再構築後のネットワークシステム構成を、図 5 に示す。

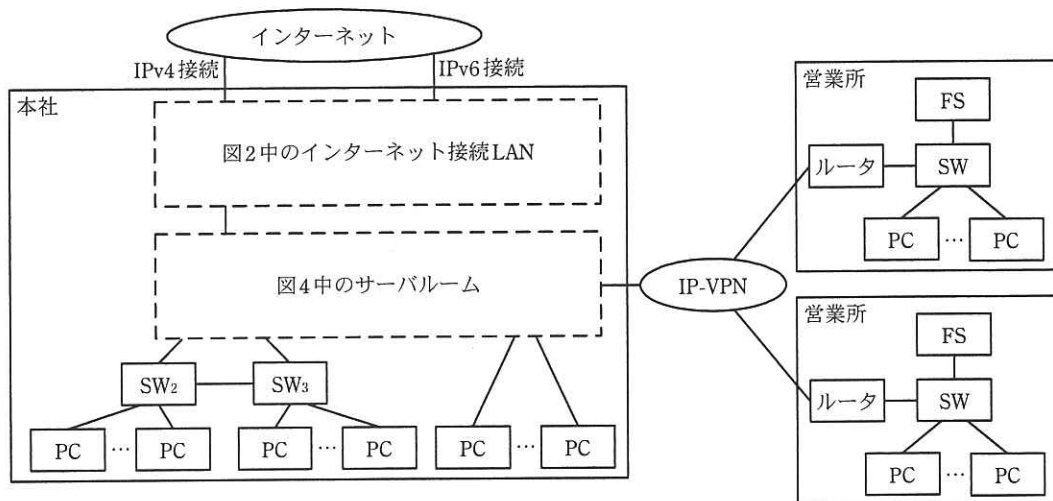


図 5 再構築後のネットワークシステム構成 (抜粋)

IPv6 インターネット回線の設置工事は既に完了していたので、Web サーバの IPv6 対応作業を実施した。トランスレータの設置は、B 社に委託した。M 君は、トランスレータの設置作業日を休日に設定し、当日、DNS サーバの設定変更も並行して行った。トランスレータの設置作業と DNS サーバの設定変更作業が完了した後、B 社の技術者が T 氏の指示に従って、B 社内の IPv6 環境からインターネット経由で、A 社の Web サーバにアクセスして動作テストを行った。動作テストは問題なく完了したので、トランスレータを本稼働させた。後日、B 社から、テスト結果の報告書、トランスレータ関連の詳細設計書などが提出された。R 君と M 君は、その内容を確認して問題ないことが確認できたので、J 部長の承認を得てトランスレータ設置作業の検収を完了させた。

次の休日、アクセス経路の冗長構成の導入を行った。M 君は、動作テストで使用した SW<sub>4</sub> と SW<sub>5</sub> をラックの所定の場所に設置した。設置後、既設のスイッチ間の接続ケーブルと SW<sub>1</sub> に接続されているケーブルを抜いてから、各スイッチに必要な情報を設定し、稼働できる状態にした。この後、FW とルータ<sub>1</sub> の設定変更を行い、FW とルータ<sub>1</sub> を SW<sub>1</sub> に接続した。最後に、スイッチ間の結線と PC の接続を行った。作業が完了

した後、PC を使用して営業所の LAN、Web サーバ及びインターネットにアクセスして、スイッチ、FW 及びルータ<sub>1</sub>の設定に問題がないことを確認した。M 君は、これらの作業を作業手順書に従って実施した。③作業手順書は、詳細設計書に記述された項目のうち、一部の項目を参照している。

引き続き、R 君は、作業手順書に従って業務サーバと社内用 DNS サーバを停止させ、各サーバの二つの LAN ポートを、アクティブスタンバイ構成にした。作業が完了した後、業務サーバと社内用 DNS サーバを SW<sub>1</sub>と SW<sub>4</sub>に接続し、PC から各業務サーバにアクセスして、サーバの利用に問題がないことを確認した。

この後、R 君と M 君は、新たに用意した管理 PC に必要情報を登録し、営業所の LAN へのアクセスについても問題がないことを確認して、再構築作業を完了させた。

設問 1 本文中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。

設問 2 現在のネットワークシステム構成、利用及び障害対応について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 業務サーバ以外に、故障によって全社員の各業務システム利用停止を引き起こす可能性がある機器を、図 1 中の名称で全て答えよ。
- (2) 営業所の LAN にアクセスするとき、余計なパケット転送を避けるために、サーバ担当とネットワーク担当が使用する PC には、どのような情報が登録されているか。40 字以内で具体的に述べよ。
- (3) 本文中の下線①で想定した三つの障害箇所を、それぞれ具体的に答えよ。

設問 3 [Web サーバの IPv6 対応策の方式設計と詳細設計] について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切な数値を答えよ。
- (2) トランスレータの IPv4 ポートの接続先は、図 2 中の SW<sub>a</sub>と SW<sub>b</sub>のどちらにすべきかを答えよ。また、その理由を、40 字以内で述べよ。
- (3) 図 3 中に記載した変換用プレフィックスを使用したとき、DNS サーバに追加する AAAA レコードの IPv6 アドレスを答えよ。
- (4) IPv6 端末のリゾルバから名前解決を要求されたキャッシュ DNS サーバが、図 2 中の A 社の DNS サーバで名前解決ができるためには、キャッシュ DNS サーバは、どのようなネットワーク環境に設置されなければならないか。30 字以内で述べよ。

設問 4 [アクセス経路の冗長化の方式設計と詳細設計] について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 表 3 の項番 2 のテストで、ツリーの再構成後、SW<sub>2</sub>に接続された利用者 PC からサーバ宛てに最初に送信されるフレームが、SW<sub>2</sub>の P2 から転送されるのはなぜか。その理由を、SW<sub>2</sub>が保持する情報に着目し、25 字以内で述べよ。ここで、PC の ARP テーブルには、それまでの情報が保持されているものとする。
- (2) 本文中の下線②の状態になったのはなぜか。その理由を、“パケット”、“SW<sub>1</sub>”及び“サーバ”という字句を用いて、50 字以内で述べよ。
- (3) 図 4 の構成で、本文中に記述した設定で MSTP を動作させると、二つのポートがブロッキングポートになる。二つのブロッキングポートを、図 4 中のスイッチ名とポート名を用いて、表 3 に記述された形式で答えよ。
- (4) 図 4 の構成で、利用者 PC と管理 PC から業務サーバにアクセスできるようにするためには、業務サーバの LAN ポートと、これらを接続する SW<sub>1</sub>と SW<sub>4</sub>のポートには、どのような機能が必要か。その機能名又は規格名を答えよ。

設問 5 方式設計書と詳細設計書について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) トランスレータ導入のための詳細設計に当たって、設置場所、ネットワーク構成及びインターネット接続 LAN の IPv4 アドレスの情報以外に、A 社が B 社に提供すべき情報を、30 字以内で具体的に述べよ。
- (2) 本文中の下線③の詳細設計書に記述された項目の中で、作業手順書で参照されるべき記述項目について、その内容を表 1 を基に三つ挙げ、それぞれ 15 字以内で答えよ。
- (3) 図 4 の構成の方式設計において、サーバがバックアップ経路に切り替えるときの処理方法について、方式設計書に記述されるべき内容を、表 1 を参考に二つ挙げ、それぞれ 35 字以内で述べよ。

[ メモ用紙 ]

6. 退室可能時間に途中で退室する場合には、手を挙げて監督員に合図し、答案用紙が回収されてから静かに退室してください。

退室可能時間	15:10 ~ 16:20
--------	---------------

7. 問題に関する質問にはお答えできません。文意どおり解釈してください。
8. 問題冊子の余白などは、適宜利用して構いません。
9. 試験時間中、机の上に置けるものは、次のものに限りです。  
なお、会場での貸出しは行っていません。  
受験票、黒鉛筆及びシャープペンシル（B 又は HB）、鉛筆削り、消しゴム、定規、時計（アラームなど時計以外の機能は使用不可）、ハンカチ、ポケットティッシュ、目薬  
これら以外は机の上に置けません。使用もできません。
10. 試験終了後、この問題冊子は持ち帰ることができます。
11. 答案用紙は、いかなる場合でも提出してください。回収時に提出しない場合は、採点されません。
12. 試験時間中にトイレへ行きたくなったり、気分が悪くなったりした場合は、手を挙げて監督員に合図してください。

試験問題に記載されている会社名又は製品名は、それぞれ各社の商標又は登録商標です。

なお、試験問題では、™ 及び ® を明記していません。