

問1 保守サービス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、OA用品の製造・販売会社である。A社ではこれまで、製品を購入した企業からの機能や修理の問合せへの対応（以下、保守サービスという）を、地域ごとの保守関連会社（以下、地域保守会社という）に委託していた。地域保守会社では、問合せに応じてカスタマエンジニア（以下、CEという）による出張修理の手配も行っている。これらの業務遂行を支援するシステム（以下、保守サービスシステムという）の現状構成を、図1に示す。

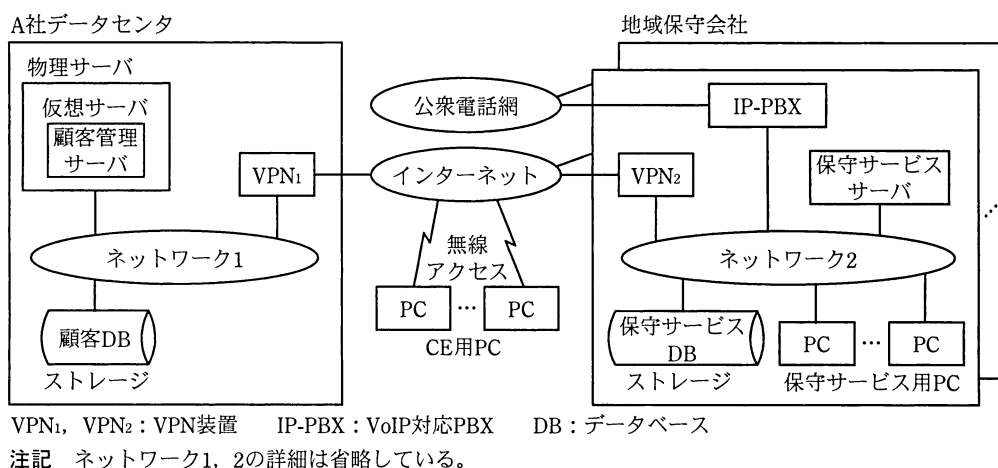


図1 保守サービスシステムの現状構成（抜粋）

問合せ電話の受付は、担当の地域保守会社で行っている。保守サービス用PCにはソフトウェアで電話機能を実現するソフトフォンがインストールされている。電話は、IP-PBXが受け、保守サービス用PCに転送される。CEの出動指示は、地域保守会社の受付者が、通話完了直後の後処理で行っている。問合せ電話の対応に必要な顧客情報は、顧客DBから、担当の地域保守会社へ夜間にバッチ転送され、地域保守会社にある保守サービスサーバの管理下にある保守サービスDBに取り込まれる。CEは、CE用PCを持ち、無線アクセスによって接続したインターネットを介して、保守サービスサーバにアクセスし、必要な情報をやり取りしている。

A社は、保守サービスの品質と効率の向上を図るために、業務の見直しと、それに伴うシステムの再構築を検討することになった。再構築に当たって、保守サービスシ

システムを、A 社データセンタ内のシステムに統合することにした。これまで、保守サービス業務を行ってきた地域保守会社は、統合したシステムを共同利用することで、情報資産の一元化を実現できる。

保守サービスシステムの再構築の担当となった N 君は、次に示す具体的な検討項目を設定した。

- (1) 作業効率を高めるための CE 用 PC の選定
- (2) データ保存機能のない PC であるシンクライアント（以下、TC という）システムの検討
- (3) 電話の着信場所の A 社データセンタへの統合化に伴う電話回線の必要数の算定
- (4) 地域保守会社及び CE 用 PC から A 社データセンタへの接続ネットワークの検討
- (5) 拡張性を考慮した A 社データセンタ内ネットワーク構成の検討

[作業効率を高めるための CE 用 PC の選定]

N 君はまず、CE 用 PC について検討した。保守サービスシステムでは、これまで CE 用 PC として、携帯電話用通信カードの入ったノート PC を利用してきた。しかし、最近では情報端末機能を備えた携帯電話やタブレット型の PC（以下、MPC という）などが普及しつつあり、CE 用 PC として使える可能性が出てきた。

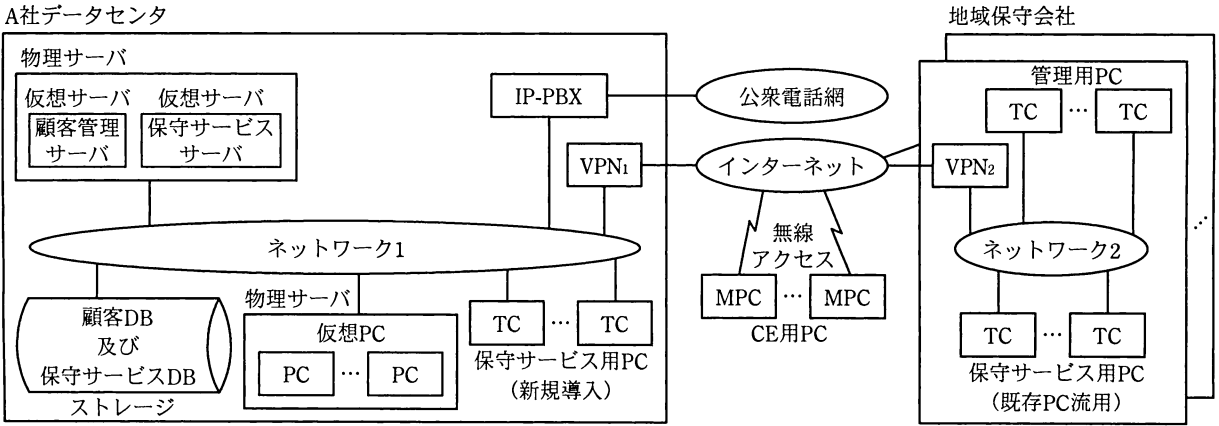
MPC には、駅などの公共施設にあるアクセスポイントを経由して、インターネットに接続できる 機能をもった機種が多い。携帯電話網に直接接続する機能をもたない MPC でも、携帯電話端末のテザリング機能を使うと、携帯電話網を経由したインターネット接続が可能になる。

MPC の多くは、外出先での使用が前提とされているので、位置情報を取得する 機能、カメラ機能、①インターネットを介してデータセンタにセキュアな VPN 接続を実現するための標準的な機能などが、実装されていることも多い。また、MPC はアプリケーションのダウンロード機能をもっているため、プログラムを追加することで各種の機能を追加できる。

N 君は、これらの利点から MPC を CE 用 PC として活用できると考え、今回の保守サービスシステムの再構築に合わせて導入することを提案し、了承された。

〔TC システムの検討〕

N 君が考えた再構築後の保守サービスシステムの構成概要を図 2 に示す。



注記 ネットワーク1, 2の詳細は省略している。

図 2 再構築後の保守サービスシステムの構成概要

今回の保守サービスシステム再構築を機に、地域保守会社に分散していた保守サービスサーバと保守サービス DB を統合する。

A 社データセンタに保守サービス用 PC を新たに設置するが、繁忙期に対応するために、地域保守会社の既存 PC を利用し、地域保守会社でも保守サービス業務を行う。また、地域保守会社には、保守サービス業務以外で利用する管理用 PC を導入し、A 社データセンタ内のサーバにアクセスできるようにする。

ネットワーク経由で画面情報と操作情報の送受信だけを行う TC の実現方式としては、サーバベース方式（以下、SBC という）と仮想 PC 方式がある。SBC は、サーバで稼働させる PC のアプリケーションプログラムを、複数の TC で共用する方式である。一方、仮想 PC 方式は、PC の独立したプログラム実行環境（以下、仮想 PC という）を TC と 1 対 1 でサーバ上に用意する方式である。検討の結果、後者の方式を採用することにした。MPC にも、仮想 PC 方式に対応する機能をもつ機種を選定した。

IP-PBX で受けた問合せ電話に対して、TC で通話する場合、USB で接続したヘッドセット（以下、USB ヘッドセットという）を利用する。この USB ヘッドセットの利用方式については、USB リダイレクト方式と VoIP 対応 TC（以下、TC-V という）方式の、二つの方式がある。

USB リダイレクト方式は、TC に USB デバイスが接続されると、あたかも仮想 PC に USB デバイスが接続されたように動作させる機能を利用する方式である。

一方、仮想 PC に実装されたソフトフォンと TC の間で独自の制御を行うファームウェアが組み込まれた TC-V を利用するのが、TC-V 方式である。TC-V を利用した場合、呼制御は IP-PBX と仮想 PC 間で行うが、通話の音声を運ぶ RTP パケットは TC-V と IP-PBX 間で直接送受する。

USB リダイレクト方式と TC-V 方式の音声データの経路を、図 3 に示す。

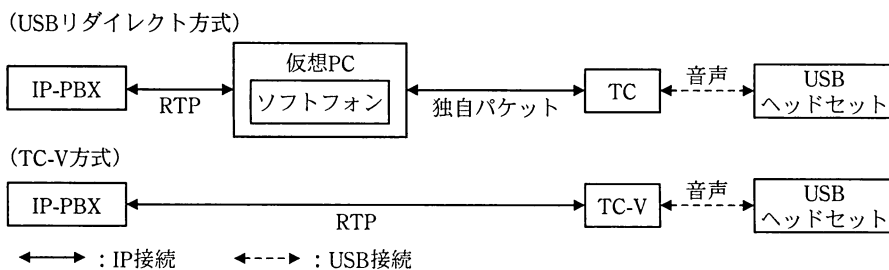


図 3 USB リダイレクト方式と TC-V 方式の音声データの経路

N 君は、TC を新規に導入する場合は音質を重視して TC-V を利用し、既存 PC を活用する場合は、導入の容易性・低コストの観点から、USB リダイレクト方式を利用することにした。

[電話の着信場所の A 社データセンタへの統合化に伴う電話回線の必要数の算定]

これまで地域保守会社に委託していた保守サービス業務は、一括して A 社データセンタに集約するので、再構築後の保守サービスシステムの電話回線数について、現在のシステムを分析し、その必要回線数について検討することにした。

現在のシステムの分析に当たり、まず、電話をかけても、回線がビジーとなつてつながらない呼損状態が発生するモデル（待ち行列を作らないモデル）を想定した。呼損の発生確率を呼損率という。待ち行列理論では、待ち行列モデルを、“到着間隔の分布型／サービス時間の分布型／窓口数／待ち行列系の許容収容数”で表現するケンドール記法がよく使われる。この記法を使い、地域保守会社での受付のモデルを、ランダム到着 (M)、指数分布サービス (M) とし、M/M/s/s と考える。現在、地域保守会社は 10 社あり、地域ごとに受付回線 10 本で対応し、最繁忙時は 1 時間当たり 36 件の問

問合せ電話がかかってくる。電話対応には、通話後の後処理時間を含め、1件当たり平均10分掛かる。この場合、各地域の1時間当たりの到着率は a ，サービス率は b ， s の値は c となる。

再構築後、地域保守会社で受け付けていた問合せ電話を、②A社で一括して受け付けるようにして、呼損率を従来と同等以下にするために、受付回線が何本必要となるかを、表1の呼損率表から求めることにした。

表1 呼損率表

回線数 呼量	10	回線数 呼量	66	67	68	69	70	71	72
6.0	4.3	60.0	4.6	3.9	3.4	2.8	2.4	2.0	1.6
6.7	6.7	66.7	9.8	8.9	8.0	7.2	6.4	5.7	5.0
7.0	7.9	70.0	12.7	11.7	10.8	9.8	9.0	8.1	7.3

注記1 呼量は単位時間（1時間）当たりの通話時間の合計である。

注記2 呼損率の単位は%であり、小数第2位を四捨五入している。

実際の運用では呼損が発生すると、繰り返しかかってくる問合せ電話によって到着率が増大するので、回線が輻輳^{ふくそう}し、呼損率が急増する。A社では、その対策として、③自動音声応答用に回線を追加し、電話が着信して待ち状態になる場合は、自動音声応答機能でコールバックするための受付情報を取得して、直ちに切断する方式を導入することにした。登録された受付情報は、空きとなった受付者に順次割り当てられ、処理される。

[地域保守会社及びMPCからA社データセンタへの接続ネットワークの検討]

再構築後のA社データセンタ側には、地域保守会社との接続方法及びMPCとの接続方法を用意する必要がある。N君は、A社と地域保守会社間の既設ネットワークの状況をチェックした上で、CEがアクセスするための仕組みを追加導入することにした。

図4は、図2中の地域保守会社及びMPCからA社データセンタへの接続部分を抜き出し、より詳細に示したものである。

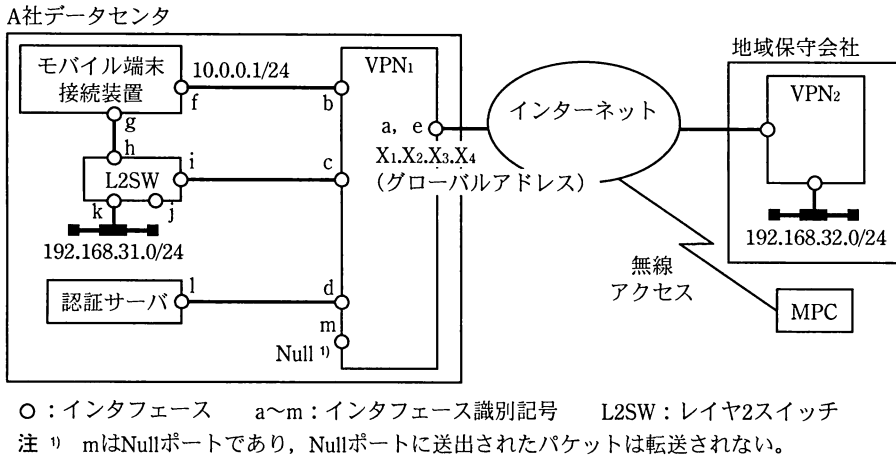


図4 地域保守会社及び MPC から A 社データセンタへの接続（抜粋）

地域保守会社と A 社データセンタ間，及び MPC と A 社データセンタ間は，インターネットを介して VPN で接続する構成とした。VPN₁ と VPN₂ は，A 社データセンタと地域保守会社の LAN 間を接続する VPN 装置であり，ファイアウォールを兼ねている。

MPC からの接続制御を行うモバイル端末接続装置は，VPN₁ の配下に設置する。VPN₁ のインターネット側インタフェース a のグローバルアドレス宛てに送られてきたパケットの中でポート番号 443 のパケットは，そのままモバイル端末接続装置に転送される。モバイル端末接続装置は，認証サーバに問合せを行い，認証サーバが MPC の認証を行う。認証が完了すると，モバイル端末接続装置では，MPC があたかもインタフェース g にいて，L2SW のインタフェース h に接続しているように動作する。

N 君が，今回の接続方法検討に当たり，VPN₁ のルーティングの設定を調べたところ，VPN₁ と VPN₂ 間のインターネット VPN 接続のためのアソシエーションが確立できなかった場合，暗号化されないパケットがインターネット側に送出されてしまうことを発見した。現状では，あまり大事に至らないと考えたが，念のため，外部に送出されないよう代替ルートの設定を行うことにした。今回採用した VPN₁ と VPN₂ 間の VPN 接続では，VPN のトンネルが確立すると，その VPN トンネルの仮想的なインタフェースが，ルーティング上，有効な経路として扱われる。

N 君が作成した再構築後の VPN₁ のルーティング設定の抜粋を，表 2 に示す。宛先の“0.0.0.0/0”は，デフォルトルートを示している。ゲートウェイに“0.0.0.0”を指定したときは，ゲートウェイを経由せず直接宛先ネットワークに到達可能であることを

示している。また、メトリック値は数値が小さいほど優先度が高い。

表2 VPN₁のルーティング設定（抜粋）

No.	宛先	ゲートウェイ	インタフェース	メトリック値
1	0.0.0.0/0	Y ₁ .Y ₂ .Y ₃ .Y ₄ ²⁾	a	1
2	X ₁ .X ₂ .X ₃ .X ₄ ¹⁾	0.0.0.0	a	0
3	10.0.0.0/24	0.0.0.0	b	0
4	192.168.31.0/24	0.0.0.0	c	0
5	192.168.32.0/24	0.0.0.0	e	1
6	ウ	エ	m	オ

注¹⁾ X₁.X₂.X₃.X₄: グローバルアドレスを表す。

注²⁾ Y₁.Y₂.Y₃.Y₄: インターネット側のデフォルトゲートウェイを表す。

〔拡張性を考慮した A 社データセンタ内ネットワーク構成の検討〕

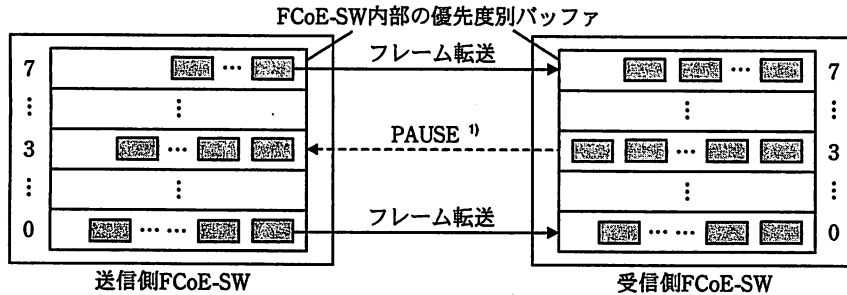
A 社では、保守サービスシステムをデータセンタ内に統合するに当たり、今後のシステム拡張を容易にするためのネットワーク構成を検討することにした。データセンタでは、サーバの設置台数が増加し、中でも、ブレード型サーバの使用が増えている。ストレージは、FC (Fibre Channel) を使った FC-SAN が既に構築されていた。N 君の調査によると、最近では、10 G ビット/秒以上の高速イーサネットを使用し、FC-SAN と LAN を統合する FCoE (Fibre Channel over Ethernet) 技術が登場している。この技術によって、FC プロトコル (以下、FCP という) をイーサネット上で動作させることができる。

FC の上位層である SCSI は、パケットロス为前提としないプロトコルなので、SCSI の下位層では、パケットロスを防ぐ機能の実装が必要である。

パケットロスの要因としては、伝送路上でのビット誤りよりも、バッファの枯渇の方が大きいと考えられた。④FC では、フロー制御の方法として、送信側と受信側の双方で、受信側の空きバッファ数を管理して送信を制御している。この方式を使うことによって、TCP で使われているような、ウィンドウサイズを用いたエンドシステム間の応答確認によるフロー制御では実現できないパケットロスの防止効果が得られる。

LAN の MAC 層でも、フロー制御の方法として、送信側に対して PAUSE フレームを送って送信を抑制する機能が、オプションとして規定されている。しかし、FCoE の実現には、この機能では不十分と考えられており、N 君が調べたところ、FCoE 対

応のスイッチ（以下、FCoE-SW という）では、図 5 に示すような優先度付バッファ制御機能を実装していることが分かった。



□ : フレーム

注 〇) 受信側バッファの枯渇を防止するために送出する。

注記 0~7の数字は、FCoE-SW内のバッファの優先度を示す。数字が大きいくほど優先度が高い。

図 5 FCoE-SW の優先度付バッファ制御機能

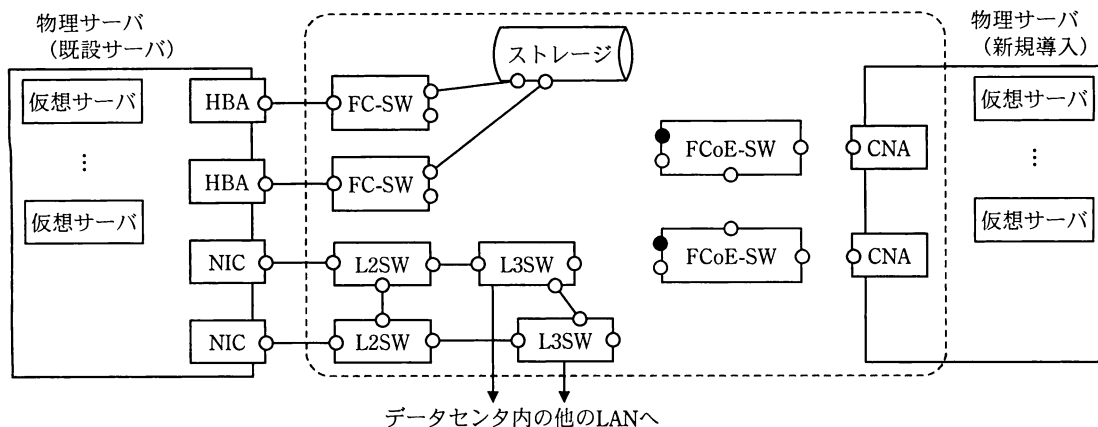
図 5 に示す方式では、⑤優先度別にバッファを用意し、受信バッファが枯渇したときには優先度別に送信を抑制するための PAUSE フレームを送出している。

N 君は、既設機器との接続性を確保しながら、SAN と LAN の将来の統合化に備えるために、CNA (Converged Network Adapter) と呼ばれるネットワーク接続アダプタ製品を使うことにした。この製品は、10 G ビット/秒のイーサネットと FCoE に対応しており、1 個のアダプタで HBA (Host Bus Adapter) と NIC を兼ねることができる。

加えて、CNA と接続する FCoE-SW は、IETF (Internet Engineering Task Force) で標準化が進められている TRILL (Transparent Interconnection of Lots of Links) に対応する製品とした。TRILL 対応の FCoE-SW に入ったフレームは、TRILL ヘッダでカプセル化され、出口の FCoE-SW でカプセル化が解除されて相手に届く。これによって、相互接続された複数の FCoE-SW が、一つの大きな FCoE-SW のように動作する。フレームの転送経路については、コストを評価して最短経路を決める SPF (Shortest Path First) というアルゴリズムを使用している。このアルゴリズムでは、経路を冗長化する場合、⑥経路のコストを適切に設計することによって、トラフィックを分散できる。その結果、冗長化のためにスパニングツリープロトコルを使った場合には得られない効果が期待できた。

今回導入することにした FCoE-SW には、FC と FCoE の相互変換機能が用意されて

いるということなので、既設のシステムに追加接続する形で、図 6 のような拡張性を考慮したネットワーク構成を考えた。ここで、二つの CNA は同時に使用する。



○：インタフェース ●：FCとFCoE相互変換機能のインタフェース L3SW：レイヤ3スイッチ
 注記 設問との関係で、一部の接続を表示していない。 FC-SW：FC対応スイッチ

図 6 拡張性を考慮したネットワーク構成

このようにして、N 君は、将来に向けて A 社データセンタの SAN と LAN の統合化に配慮しつつ、保守サービスシステムの再構築に向けての設計検討を終え、システムの構築作業に着手した。

設問 1 [作業効率を高めるための CE 用 PC の選定] について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) 本文中の , に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 本文中の下線①について、CE が様々な場所からネットワーク接続を行う観点から、適切なプロトコル名を答えよ。

設問 2 [TC システムの検討] について、(1)、(2)に答えよ。

- (1) TC, TC-V に接続している LAN の音声転送用帯域は、TC-V 方式の方が少ない。使用するコーデックに関連して、その理由を 35 字以内で述べよ。
- (2) USB リダイレクト方式で、仮想 PC の処理によって発生する会話品質に影響を与える事象と、それに起因する音質劣化要因を組み合わせで二つ挙げ、答案用紙の空欄を埋めよ。

設問 3 [電話の着信場所の A 社データセンタへの統合化に伴う電話回線の必要数の算定] について、(1)~(3)に答えよ。

- (1) 本文中の ~ に入れる適切な数値を答えよ。

- (2) 本文中の下線②について、従来の呼損率は幾らか。また、従来と同等以下の呼損率を維持するための必要最小限の回線数を答えよ。答えは、表 1 中の数値で答えよ。
- (3) 本文中の下線③について、対策後の方式は、どのような待ち行列のモデルとなるか。20 字以内で述べよ。

設問 4 [地域保守会社及び MPC から A 社データセンタへの接続ネットワークの検討] について、(1)~(4)に答えよ。

- (1) 表 2 中、VPN トンネルのインタフェースはどれか。インタフェース識別記号で答えよ。
- (2) 表 2 中 No.6 の行は、VPN トンネルが Active にならない状態で、暗号化されないパケットがインターネット側に送出されないようにする設定である。

ウ	～	オ
---	---	---

に当てはまるアドレスとメトリック値を答えよ。
- (3) MPC がモバイル端末接続装置に接続できるようにするには、VPN₁にどのような設定が必要か。60 字以内で述べよ。
- (4) MPC のアプリケーションで使用するポートによって、送られてくるパケットを制限する設定は、A 社データセンタ内のどの機器で行う必要があるか。その機器名を答えよ。また、その機器に設定しなければならない理由を、50 字以内で述べよ。

設問 5 [拡張性を考慮した A 社データセンタ内ネットワーク構成の検討] について、(1)~(5)に答えよ。

- (1) A 社データセンタのように、多数のブレードサーバを設置する環境で、SAN と LAN を統合することによって得られる設計上の効果を、40 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線④について、TCP で使われているようなウィンドウサイズによるフロー制御では実現できず、FCP のフロー制御方法によって可能になる、パケットロスの防止効果を、35 字以内で述べよ。
- (3) 本文中の下線⑤について、優先度別制御をすることによって、どのような通信状態の発生を回避するのか。50 字以内で述べよ。
- (4) 本文中の下線⑥を可能にする経路のコスト設計を、25 字以内で述べよ。また、スパニングツリープロトコルでは実現できず、この設計で得られる効果は何か。20 字以内で述べよ。
- (5) 図 6 中の破線で囲まれた部分の接続について、不足している線を追加して、答案用紙の図を完成させよ。