

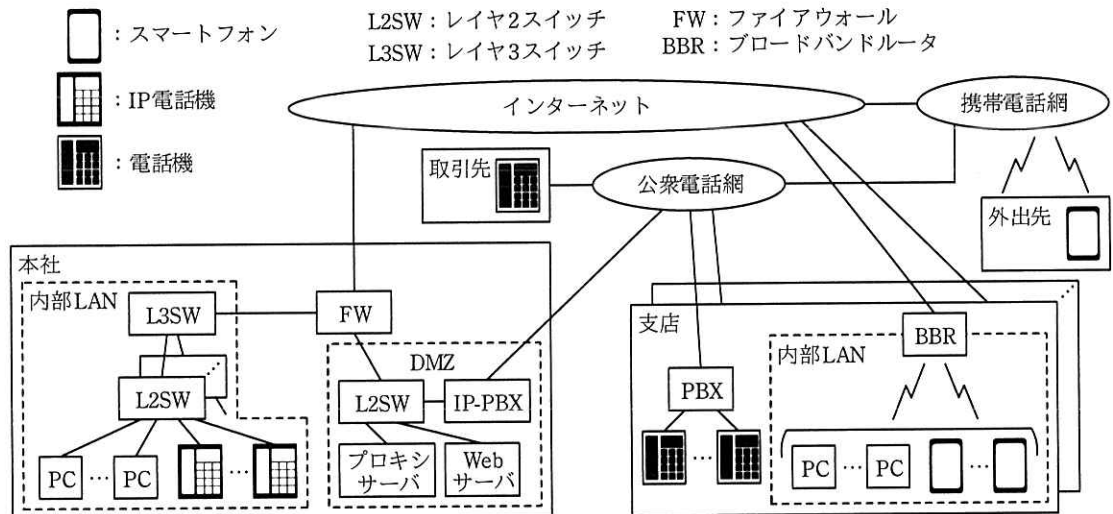
問1 クラウドサービスへの移行に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

D社は、本社及び複数の支店をもつ中堅の運送事業者である。ファイアウォール、Webサーバ、プロキシサーバ、IP-PBX、PBX などから構成されているD社システムを使って、社内外の通信と運送管理業務を行っている。

D社の情報システム部は、D社システムの老朽化に伴い、システムの更改を検討中である。

〔現行のD社システム〕

現行のD社システムの構成を図1に示す。



注記 ネットワーク及び機器の接続について、中継要素の一部を省略している。

図1 現行のD社システムの構成（抜粋）

図1の概要を次に示す。

- (1) 全社のPCから、本社のWebサーバ及びインターネットにアクセスする。
- (2) 本社のPCからインターネットへのアクセスは、プロキシサーバを経由する。
- (3) 支店のPCから本社のWebサーバへのアクセスは、インターネットを経由する。
- (4) 本社のDMZ及び全社の内部LANはプライベートIPアドレスで運用されてお

- り、FW と BBR では NAT 機能及び NAPT 機能が動作している。例えば、上記 (2) 中のインターネットへのアクセスでは、FW の NAPT 機能によって、IP パケット中のプロキシサーバの IP アドレスが変換される。同様に、上記 (3) 中のインターネット経由の Web サーバへのアクセスでは、BBR の NAPT 機能によって IP パケット中の の IP アドレスが変換される。さらに、 の NAT 機能によって、IP パケット中の Web サーバの IP アドレスが変換される。
- (5) IP-PBX は SIP サーバの機能をもつ。また、IP 電話機、及び電話用ソフトウェア（以下、SIP-AP という）を搭載したスマートフォン（以下、スマホという）は SIP ユーザエージェント（以下、SIP UA という）として機能する。IP 電話機及び SIP-AP の間では、SIP プロトコルによる接続制御によって通話セッションが確立し、RTP プロトコルによる通話が行われる。
- (6) SIP UA が IP-PBX に位置情報登録を依頼する際、SIP UA は SIP メソッド を使ってリクエストを行う。その際、 を認証するために“HTTP ダイジェスト認証方式”が用いられる。認証情報がないリクエストを受け取った IP-PBX はチャレンジ値を含むレスポンス“401 Unauthorized”を返す。SIP UA はチャレンジ値から生成した正しいレスポンス値を送り、IP-PBX はレスポンス“”を返す。
- (7) 一部の支店ではスマホを社員に貸与し、次のように利用させている。
- ・支店では、BBR、インターネット及び FW を経由して、スマホの Web ブラウザから本社の Web サーバへアクセスする。また、①同様に FW を経由して、スマホの SIP-AP と本社の IP 電話機間で通話を行う。
 - ・外出先では、携帯電話網、インターネット及び FW を経由して、スマホの Web ブラウザから本社の Web サーバへアクセスする。また、スマホの SIP-AP から取引先への電話については、本社の公衆電話網の電話番号からの発信となるように、携帯電話網、インターネット、FW 及び を経由させる。

B さんは情報システム部のネットワーク担当である。情報システム部長から指示があり、D 社システム更改のネットワークに関する検討を行っている。

B さんに伝えられた D 社システム更改の方針を次に示す。

(1) 運用負荷の軽減

- ・ IaaS を利用し、本社の FW、Web サーバ及びプロキシサーバを撤去する。
- ・ クラウド PBX サービスを利用し、本社の IP-PBX 及び支店の PBX を撤去する。
- ・ 無線 LAN 及び PoE (Power over Ethernet) を利用し、構内配線を減らす。

(2) スマホの活用

- ・ 全社員にスマホを貸与し、本社及び外出先で、電話機及び PC を補完する機器として利用させる。

(3) 新システムへの段階的移行

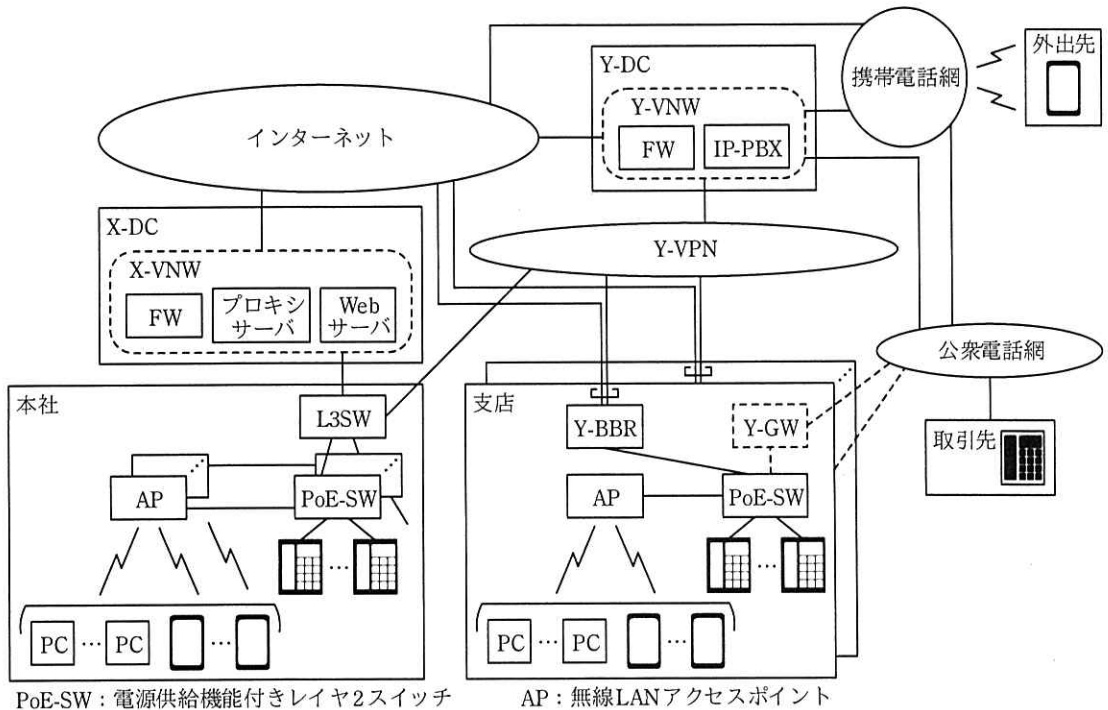
- ・ 現行システムから新システムへの切替えは、拠点単位に段階的に行う。

[クラウドサービスの利用]

D 社システムの更改では、X 社が提供する IaaS と、Y 社が提供するクラウド PBX サービスを利用する。利用するクラウドサービスの概要を表 1 に、B さんが考えた新 D 社システムの構成を図 2 に、それぞれ示す。

表 1 利用するクラウドサービスの概要

サービス名	説明
IaaS	X 社のデータセンタ (以下、X-DC という) 内に、D 社の仮想 LAN (以下、X-VNW という) と仮想サーバを構成する。 次のオプションサービスを利用する。 ・ インターネット接続: X-VNW 内に FW を構成し、X-VNW とインターネットを接続する。 ・ 専用線接続: イーサネット専用線を使って、本社と X-VNW を接続する。
クラウド PBX サービス	Y 社のデータセンタ (以下、Y-DC という) 内に、D 社の仮想 LAN (以下、Y-VNW という)、IP-PBX 及び FW を構成する。IP-PBX は、インターネット、携帯電話網、公衆電話網及び Y 社の閉域網 (以下、Y-VPN という) と接続する。 次のオプションサービスを利用する。 ・ 専用線接続: イーサネット専用線を使って、本社と Y-VPN を接続する。 ・ PPPoE (Point-to-Point Protocol over Ethernet) 接続: Y 社のブロードバンドルータ (以下、Y-BBR という) を支店に設置し、PPPoE を用いて、支店を Y-VPN 及びインターネットに接続する。 ・ ゲートウェイ接続: Y 社のゲートウェイ (以下、Y-GW という) を一部の支店に設置し、支店を公衆電話網に接続する。 ・ SIP-AP の利用: スマホに Y 社のクラウド PBX サービス用の SIP-AP を搭載し、電話機と同じような操作を可能にする。



PoE-SW：電源供給機能付きレイヤ2スイッチ

AP：無線LANアクセスポイント

注記1 Y-GWを設置しない支店がある。

注記2 ネットワーク及び機器の接続について、中継要素の一部を省略している。

図2 Bさんが考えた新D社システムの構成(抜粋)

図2中のネットワークについてBさんが整理した内容を次に示す。

- (1) Y-BBRは、二つの PPPoE セッションを提供する。一つはインターネット接続に、もう一つはクラウド PBX サービス利用に用いられる。
- (2) Y-VPNは、Y社のクラウド PBX サービスを利用する顧客が共用する IP-VPN である。RFC 3031 で標準化されている キ の技術が用いられている。
- (3) D社の異なる拠点間の通話が他の拠点を經由しないように、Y-VPNの網内は ク 構成となっている。
- (4) 新たに構成する、X-VNWX、Y-VNWX 及び全社の内部 LAN の IP アドレスは、現行のプライベート IP アドレスとは重ならないアドレス空間を利用する。
- (5) 全社の内部 LAN では静的ルーティングを用いる。全社の AP はブリッジモードで動作させ、PC とスマホを収容する。収容端末の IP アドレス及びデフォルトゲートウェイの IP アドレスは、AP の DHCP 機能を使って配布する。本社の収容端末のデフォルトゲートウェイは L3SW、支店の収容端末のデフォルトゲート

ウェイは ケ である。

(6) 電話に関する図 2 中の通信経路を表 2 に示す。

表 2 電話に関する図 2 中の通信経路 (抜粋)

項番	発信	着信	通信経路
1-1	本社の IP 電話機	本社の IP 電話機	シグナリング：本社～Y-VPN～Y-VNW～Y-VPN～本社 通話：本社
1-2		支店の IP 電話機	シグナリング：本社～Y-VPN～Y-VNW～Y-VPN～支店 通話：本社～Y-VPN～支店
1-3		取引先の 電話機	シグナリング・通話共：本社～Y-VPN～Y-VNW～公衆電話網～取引先
2-1	支店の IP 電話機	取引先の 電話機	シグナリング・通話共：支店～Y-VPN～Y-VNW～公衆電話網～取引先
2-2			シグナリング：支店～Y-VPN～Y-VNW～Y-VPN～支店～公衆電話網～取引先 通話：支店～公衆電話網～取引先
3-1	本社の スマホ	本社の IP 電話機	シグナリング：本社～Y-VPN～Y-VNW～Y-VPN～本社 通話：本社
3-2	支店の スマホ		シグナリング：支店～Y-VPN～Y-VNW～Y-VPN～本社 通話： a

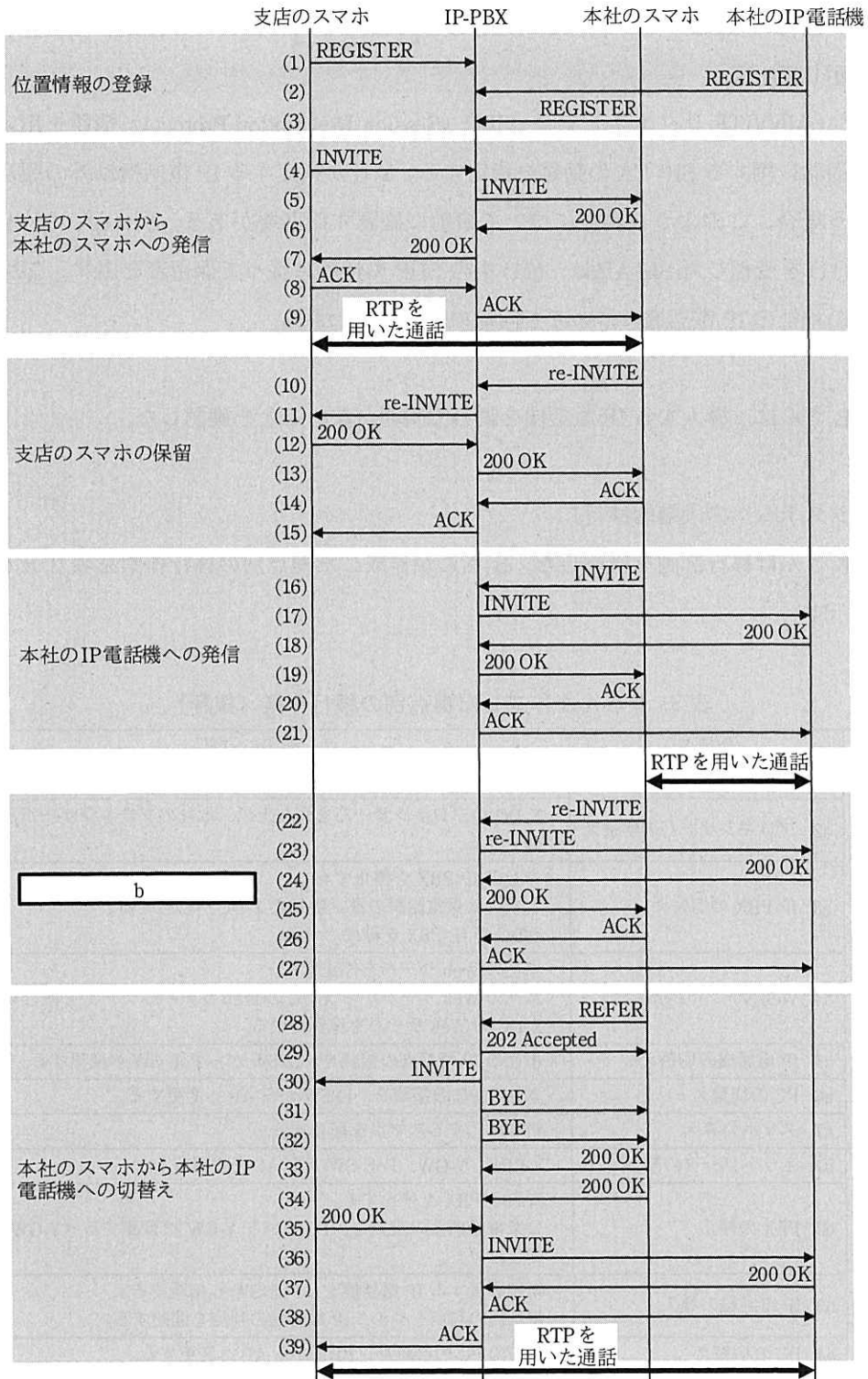
〔スマホの活用〕

スマホの SIP-AP を使うと、電話機と同等の操作ができる。その一例が、通話中の電話を別の電話機に転送する操作（以下、保留転送という）である。B さんは、保留転送の通信仕様を Y 社に問い合わせた。Y 社からの回答を次に示す。

(1) 開始されているダイアログ内で送信される INVITE リクエストを、re-INVITE リクエストという。保留転送を行うスマホは、IP-PBX に次の四つの SIP リクエストを送信する。

- re-INVITE リクエストを送信し、相手の電話機を保留状態にする。
- INVITE リクエストを送信し、転送先の電話機を呼び出す。
- re-INVITE リクエストを送信し、転送先の電話機を保留状態にする。
- REFER リクエストを送信し、セッションを切り替える。

(2) 保留転送に関する通信シーケンス例を図 3 に示す。



注記1 (1)~(39)は、シーケンス番号を表す。

注記2 Trying など、一部のシーケンスを省略している。

図3 保留転送に関する通信シーケンス例

(3) 図 3 の通信シーケンスは、利用者が コ を操作して保留転送を行う例を示している。

(4) re-INVITE リクエストでは、SDP (Session Description Protocol) 情報を用いて、通話に関する SIP UA の動作を指定する。Y 社が指定する IP 電話機以外の製品を使う場合、このような動作について事前に確認する必要がある。例えば、図 3 中の (11) を受信した SIP-AP は、(11) 中の SDP の情報に従って保留音を出す。②図 3 中の 本社の IP 電話機についても同様の動作が行われる。

B さんは、導入する IP 電話機を調べて問題がないことを確認した。

[新システムへの段階的移行]

B さんは移行計画を検討した。B さんが作成した拠点別の移行作業を表 3 及び図 4 に示す。

表 3 B さんが作成した拠点別の移行作業 (抜粋)

拠点名	作業名	作業の内容
本社	a1 ネットワークの準備	・ 本社の PoE-SW 及び AP を設置する。
	a2 プロキシサーバの切替え	・ X-DC のプロキシサーバを立ち上げ、本社のプロキシサーバと並行稼働させる。
	a3 IP-PBX の切替え	・ 本社の IP-PBX を停止する。 ・ 本社の公衆電話網の電話番号を Y-DC へ移行する。 ・ Y-DC の IP-PBX を稼働させる。
	a4 Web サーバの切替え	・ 本社の Web サーバを停止する。 ・ 本社の Web サーバから X-DC の Web サーバヘデータを移行する。 ・ X-DC の Web サーバを稼働させる。
	a5 IP 電話機の切替え	・ 本社の IP 電話機の接続を、L2SW から PoE-SW へ変更する。
	a6 PC の切替え	・ 本社の PC の接続を、L2SW から AP へ変更する。
	a7 スマホの導入	・ 新規導入するスマホを配布する。
支店	b1 ネットワークの準備	・ Y-BBR, Y-GW, PoE-SW 及び AP を設置する。
	b2 PBX の停止	・ 支店の PBX を停止する。 ・ 公衆電話網との接続を、PBX から Y-GW へ変更する (Y-GW 設置の支店だけ)。
	b3 IP 電話機の導入	・ 新規導入する IP 電話機を、PoE-SW へ接続する。 ・ 電話機の利用をやめ、IP 電話機の利用を開始する。
	b4 PC の切替え	・ 支店の PC の接続を、BBR から AP へ変更する。
	b5 スマホの導入	・ 新規導入するスマホを配布する。
	b6 既存のスマホの切替え	・ 支店のスマホの SIP-AP を、Y 社クラウド PBX サービス用のものに変更する。

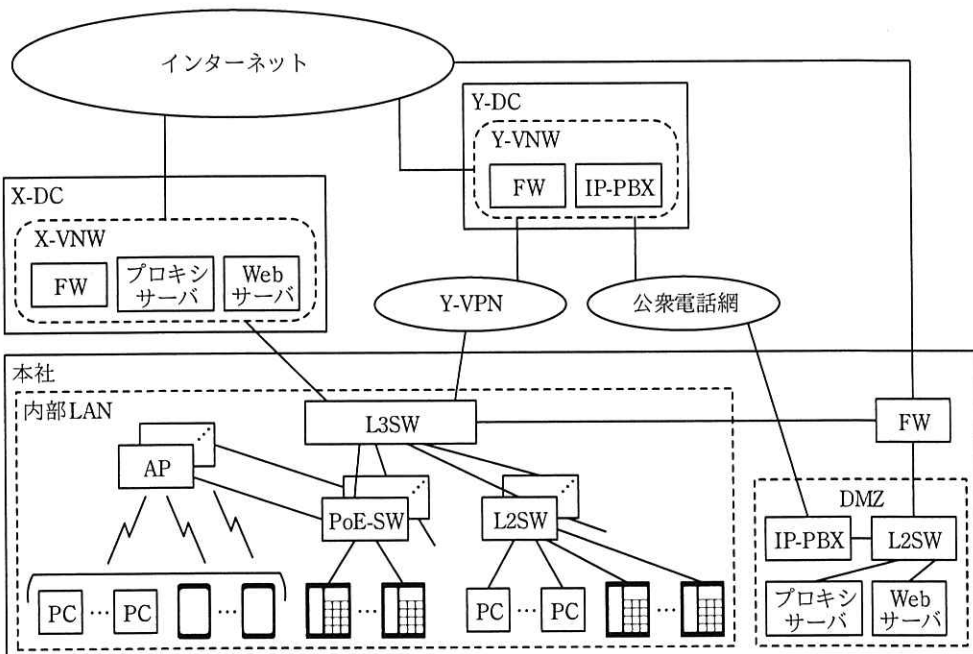
	10月	11月	12月	1月	2月
本社		連休		連休	
部署1	a1	a3	a6, a7		
部署2	a1	a5	a6, a7		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
部署m	a1	a5	a6, a7		
支店1	b1	b6	b2~b5の日程を支店1と調整する		
支店2	b1	b6	b2~b5の日程を支店2と調整する		
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
支店n	b1	b6	b2~b5の日程を支店nと調整する		

注記1 中の記号は、表3中の作業名に付与された識別子を表す。

注記2 mは部署の数、nは支店の数をそれぞれ表す。

図4 Bさんが作成した拠点別の移行作業（抜粋）

次に Bさんは、表3を基に切替期間中のネットワーク環境を検討した。Bさんが作成した切替期間中の本社のネットワーク構成を図5に示す。



注記 ネットワーク及び機器の接続について、中継要素の一部を省略している。

図5 Bさんが作成した切替期間中の本社のネットワーク構成（抜粋）

Bさんは、表3、図4、5を持参し、移行計画について情報システム部長に相談した。その時のBさんと部長の会話を次に示す。

Bさん：図4をご覧ください。10月末までにネットワークの準備を終え、プロキシサーバを並行稼働させておきます。11月の連休を利用してIP-PBXを切り替え、1月の連休を利用してWebサーバを切り替えます。

部長：図4を見ると、本社では2か月以上掛けてPCを切り替えるようだね。

Bさん：台数が多く利用者への配慮も必要なので、長めの切替期間を設けています。

部長：なるほど。

Bさん：また、③切替期間中の本社の内部LANでは、現行環境と新環境を分離します。

部長：その方が安全だ。ところで、本社のIP電話機は一斉に切り替えるのだね。PCと同様に段階的に切り替えた方が良いと思うが。

Bさん：Y社に相談しましたが、Y-DCのIP-PBXと本社のIP-PBXとの連携は複雑なので断念しました。二つのIP-PBXを同時に稼働させることは可能ですが、その場合には、それぞれに收容されたIP電話機間の内線通話できません。また、cとIP電話機の切替えの順序関係によって、一部のIP電話機では、一時的にdができなくなります。

部長：了解した。次に、表3中の作業a2にあるプロキシサーバの並行稼働について説明してくれないか。

Bさん：プロキシサーバには、プロキシ機能とDNS機能をもたせています。並行稼働中は、それぞれの機能について、本社のプロキシサーバとX-DCのプロキシサーバの両方を稼働させます。さらに、X-DCのプロキシサーバのDNS機能をスレーブDNSサーバとし、本社のプロキシサーバのDNS機能からゾーン転送を行います。

部長：プロキシ機能はどのように切り替えるのかな。

Bさん：現在、本社のPCからは本社のプロキシサーバを使っています。表3中の作業a6でPCを切り替えるときに、PCの設定情報を変更し、X-DCのプロキシサーバを使うようにします。

部長：Webサーバは、1月の連休を利用して切り替えるのだね。

Bさん：はい。④切替えは、プロキシサーバの設定変更によって行います。

部長：本社の切替えは大体良さそうだ。次に、支店の切替えを確認しよう。図 4 を見ると、本社と同様に長めの切替期間を設けるのだね。

B さん：支店ごとに日程を調整することになります。3 か月程度必要です。

部長：支店ごとに作業 b2～b5 を実施するわけだが、日程調整の際、何か制約はあるのかな。

B さん：一つの支店について、作業 と作業 は一斉に行う必要があります。それ以外の作業は切替期間内であればいつでも実施できます。

部長：了解した。支店と早めに切替日程を調整して、それぞれの支店について、PBX がいつから撤去可能になるのかを図 4 に追記してほしい。⑤本社についても、FW、Web サーバ、プロキシサーバ及び IP-PBX がいつから撤去可能になるのか、図 4 に追記してくれないか。

B さん：はい。分かりました。

その後、B さんは、見直した移行計画を含む検討結果を情報システム部長に報告した。B さんの検討結果に基づき、D 社システムの更改が開始された。

設問 1 [現行の D 社システム] について、(1)～(3) に答えよ。

- (1) 本文中の , 及び に入れる適切な機器を、図 1 中の機器名で答えよ。
- (2) 本文中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。
- (3) 本文中の下線①のために、FW において許可している通信を二つ挙げ、それぞれ 30 字以内で答えよ。

設問 2 [クラウドサービスの利用] について、(1)～(3) に答えよ。

- (1) 本文中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 表 2 中の に入れる適切な字句を、表 2 中の字句を用いて答えよ。
- (3) 表 2 中の支店の IP 電話機から取引先の電話機への通信経路が、項番 2-1 と項番 2-2 の 2 通りになる理由を、30 字以内で具体的に述べよ。

設問3 〔スマホの活用〕について、(1)～(4)に答えよ。

- (1) 本文中の に入れる適切な字句を、図3中の字句を用いて答えよ。
- (2) 図3中の に入れる適切な字句を答えよ。
- (3) 図3中のシーケンス番号(31)、(32)の二つのBYEリクエストについて、BYEリクエストと同じCall-IDをもつINVITEリクエストのシーケンス番号を、一つずつ答えよ。
- (4) 本文中の下線②について、同様の動作を、シーケンス番号を用いて35字以内で述べよ。

設問4 〔新システムへの段階的移行〕について、(1)～(5)に答えよ。

- (1) 本文中の下線③に必要な機器の設定を、図5中の字句を用いて60字以内で述べよ。
- (2) 本文中の , に入れる適切な字句を、それぞれ20字以内で答えよ。
- (3) 本文中の下線④の設定変更を行うプロキシサーバの設置場所を答えよ。また、変更内容を50字以内で述べよ。
- (4) 本文中の , に入れる適切な字句を答えよ。
- (5) 本文中の下線⑤中の全ての機器は、どの時点で撤去可能になるか。20字以内で答えよ。また、その時点まで撤去できない機器を、全て答えよ。