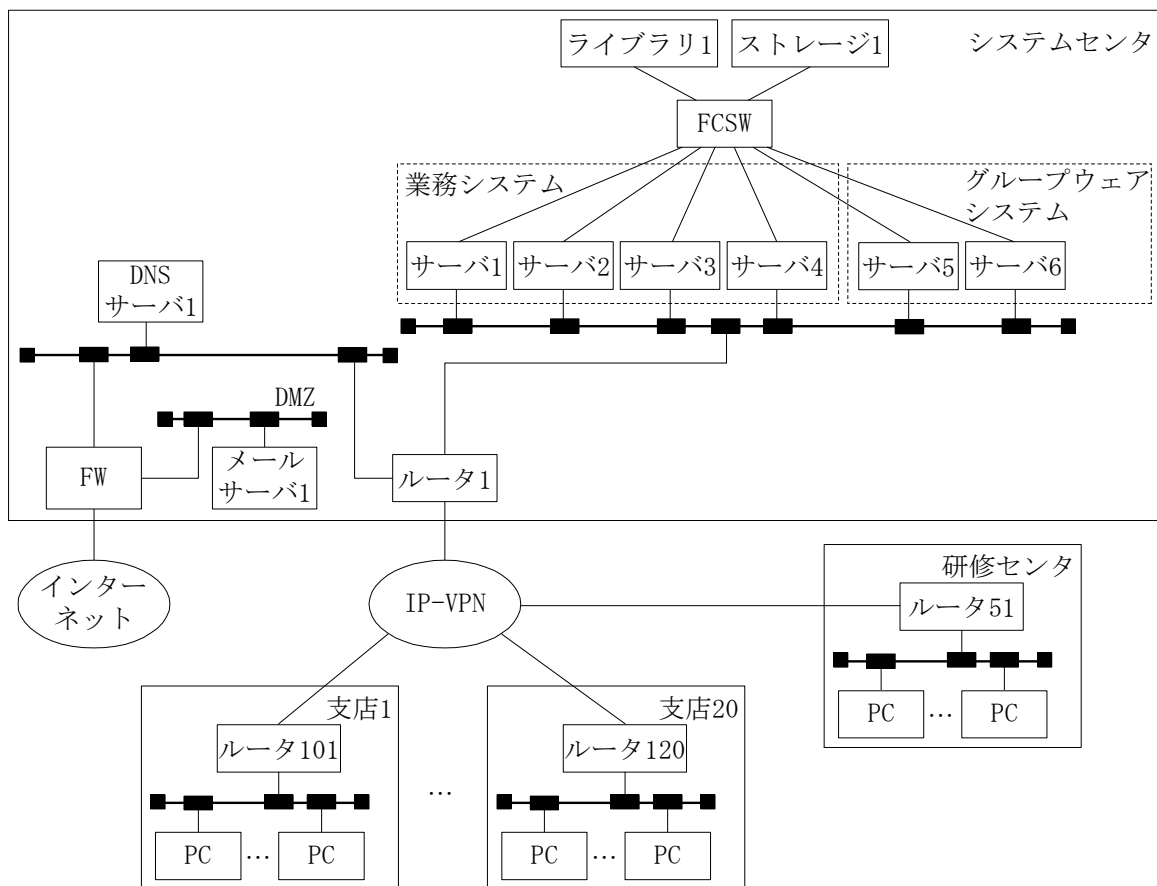


平成16年度 秋期 テクニカルエンジニア（ネットワーク） 午後Ⅱ問題

問1 システムの災害対策に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

情報機器販売会社のA社では、業務システムとグループウェアシステムの二つの情報システムを稼働させている。社内の電子メールの交換には、グループウェアシステムの電子メール機能を使っている。

A社は、全国20か所の支店、システムセンタ、及び多目的に使われる研修センタ（以下、これらを拠点という）をもつ。拠点間はIP-VPNを使って接続され、各拠点のルータは動的経路制御を行っている。また、インターネットとは、システムセンタのファイアウォールを介して接続されている。図1に、現行システムの構成を示す。



FCSW：ファイバチャネルスイッチ  
 FW：ファイアウォール  
 PC：パソコン

注 ストレージは集合型磁気ディスク装置を、ライブラリは集合型磁気テープ装置を表す。

図1 現行システムの構成（抜粋）

〔災害対策の検討〕

現在，A社の情報システム部では，情報システムの災害対策を検討中である。検討に当たっての前提条件は，次のとおりである。

- ・システムセンタの被災によって，情報システムが利用できなくなる事態を想定し，その対策を検討する。
- ・業務システムは事業の継続に必須であり，災害発生後 48 時間以内に利用できるようにする。その際のデータ消失は，災害発生時点からさかのぼって 1 時間以内にとどめる。
- ・グループウェアシステムは災害発生時の情報伝達に重要な役割を果たすので，災害発生後 12 時間以内に利用できるようにする。その際のデータ消失は，災害発生時点からさかのぼって 48 時間以内にとどめる。

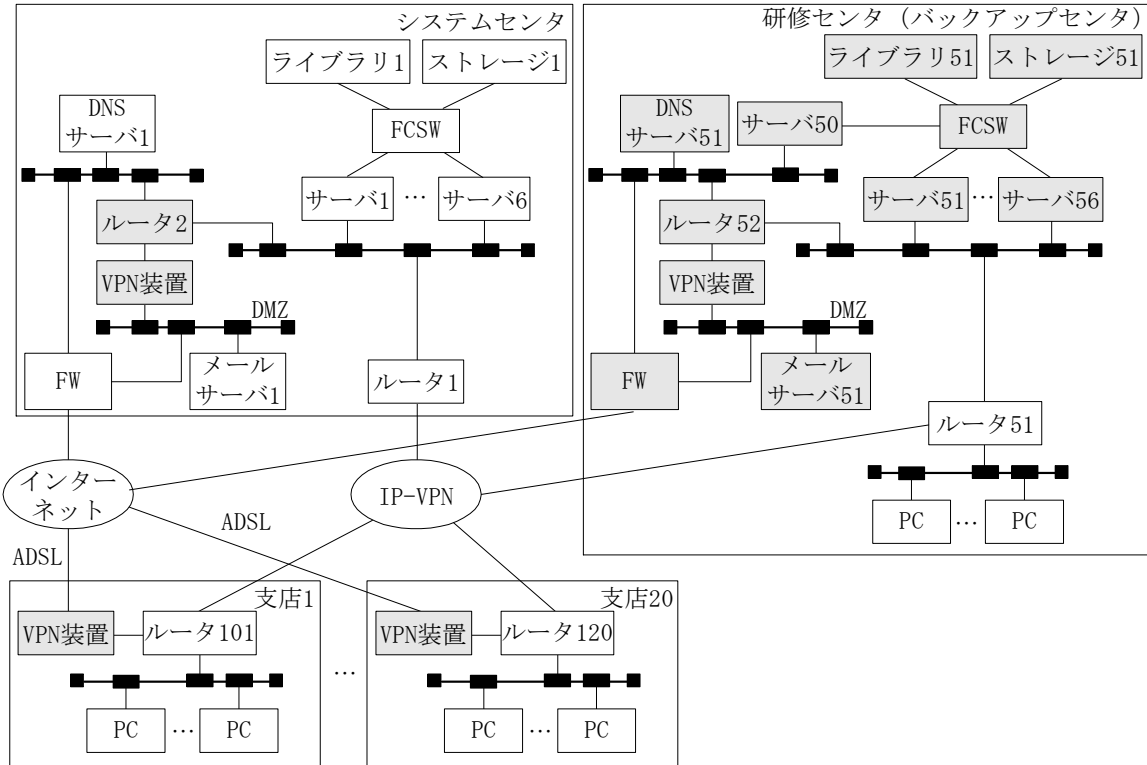
以上の前提条件に基づき，現行システムの問題点が分析され，その対策として新システムの構築が決まった。構築に当たっての基本方針は，次のとおりである。

- ・研修センタを利用したバックアップセンタを作り，システムセンタのサイトバックアップを行う。システムセンタの被災によって，情報システムが利用できなくなった場合には，研修センタにあらかじめ設置されているサーバを使って，情報システムを再開させる。
- ・災害発生時，利用者は各支店から研修センタのサーバにアクセスする。所属する支店を利用できない場合には，近隣の支店又は研修センタからアクセスする。

〔新システムの構成案〕

B氏とC君は，情報システム部に所属している。B氏は新システム構築チームのリーダーで，C君はネットワーク担当である。B氏はC君に新システムの構成を検討するように指示し，後日，その結果を聞く機会を設けた。次は，そのときの会話である。

C君：図2のような構成を考えてみました。研修センタにはPCを収容した既存LANがありますが，新システムではサーバを収容するLANを新たに追加します。また，拠点間にインターネットを使ったバックアップ経路を追加します。



注 網掛け部分は，追加する機器を表す。

図2 C君が検討した新システムの構成案（抜粋）

B氏：図2中のVPN装置とは，一体どんな装置なのか教えてくれないか。

C君：今回の構成では，各支店と両センタ，及び両センタ間のVPN装置が対になって，インターネット上にIPsecを使った仮想的な専用通信路を作ります。支店のPCはプライベートIPアドレスをもっているので，IPsecの **ア** モードを使います。それから，VPN装置はファイアウォールの機能ももっています。

B氏：インターネットにデータが流れるわけだが，問題はないのかな。

C君：IPsecのIKE (Internet Key Exchange) では，対になるVPN装置ごとに秘密かぎを設定します。この事前共有かぎ方式を利用して，アクセス制御と **イ** を行うことができます。

B氏：IPsecとNATは相性が良くないという話をよく聞くが。

C君：各VPN装置のインターネット側のインターフェースには， **ウ** を付与するので，NATを動作させる必要はありません。

B氏：ADSLを使う支店側ではIPアドレスが固定されないが，それでも大丈夫なのか。

C君：IKEでは，メインモードではなく，アグレッシブモードを使うので大丈夫です。

B氏：分かった。引き続き，君にはネットワーク運用を検討してもらおう。サーバの運用はサーバ担当のD君に検討させるので，2人でシステム切替手順をまとめてほしい。

〔ネットワーク運用の検討〕

C君はネットワーク運用について，次のように考えた。

インターネットを使ったバックアップ経路は，拠点間のネットワークに障害が発生した場合に用いられる。各拠点のルータには，動的経路制御が無効になったときに静的経路情報を利用するという機能がある。バックアップ経路への自動切替えには，この機能を利用する。例えば，支店1のPCからサーバ1を利用している場合に，支店1のIP-VPNへのアクセス回線に障害が発生したときには，とはIP-VPNを経由した経路情報のやり取りができなくなる。その結果，支店1のPCとサーバ1は，を介して，データを転送するようになる。

災害発生時には，サーバ1～サーバ6に替えてサーバ51～サーバ56を利用する。現行システムでは，支店のPCはサーバのホスト名を用いて，該当するサーバにアクセスしている。しかし，支店にはPCの設定を行える社員がいないので，システム切替時にサーバのホスト名を変更するのは難しい。C君は，支店のPCにDNSサーバ1とDNSサーバ51の両方を登録してもらい，DNSを用いて，アクセスするサーバを切り替えることにした。切替方式として次の二つの案を考え，それぞれの利点を比較した結果，案2を採用することにした。

案1：通常時はDNSサーバ1だけを動作させ，災害発生時にはDNSサーバ51だけを動作させる。

案2：通常時はDNSサーバ1とDNSサーバ51をともに動作させ，災害発生時にはDNSサーバ51の登録情報を変更し，DNSサーバ51だけを動作させる。

A社内と外部との電子メールの交換は，メールサーバを経由して行われている。通常時はメールサーバ1を利用し，災害発生時にはメールサーバ51を利用する。C君はこのメールサーバの切替えについて，次のように考えた。

A社では，ISPの管理するDNSサーバに自社のドメイン名を登録している。すなわち，A社のドメイン名とメールサーバのを関連付ける情報が，レコードに設定されている。さらに，メールサーバのとグローバルIPアドレスを関連付ける情報が，レコードに設定されている。これらの設定を利用すると，一つのドメイン名に対して，複数のメールサーバを指定することができる。そこで，新システムでは新たにメールサーバ51を追加し，通常時はメールサーバ1だけを稼働させ，災害発生時にはメールサーバ51だけを稼働させる。この運用によって，災害発生時の外部からA社あての電子メールは，メールサーバ51に転送されることになる。

〔サーバ運用の検討〕

研修センタに新たに設置するサーバは，通常時には，教育やプログラムの開発など別の用途にも利用したい。また，災害発生時にシステムを再開するためには，通常時にシステムセンタのデータを複製し，研修センタ内に保管しておくという運用（以下，データ同期運用という）が必要である。B氏はD君に，これらのサーバ運用について検討するように指示した。

表1は，D君が検討した研修センタに設置するサーバの運用案である。

**表1 D君が検討した研修センタに設置するサーバの運用案**

サーバ	通常時の運用	災害発生時の運用
メールサーバ51	教育、開発などに利用	メールサーバとして利用
サーバ50	データ更新に利用	停止（予備のサーバとして利用）
サーバ51～サーバ54	教育、開発などに利用	業務サーバとして利用
サーバ55, サーバ56	教育、開発などに利用	グループウェアサーバとして利用

この案をまとめるに当たって、D君は次のように考えた。

検討の前提条件から、業務システムとグループウェアシステムとでは、システム再開に関する

**コ** と **サ** の要求水準が異なることが分かる。業務システムは、**コ** が比較的緩やかなので、災害発生時に利用するサーバを、通常時には別の用途に利用しても問題はない。しかし、グループウェアシステムは、**コ** が比較的厳しいので、そのような運用が可能かどうかを、システム切替手順の検討の中で確認する必要がある。

D君は、データ同期運用について、次のように考えた。

業務システムの **サ** を満たすためには、システムセンタから研修センタに、データベース更新用のデータ（以下、更新データという）を数分～数十分間隔で転送する必要がある。この更新は、サーバのミドルウェアの機能を用いて行われる。すなわち、ストレージ1に格納された更新データは、サーバ4によってサーバ50に転送される。転送された更新データは、サーバ50によってその都度、ストレージ51に反映される。

一方、グループウェアシステムの **サ** を満たすためには、日次のデータ同期運用を行えばよい。システムセンタでは、日曜日にデータベース全体をバックアップし、平日は前日からの変更分だけをバックアップする。これらのバックアップデータを可搬型の磁気テープに複製し、トラック便を使って研修センタに搬送する。研修センタでは、搬送されてきたバックアップデータを、サーバ50の日次バッチ処理によってストレージ51に反映する。災害によっては、システムセンタとトラック便が同時に影響を受ける可能性もある。このような事態に対して、**サ** を満たすためには、システムセンタでバックアップを開始してから、研修センタにトラック便が到着するまでの時間を、最長でも **シ** 時間以内にする必要がある。

OS やアプリケーションの実行モジュールなど、データベース以外のファイル（以下、システムファイルという）に対しても、データ同期運用が必要である。バージョンアップなどによってシステムファイルが変わった場合には、フルバックアップの磁気テープを搬送する。

D君は、以上のデータ同期運用に関係するデータ量を算定し、表2のように検討結果をまとめた。

**表2 D君が検討したデータ同期運用案**

データ同期運用の対象	同期データの種類	搬送方法	同期タイミング	同期データ量
サーバのシステムファイル	フルバックアップデータ	テープ搬送	不定期 (システムファイル更新時)	$1 \times 10^9$ バイト/サーバ
業務システムのデータベース	更新データ	ネットワーク転送	数分～数十分間隔	$3 \times 10^6$ バイト/分 (最繁時)
グループウェアシステムのデータベース	フルバックアップデータ	テープ搬送	毎週日曜日	$1,000 \times 10^9$ バイト
	変更分バックアップデータ	テープ搬送	日曜日を除く毎日	$50 \times 10^9$ バイト (最繁日)

[システム切替手順の検討]

C君とD君はそれぞれの検討結果を持ち寄り、システム切替手順について打合せを行った。次は、そのときの会話である。

D君：表2の同期データ量を想定しているが、ネットワークに問題はないだろうか。

C君：ネットワーク転送における最繁時の同期データ量 ( $3 \times 10^6$  バイト/分) は、単純に計算すると ス k ビット/秒に相当する。ボトルネックとなるのは、システムセンタ又は研修センタから IP-VPN とインターネットへのアクセス回線だが、これらは 1.5～6.0M ビット/秒の回線を利用しているので、現行の通信量からみて問題はないだろう。

D君：分かった。次に、研修センタに新たに設置するサーバの運用を、表1のように考えたけど、図2の構成案のままで問題はないかな。

C君：図2の構成案は、災害発生時のサーバ運用を前提に作ったので、通常時の運用は考えていない。表1を見ると、一部のサーバは、通常時には別の LAN セグメントに收容する必要があるよ。

D君：なるほど。一部のサーバについては、災害発生時には LAN の收容替えを行うわけだ。では、災害発生時のシステム切替作業について確認しよう。ネットワークの切替作業は、表3のようになると思っよいかな。

**表3 D君が提示したネットワーク切替作業案**

作業番号	作業項目
①	一部のサーバの LAN 收容替え
②	DNS サーバの切替え
③	メールサーバのシステムファイルリストアと起動
④	業務システム管理者用 LAN 環境の準備
⑤	利用者用 LAN 環境の準備
⑥	ネットワークの動作確認 (業務システム用)
⑦	ネットワークの動作確認 (グループウェアシステム用)

C君：大体よさそうなので，作業項目ごとに，詳細手順を検討する分担を決めよう。①はサーバとネットワークの両方に関係するので，2人で検討しよう。②と③はネットワーク用サーバの作業だから，こちらで引き受ける。次の④と⑤は，どのような作業なのか説明してくれないか。

D君：災害発生時には，研修センタのPCとLANを流用して，2種類の利用者環境を作る。業務システム管理者用の10席と利用者用の20席だ。④と⑤を区別したのは，使い始めるタイミングがずれることと，セキュリティを考えてLANを分けたからなんだ。

C君：分かった。これもこちらで検討しよう。

D君：⑥と⑦はネットワークの動作確認だ。サーバ切替作業とは無関係に行いたいので，グループウェアサーバや業務サーバを使わずに確認する方法にしてほしい。

C君：分かった。検討しよう。

その後，2人は，図3のシステム切替手順案を作成し，システム切替えの詳細手順を検討した。そして，検討結果をシステム切替手順書にまとめ，B氏に報告した。報告を受けたB氏は，システム切替えを計画どおり実施するには，システム切替手順書の準備だけでは不十分なことを指摘し，通常時に定期的に行うべき作業も，検討するように指示した。

その後も検討は進められ予定どおり新システムの構築が始まった。

災害発生時点からの  
経過時間の目安

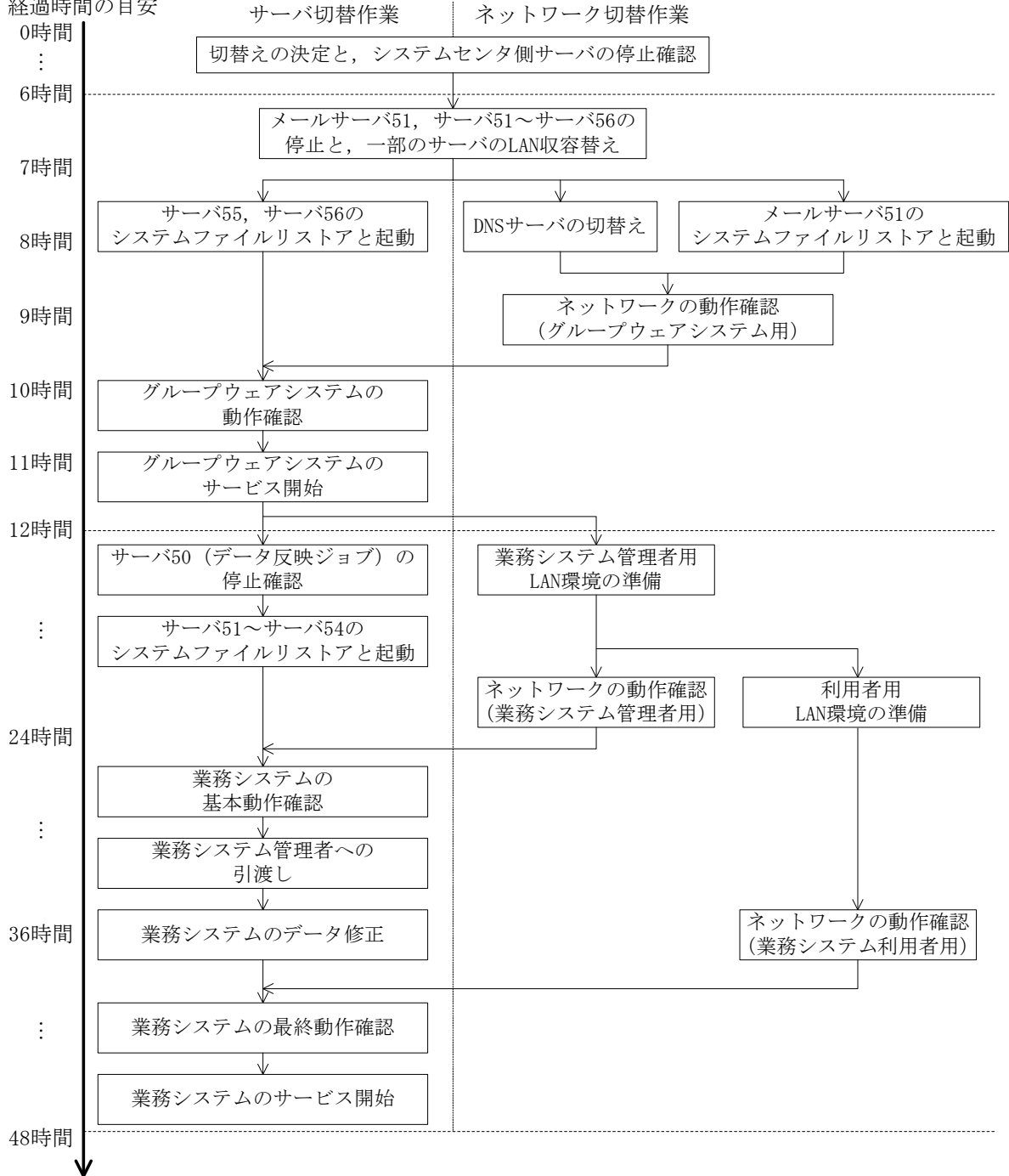


図3 システム切替手順案



設問1 [新システムの構成案]に関する次の問いに答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) 通常時，支店1のPCがインターネット上のWebにアクセスするときの正常経路上のルータ名を，図2中から選びすべて答えよ。
- (3) IPsecの事前共有かぎ方式を利用する場合，IPアドレスが固定されないとメインモードが使えなくなる理由を，30字以内で述べよ。

設問2 [ネットワーク運用の検討]に関する次の問いに答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切なルータ名を，図2中から選び答えよ。
- (2) 案2において，システム切替時に必要となる登録情報の変更作業を，40字以内で具体的に述べよ。
- (3) 案1と比較したときの案2の利点を，30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。

設問3 [サーバ運用の検討]に関する次の問いに答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) ストレージ1からストレージ51へ更新データをネットワーク転送するときの，経由するルータ名とサーバ名をすべて答えよ。

設問4 [システム切替手順の検討]に関する次の問いに答えよ。

- (1) 本文中の  に入れる適切な数値を答えよ。
- (2) システム切替時にLANの収容替えが必要なサーバ名を，表1中から選び答えよ。また，その理由を，40字以内で述べよ。
- (3) 図3のサーバ切替作業において，“システムファイルリストアと起動”の作業を2回に分ける理由を，40字以内で述べよ。
- (4) 図3において，“DNSサーバの切替え”に含まれる作業を二つ挙げ，それぞれ20字以内で述べよ。
- (5) 図3において，“ネットワークの動作確認（グループウェアシステム用）”の中で確認すべきテスト項目を，40字以内で述べよ。
- (6) 災害発生時に，システム切替えが計画どおりに実施されるために，通常時に定期的に行うべき作業を三つ挙げ，それぞれ30字以内で述べよ。

問2 コンテンツ配信システムの構築に関する次の記述を読んで、設問1～4に答えよ。

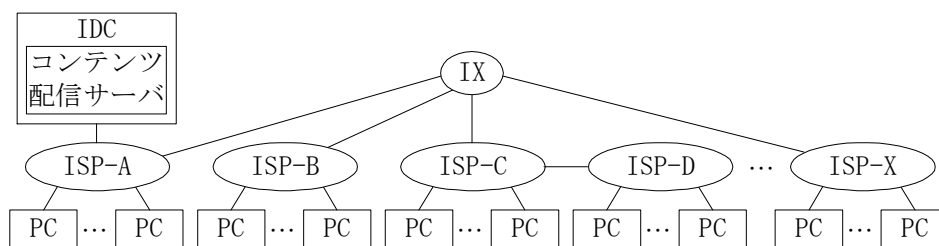
Y社は、東京と大阪の2か所のインターネットデータセンタ（以下、IDC という）を運営するサービス事業者である。Y社では、顧客のコンピュータシステムを預かり、稼働監視や運用管理などを行うハウジングサービスを提供している。

このたび、Y社では、事業が軌道に乗ってきたので、事業拡大の方策を検討することにした。近年、ADSLやFTTHなどのブロードバンドサービスが急速に普及してきた。これに伴い、今後、映像コンテンツ配信サービス（以下、映像配信サービスという）のビジネスが期待できるという判断から、Y社ではインターネットを利用した映像配信サービスの事業化を決定した。

〔システムの方向付け〕

事業化に当たって、システム化を検討するように指示されたH課長は、ネットワーク構築担当のI係長と、システムの方向付けについて打合せを行った。次は、システムの方向付けに関するH課長とI係長の会話である。

H課長：今回、新事業としてインターネットを利用した映像配信サービスを開始することになった。映像配信サービスの提供は、図1に示すコンテンツ配信システムの構成で行うことができるのだろうか。



IX：Internet Exchange

PC：パソコン

注 ISP事業者 A社～X社のネットワークを、ISP-A～ISP-Xと表す。

図1 H課長が考えたコンテンツ配信システムの構成

I係長：映像配信の方法には、a型とストリーミング型があります。当社では、ストリーミング型の映像配信サービスを計画しています。図1の構成では、映像情報を含んだパケットの遅延、損失及びジッタによって、映像の乱れ、瞬間的な停止、音声の途切れなどが発生し、サービス品質が低下します。これらを防止するためには、トラフィック制御やネットワーク構成面の配慮が必要になります。

H課長：トラフィック制御の仕組みには、どのようなものがあるのだろうか。

I係長：IPネットワークでのトラフィック制御の標準技術に、RSVP（Resource Reservation Protocol）とDiffserv（Differentiated Services）があります。図2に、RSVPによる帯域予約のためのメッセージの流れを示します。RSVPは、図2に示すメッセージで経路上の各ルータに帯域を予約し、ルータによってパケット転送帯域の制御が行われるようにします。RSVPでは、まず

**示現塾** プロジェクトマネージャ, テクニカルエンジニア（ネットワーク）など各種セミナーを開催中！！

開催日, 受講料, カリキュラム等, 詳しくは, <http://zigen.cosmoconsulting.co.jp> 今すぐアクセス！！

サーバが PC へ Path メッセージを定期的送信します。Path メッセージを受信した PC は、資源予約のための Resv メッセージをサーバへ送信します。Resv メッセージは、Path メッセージの転送経路を逆にたどるように転送されます。これによって、帯域を確保するための情報が経路上の各ルータに設定され **b** から送信される映像情報を含んだパケットが、予約された帯域で転送されることになります。

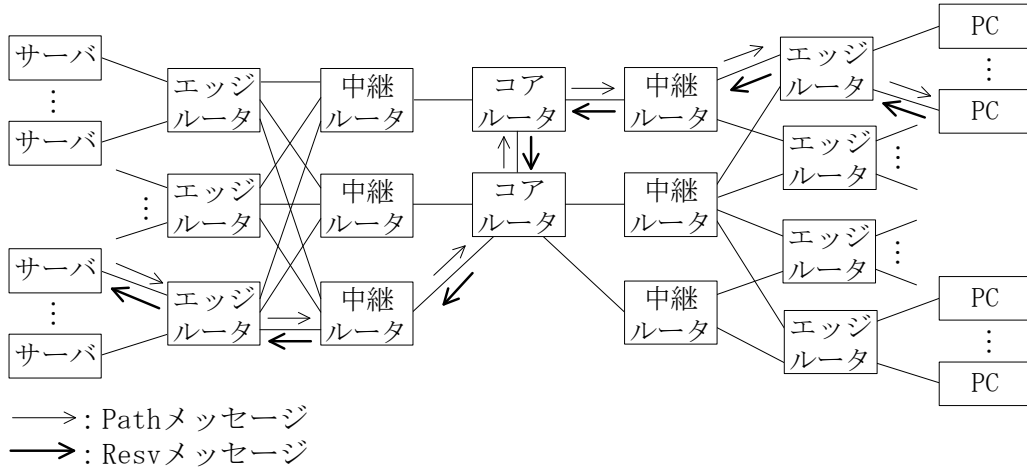
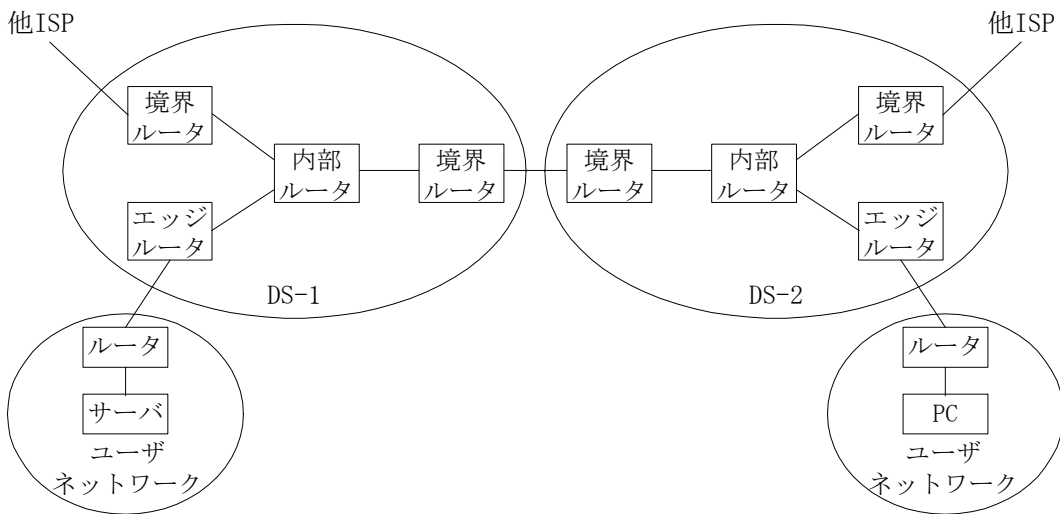


図2 RSVPによる帯域予約のためのメッセージの流れ

H 課長 : 分かった。それでは Diffserv はどのような方式なのかな。

I 係長 : Diffserv は、RSVP のような帯域制御ではなく、**c** の標準方式です。図3に Diffserv を利用したネットワークの構成例を示します。**c** は、IP ヘッダの TOS フィールドを再定義した DS フィールドのビット情報に基づいて行われます。このビット情報に対する制御ポリシーは、任意に設定できることになっています。同一の制御ポリシーをもつネットワークは、DS ドメインと呼ばれます。



注 DS-1, DS-2は、異なった制御ポリシーをもつISPを表す。

図3 Diffserv を利用したネットワークの構成例

H 課長：今回検討するシステムに、これらの方式を適用できるのだろうか。

I 係長：RSVP では、各ルータが、転送するパケットに対して帯域を割り当てる制御を行うことになるので、ルータに加わる負荷の問題があります。その問題があるので、RSVP は ISP のような大規模ネットワークへの適用が難しいと言われていて、サービスとして提供されていません。

H 課長：その点について、Diffserv はどうなのか。

I 係長：Diffserv を利用できる ISP が少ないので、残念ながらこの方式も利用することは難しいと思います。仮に、各 ISP で Diffserv を利用できるようになっていても、転送されるパケットが複数の ISP を経由する場合には、ISP 間でのトラフィック制御に関するポリシーの統一が必要になってしまいます。

H 課長：それでは、インターネットを利用して、高品質の映像配信サービスを提供することは無理なのだろうか。

I 係長：いいえ、ほかの方法を使えば無理ではありません。RSVP や Diffserv の利用による提供は困難ですが、コンテンツ配信ネットワーク（以下、CDN という。）を構築すれば、サービス品質が低下する要因を少なくできるので、高品質の映像配信サービスを提供できます。

H 課長：そうか。CDN について、具体的に説明してくれないか。

#### [CDN の目的と仕組み]

CDN の目的と仕組みについて、I 係長が H 課長に説明した内容は、次のとおりである。

CDN は、VOD (Video On Demand) のようなストリーミング型の映像配信サービスを、インターネットを利用して、高いサービス品質で提供するためのネットワークである。インターネットを経由してコンテンツを配信し、視聴者が PC でリアルタイムに再生する場合、トラフィックや負荷の集中によってサービス品質が低下することがある。その要因となるのは、ルータ、スイッチングハブ、サーバ、回線などのネットワーク構成要素である。CDN を利用すれば、これらが要因となって発生するサービス品質の低下を抑止できる。

CDN は、次の三つの要素で構成される。

- ① オリジンサーバ
- ② キャッシュサーバ
- ③ コンテンツ複製ネットワーク

オリジンサーバは、オリジナルコンテンツの登録、管理などを行い、コンテンツ複製ネットワークを使用して、キャッシュサーバにコンテンツを複製する機能をもつ。キャッシュサーバは、オリジンサーバが複製したコンテンツを保管し、視聴者にコンテンツを配信する機能をもつ。コンテンツ複製ネットワークは、オリジンサーバに登録されているコンテンツをキャッシュサーバに複製するために使用される。コンテンツは、キャッシュサーバから配信されるので、(ア) キャッシュサーバが設置された ISP の利用者に対して、高品質の映像配信サービスの提供が可能になる。

H 課長：CDN の目的と仕組みは理解できた。映像配信サービスを提供するためには、CDN を利用した方がよさそうなので、CDN を利用したコンテンツ配信システムを具体化させてくれないか。

H 課長の指示を受けて、I 係長は、コンテンツ配信システムの構成、コンテンツ複製方式、映像配信サービスの提供方式などをまとめた。

〔コンテンツ配信システムの構成〕

図4に、コンテンツ配信システムの構成を示す。

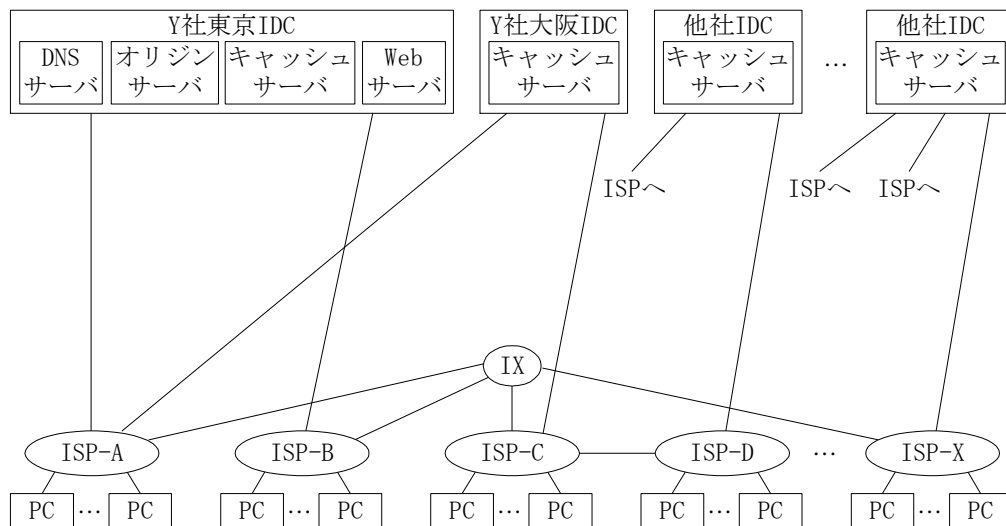


図4 コンテンツ配信システムの構成

I 係長が H 課長に説明したコンテンツ配信システムの構成は、次のとおりである。

オリジンサーバは、Y 社の IDC の中で最も充実した設備をもつ東京 IDC に設置する。東京 IDC は、ISP 事業者である A 社と B 社のバックボーンネットワークのコアルータに直接接続されている。バックボーンネットワークとは、ISP が所有する POP (Point Of Presence) や NOC (Network Operation Center) などを広帯域の回線で接続するネットワークである。キャッシュサーバは、東京 IDC のほかに、Y 社が所有する大阪 IDC にも設置する。キャッシュサーバを多く設置することによって、高品質な映像配信サービスを利用できる視聴者の増加につながる。そこで、そのほかに全国 8 か所の他社 IDC のハウジングサービスも利用して、キャッシュサーバを設置することにした。利用する IDC の選定に当たっては、サービス品質の向上安全対策及び高品質なサービス提供エリアの拡大を目的として、IDC がもつ設備に加えて、ISP への接続形態も併せて調査した。

H 課長：当社の IDC を有効活用できるので、良い案だと思うよ。ところで、Web サーバは、どのような働きをするのかな。

I 係長：Web サーバでは、課金管理、会員管理、キャッシュサーバの選択、サービスメニューの表示などを行います。

H 課長：分かった。オリジンサーバと Web サーバは、それぞれ 1 台でよいのか。

I 係長：オリジンサーバには、安全対策と、コンテンツの複製量やサービスの増加に対して柔軟に対応できるような構成が必要です。サービスを利用するときには、PC が Web サーバに接続されますので、Web サーバにはオリジンサーバと同様の安全対策と拡張性の確保が必要になります。これらの条件を基に、図 5 に示すオリジンサーバと Web サーバの構成を考えました。サービスの開始時は、オリジンサーバ、Web サーバとも、それぞれ 2 台構成がよいと考えています。

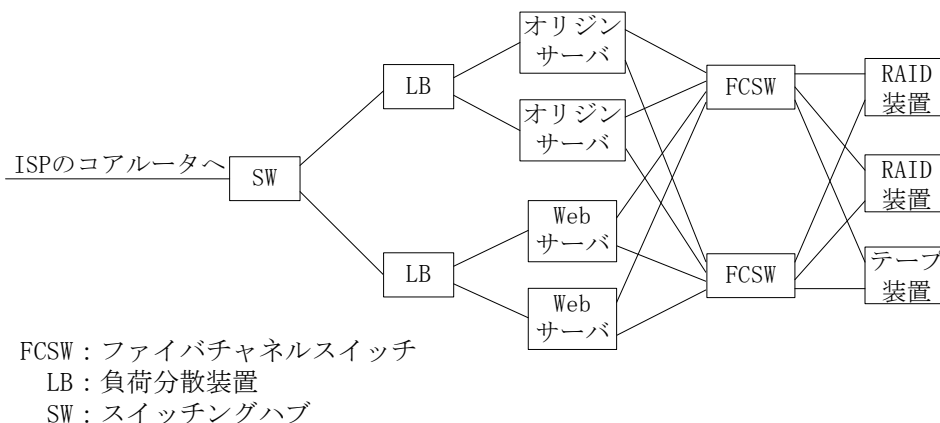


図5 オリジンサーバとWebサーバの構成

H 課長：キャッシュサーバの構成は，どのように考えているのかな。

I 係長：キャッシュサーバも，安全対策と拡張性の確保を考慮して，図5と同様に各サーバと RAID 装置を FCSW で接続するネットワークを導入するとともに，LB によって負荷分散させる構成を考えています。この FCSW で構成されるネットワークは，**d** と呼ばれます。サービス開始時は，各 IDC に設置するキャッシュサーバも，2 台構成にするのがよいと思います。

H 課長：分かった。

〔コンテンツ複製方式〕

I 係長が説明したコンテンツ複製方式は，次のとおりである。

オリジンサーバからキャッシュサーバにコンテンツを複製する際には，IP マルチキャスト（以下，マルチキャストという）通信を利用する方式が考えられる。マルチキャスト通信は 1 対多で行われる通信であり，マルチキャスト **e** のメンバとなっているホストに対して，同時に配信する方式である。この方式によって，キャッシュサーバに効率良くコンテンツを複製できる。しかし，現状では，必ずしも ISP がマルチキャスト通信サービスを提供しているわけではないので，ISP 経由で複製するには，特定の相手と 1 対 1 で送受信するユニキャスト通信で行う必要がある。そのためには，オリジンサーバがそれぞれのキャッシュサーバに対して，個別にコンテンツを転送しなければならない。各 IDC の LAN は，100M ビット／秒で ISP に接続されている。ネットワークの遅延，プロトコルオーバーヘッドの影響，及びサーバの能力を考慮して (イ) 実効転送速度をある値に仮定したとき，1 台のキャッシュサーバに  $3 \times 10^9$  バイトのコンテンツを複製する時間は，計算上 10 分に抑えられる。したがって，10 か所に設置するキャッシュサーバに複製する場合でも，運用上問題にならない。これらの理由から，ISP のネットワークを使用して，ユニキャスト通信によるファイル転送処理によって，コンテンツを複製する。

〔キャッシュサーバの選択方式〕

今回検討したコンテンツ配信システムは，VOD のような映像配信サービスを提供するためのものである。コンテンツはキャッシュサーバによって配信されるので，高品質の映像配信サービスを提供するためには，PC に配信するキャッシュサーバの選択方式が重要になる。

次は，キャッシュサーバの選択方式についての，H課長とI係長の会話である。

H課長：どのようなキャッシュサーバの選択方式があるのかな。

I係長：IPアドレスによる選択方式と，パケット転送時間の計測による選択方式があります。

H課長：詳しく説明してくれないか。

I係長：キャッシュサーバの選択は，Webサーバで行われます。映像配信サービスを利用するときに視聴者が使用するPCは，最初にWebサーバと通信を行います。IPアドレスによる選択は，グローバルIPアドレスを管理する組織情報を利用して行われます。PCからサービスを要求されたWebサーバは，受信したパケットの送信元のグローバルIPアドレスを基に，サービスの提供に適したキャッシュサーバを選択します。一方，パケット転送時間の計測による選択は，PCが計測したパケット転送時間を基に行われます。PCからサービスを要求されたWebサーバは，PCに対してキャッシュサーバとの間のパケット転送時間の計測を指示し，PCが計測した結果を基に，最適なキャッシュサーバを選択します。

H課長：今回は，どちらの方式を採用する予定なのか。

I係長：IPアドレスによる選択方式では，キャッシュサーバが設置されていないISPの利用者に対して，サービスの提供に最適なキャッシュサーバを選択することができないという問題があります。一方，パケット転送時間の計測による選択方式では，視聴者がどのISPの利用者であっても，（ウ）最も品質の高い映像配信サービスを提供できると予測されるキャッシュサーバを選択できる利点があります。ですから，後者の方式を採用する予定です。

〔映像配信サービスの提供方式〕

図6に，視聴者への映像配信サービスの提供方式を示す。ただし，図6には，キャッシュサーバの選択方式は記述されていない。

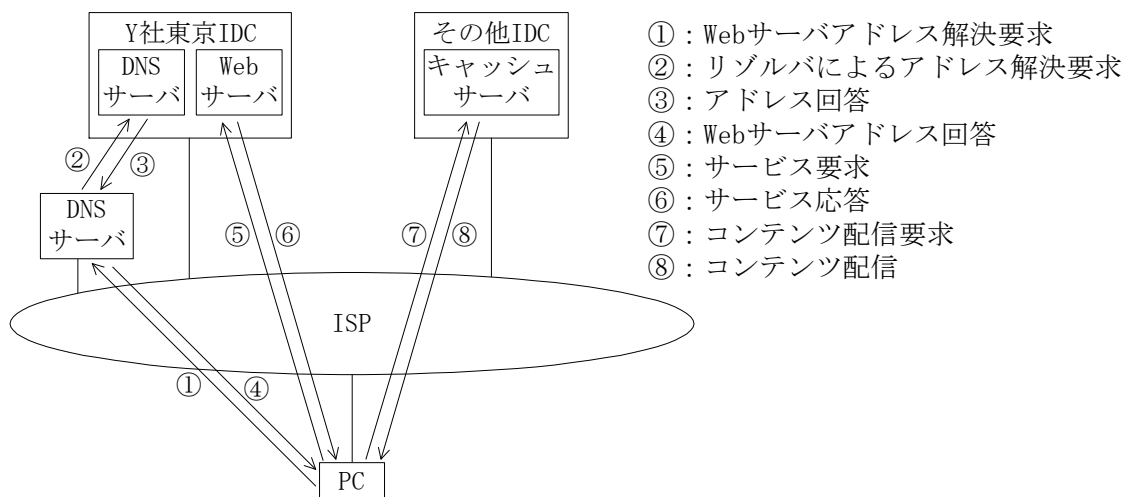


図6 視聴者への映像配信サービスの提供方式

I係長が図6に基づいて説明した内容は，次のとおりである。

視聴者が映像配信サービスを利用するときに，PCでは，①を送信し，④によってWebサーバのグローバルIPアドレスを得る。次に，Webサーバに対して，⑤を送信する。Webサーバは，⑤を受け付けると，サービスメニューをPCに表示させるとともに，キャッシュサーバとの間のパケット転送時間を計測するための  を，PCに送信する。PCは，受信した  を実行させて，(エ) キャッシュサーバとの間の実効転送速度を計測する。PCは，計測後に結果をWebサーバに送信する。Webサーバは，PCが計測した結果の中で，実効転送速度が最大のキャッシュサーバをコンテンツの配信元を選択し，そのキャッシュサーバのグローバルIPアドレスをPCに送信する。視聴者が，PCに表示されたメニューの中からコンテンツを選択すると，PCは，通知されたグローバルIPアドレスをもつキャッシュサーバに⑦を送信し，⑧を受ける。

H課長はI係長の説明を聞き，CDNを利用したコンテンツ配信システムを構築することによって，高品質の映像配信サービスを提供できると判断し，この案を進めることにした。

設問1 本文中の  ～  に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 トラフィック制御技術に関する次の問いに答えよ。

- (1) RSVPの帯域予約は，Resvメッセージだけでなく，Pathメッセージも利用される仕様になっている。その理由を，35字以内で述べよ。
- (2) 図2で，ルータの能力が同等とすると，負荷の問題が最初に発生するのは，コアルータと考えられる。その理由を，25字以内で述べよ。
- (3) Diffservが図3の構成で運用される場合，境界ルータでDSフィールドのビット情報の変換が必要になる。その理由を，40字以内で述べよ。

設問3 [CDNの目的と仕組み]に関する次の問いに答えよ。

- (1) インターネットを利用した，VOD以外のストリーミング型の映像配信サービスを，15字以内で述べよ。
- (2) 図1で，ISP-Dの利用者が映像配信サービスを受ける場合に，ISP-Aの利用者と比較して，サービス品質が低下する。その要因となるネットワークの構成要素を三つ挙げ，それぞれ15字以内で述べよ。
- (3) 本文中の下線(ア)の理由を，パケットの流れに着目して，40字以内で述べよ。

設問4 今回構築するコンテンツ配信システムに関する次の問いに答えよ。

- (1) 他社IDCの選定時に調査した内容を二つ挙げ，それぞれ25字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線(イ)で仮定した実効転送速度を求めよ。ただし，本文中に記述された条件以外は，すべて無視できるものとする。
- (3) IPアドレスによるキャッシュサーバの選択は，どのような方法で行われるか。キャッシュサーバの設置場所に着目して，70字以内で具体的に述べよ。



- (4) 本文中の下線（ウ）では，なぜ予測としたか。その理由を，40字以内で述べよ。
- (5) 本文中の下線（エ）のために，PCが入手しなければならないキャッシュサーバに関する情報は何か。20字以内で述べよ。また，本方式の計測結果には，IPアドレスによる選択方式で得られない，サービス品質を低下させる要因が含まれている。その要因を二つ挙げ，30字以内で述べよ。