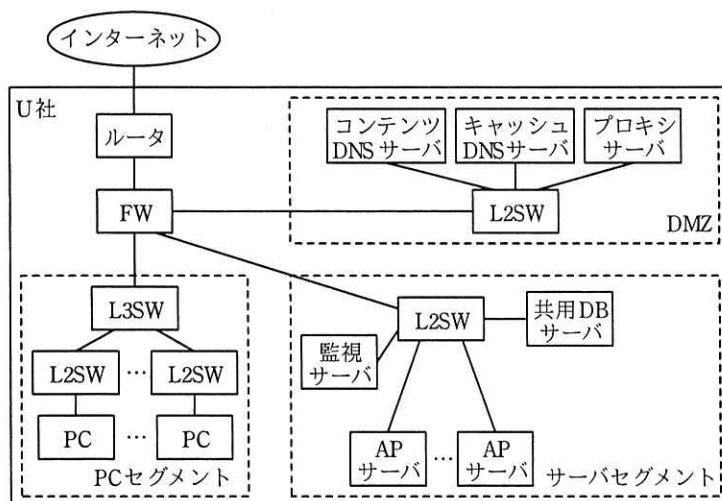


問2 仮想化技術の導入に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

U社は社員3,000人の総合会社である。U社では多くの商材を取り扱っており、商材ごとに様々なアプリケーションシステム（以下、APという）を構築している。APは個別の物理サーバ（以下、APサーバという）上で動作している。U社の事業拡大に伴ってAPの数が増えており、主管部署であるシステム開発部はサーバの台数を減らすなど運用改善をしたいと考えていた。そこで、システム開発部では、仮想化技術を用いてサーバの台数を減らすことにし、Rさんを担当者として任命した。

現在のU社ネットワーク構成を図1に示す。



FW: ファイアウォール L2SW: レイヤ2スイッチ L3SW: レイヤ3スイッチ  
DB: データベース

注記 ルータ, FW, L2SW, L3SW, コンテンツDNSサーバ, キャッシュDNSサーバ, プロキシサーバ, 共用DBサーバ, 監視サーバは冗長構成であるが、図では省略している。

図1 現在のU社ネットワーク構成（抜粋）

現在のU社ネットワーク構成の概要を次に示す。

- ・DMZ, サーバセグメント, PCセグメントにはプライベートIPアドレスを付与している。
- ・キャッシュDNSサーバは、社員が利用するPCやサーバからの問合せを受け、ほかのDNSサーバへ問い合わせた結果、得られた情報を応答する。
- ・コンテンツDNSサーバは、PCやサーバのホスト名などを管理し、PCやサーバな

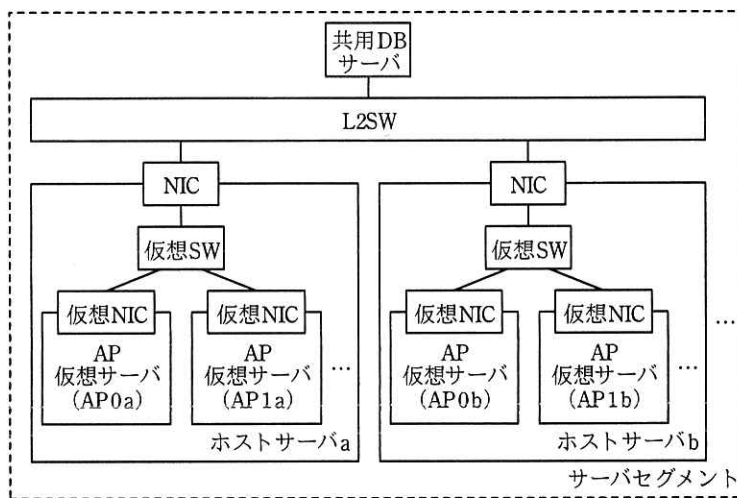
どに関する情報を応答する。

- ・ プロキシサーバは、PC からインターネット向けの HTTP 通信及び HTTPS (HTTP over TLS) 通信をそれぞれ中継する。
- ・ AP は、共用 DB サーバにデータを保管している。共用 DB サーバは、事業拡大に必要な容量と性能を確保している。
- ・ AP ごとに 2 台の AP サーバで冗長構成としている。
- ・ AP サーバ上で動作する多くの AP は、HTTP 通信を利用して PC からアクセスされる AP (以下、WebAP という) であるが、TCP/IP を使った独自のプロトコルを利用して PC からアクセスされる AP (以下、専用 AP という) もある。
- ・ 監視サーバは、DMZ やサーバセグメントにあるサーバの監視を行っている。

#### [サーバ仮想化技術を利用した AP の構成]

R さんは、WebAP と専用 AP の 2 種類の AP について、サーバ仮想化技術の利用を検討した。サーバ仮想化技術では、物理サーバ上で複数の仮想的なサーバを動作させることができる。

R さんが考えたサーバ仮想化技術を利用した AP の構成を図 2 に示す。



AP 仮想サーバ：AP が動作する、仮想化技術を利用したサーバ

ホストサーバ：複数の AP 仮想サーバを収容する物理サーバ

仮想SW：仮想L2SW

NIC：ネットワークインタフェースカード

注記 ( ) 内は AP 仮想サーバ名を示し、AP 名とその AP 仮想サーバが動作するホストサーバの識別子で構成する。一例として、AP0a は、AP 名が AP0 の AP が動作する、ホストサーバ a 上の AP 仮想サーバ名である。

図 2 サーバ仮想化技術を利用した AP の構成

ホストサーバでは、サーバ仮想化を実現するためのソフトウェアである **ア** が動作する。ホストサーバは仮想 SW をもち、NIC を経由して L2SW と接続する。

AP 仮想サーバは、ホストサーバ上で動作する仮想サーバとして構成する。AP 仮想サーバの仮想 NIC は仮想 SW と接続する。

一つの AP は 2 台の AP 仮想サーバで構成する。2 台の AP 仮想サーバでは、冗長構成をとるために VRRP バージョン 3 を動作させる。サーバセグメントでは複数の AP が動作するので、VRRP の識別子として AP ごとに異なる **イ** を割り当てる。  
①可用性を確保するために、VRRP を構成する 2 台の AP 仮想サーバは、異なるホストサーバに収容するように設計する。

VRRP の規格では、最大 **ウ** 組の仮想ルータを構成することができる。また、②マスタとして動作している AP 仮想サーバが停止すると、バックアップとして動作している AP 仮想サーバがマスタに切り替わる。

一例として、AP 仮想サーバ (AP0a) と AP 仮想サーバ (AP0b) とで構成される、AP 名が AP0 の IP アドレス割当表を表 1 に示す。

表 1 AP0 の IP アドレス割当表

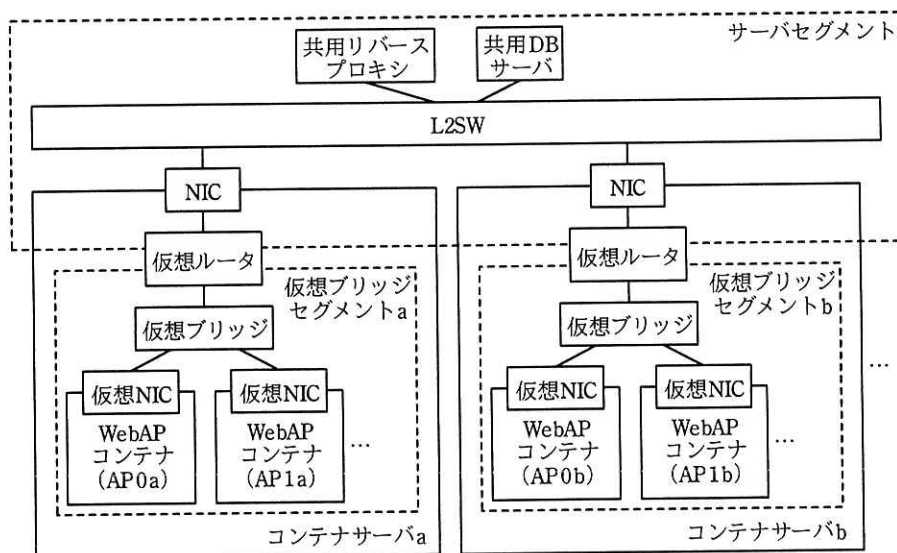
割当対象	IP アドレス
AP0a と AP0b の VRRP 仮想ルータ	192.168.0.16/22
AP0a の仮想 NIC	192.168.0.17/22
AP0b の仮想 NIC	192.168.0.18/22

AP ごとに、AP 仮想サーバの仮想 NIC で利用する二つの IP アドレスと VRRP 仮想ルータで利用する仮想 IP アドレスの計三つの IP アドレスの割当てと、一つの FQDN の割当てを行う。AP ごとに、コンテンツ DNS サーバにリソースレコードの一つである **エ** レコードとして VRRP で利用する仮想 IP アドレスを登録し、FQDN と IP アドレスの紐付けを定義する。PC にインストールされている Web ブラウザ及び専用クライアントソフトウェアは、DNS の **エ** レコードを参照して接続する AP の IP アドレスを決定する。

[コンテナ仮想化技術を利用した WebAP の構成]

次に、R さんはコンテナ仮想化技術の利用を検討した。WebAP と専用 AP に分け、まずは WebAP について利用を検討した。コンテナ仮想化技術では、ある OS 上で仮想的に分離された複数のアプリケーションプログラム実行環境を用意し、複数の AP を動作させることができる。

R さんが考えた、コンテナ仮想化技術を利用した WebAP（以下、WebAP コンテナという）の構成を図 3 に示す。



注記 1 共用リバースプロキシは冗長構成であるが、図では省略している。

注記 2 ( ) 内は WebAP コンテナ名を示し、AP 名とその WebAP コンテナが動作するコンテナサーバの識別子で構成する。一例として、AP0a は、AP 名が AP0 の AP が動作する、コンテナサーバ a 上の WebAP コンテナ名である。

図 3 WebAP コンテナの構成

コンテナサーバでは、コンテナ仮想化技術を実現するためのソフトウェアが動作する。コンテナサーバは仮想ブリッジ、仮想ルータをもち、NIC を経由して L2SW と接続する。WebAP コンテナの仮想 NIC は仮想ブリッジと接続する。

WebAP コンテナは、仮想ルータの上で動作する NAT 機能と TCP や UDP のポートフォワード機能を利用して、PC や共用 DB サーバなどといった外部のホストと通信する。コンテナサーバ内の仮想ブリッジセグメントには、新たに IP アドレスを付与する必要があるため、プライベート IP アドレスの未使用空間から割り当てる。ま

た、③複数ある全ての仮想ブリッジセグメントには、同じ IP アドレスを割り当てる。

WebAP コンテナには、AP ごとに一つの FQDN を割り当て、コンテンツ DNS サーバに登録する。

WebAP コンテナでは、AP の可用性を確保するために、共用リバースプロキシを新たに構築して利用する。共用リバースプロキシは負荷分散機能をもつ HTTP リバースプロキシとして動作し、クライアントからの HTTP リクエストを受け、④ヘッダフィールド情報から WebAP を識別し、WebAP が動作する WebAP コンテナへ HTTP リクエストを振り分ける。振り分け先である WebAP コンテナは複数指定することができる。振り分け先を増やすことによって、WebAP の処理能力を向上させることができ、また、個々の WebAP コンテナの処理量を減らして負荷を軽減できる。

共用リバースプロキシ、コンテナサーバには、サーバセグメントの未使用のプライベート IP アドレスを割り当てる。共用リバースプロキシ、コンテナサーバの IP アドレス割当表を表 2 に、コンテナサーバ a で動作する仮想ブリッジセグメント a の IP アドレス割当表を表 3 に示す。

表 2 共用リバースプロキシ、コンテナサーバの IP アドレス割当表（抜粋）

割当対象	IP アドレス
共用リバースプロキシ	192.168.0.98/22
コンテナサーバ a	192.168.0.112/22
コンテナサーバ b	192.168.0.113/22

表 3 仮想ブリッジセグメント a の IP アドレス割当表（抜粋）

割当対象	IP アドレス
仮想ルータ	172.16.0.1/24
WebAP コンテナ (AP0a)	172.16.0.16/24
WebAP コンテナ (AP1a)	172.16.0.17/24

共用リバースプロキシは、振り分け先である WebAP コンテナが正常に稼働しているかどうかを確認するためにヘルスチェックを行う。ヘルスチェックの結果、正常な WebAP コンテナは振り分け先として利用され、異常がある WebAP コンテナは振り分け先から外される。振り分けルールの例を表 4 に示す。

表 4 振り分けルールの例 (抜粋)

AP 名	(設問のため省略)	WebAP コンテナ名	振り分け先
AP0	ap0.u-sha.com	AP0a	192.168.0.112:8000
		AP0b	192.168.0.113:8000
AP1	ap1.u-sha.com	AP1a	192.168.0.112:8001
		AP1b	192.168.0.113:8001

PC が、表 4 中の AP0 と行う通信の例を次に示す。

- (1) PC の Web ブラウザは、http://ap0.u-sha.com/へのアクセスを開始する。
- (2) PC は DNS を参照して、ap0.u-sha.com の接続先 IP アドレスとして  を取得する。
- (3) PC は宛先 IP アドレスが  , 宛先ポート番号が 80 番宛てへ通信を開始する。
- (4) PC からのリクエストを受けた共用リバースプロキシは振り分けルールに従って振り分け先を決定する。
- (5) 共用リバースプロキシは宛先 IP アドレスが 192.168.0.112, 宛先ポート番号が  番宛てへ通信を開始する。
- (6) 仮想ルータは宛先 IP アドレスが 192.168.0.112, 宛先ポート番号が  番宛てへの通信について、⑤ポートフォワードの処理によって宛先 IP アドレスと宛先ポート番号を変換する。
- (7) WebAP コンテナ AP0a はコンテンツ要求を受け付け、対応するコンテンツを応答する。
- (8) 共用リバースプロキシはコンテンツ応答を受け、PC に対応するコンテンツを応答する。
- (9) PC はコンテンツ応答を受ける。

WebAP コンテナである AP0a と AP1a に対する PC からの HTTP 接続要求パケットの例を図 4 に示す。

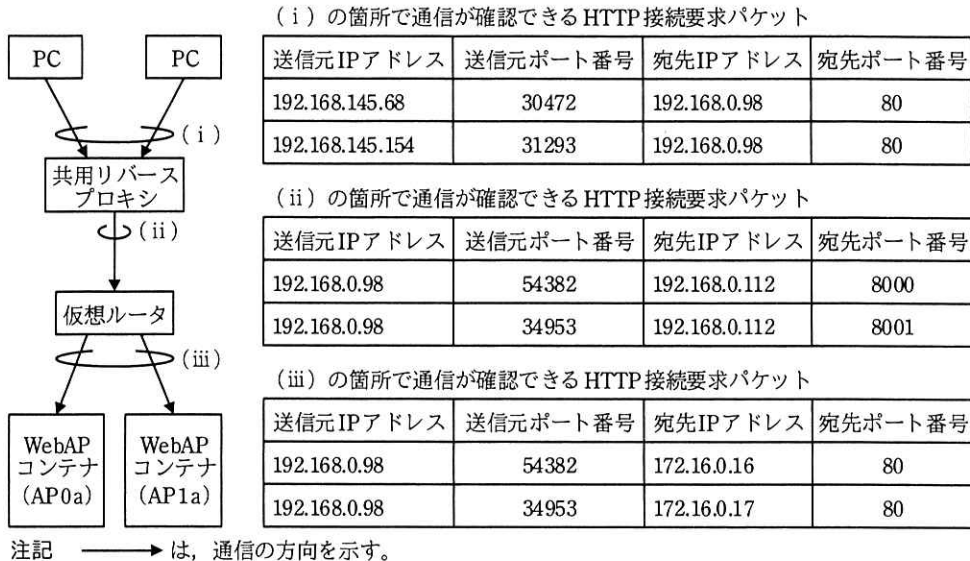


図4 AP0a と AP1a に対する PC からの HTTP 接続要求パケットの例

〔コンテナ仮想化技術を利用した専用 AP の構成〕

Rさんは、専用 AP は TCP/IP を使った独自のプロトコルを利用するので、HTTP 通信を利用する WebAP と比較して、通信の仕方に不明な点が多いと感じた。そこで、コンテナ仮想化技術を導入した際の懸念点について上司の O 課長に相談した。次は、コンテナ仮想化技術を利用した専用 AP（以下、専用 AP コンテナという）に関する、Rさんと O 課長の会話である。

Rさん：専用 AP ですが、AP サーバ上で動作する専用 AP と同じように、専用 AP コンテナとして動作させることができたとしても、⑥ PC や共用 DB サーバなどといった外部のホストとの通信の際に、仮想ルータのネットワーク機能を使用しても専用 AP が正常に動作することを確認する必要があると考えています。

O 課長：そうですね。専用 AP は AP ごとに通信の仕方が違う可能性があります。AP サーバと専用 AP コンテナの構成の違いによる影響を受けないことを確認する必要がありますね。それと、⑦同じポート番号を使用する専用 AP が幾つかあるので、これらの専用 AP に対応できる負荷分散機能をもつ製品が必要になります。

R さん：分かりました。

R さんは専用 AP で利用可能な負荷分散機能をもつ製品の調査をし、WebAP と併せて検討結果を取りまとめ、O 課長に報告した。

R さんが、サーバの台数を減らすなど運用改善のために検討したまとめを次に示す。

- ・ 第一に、リソースの無駄が少ないことやアプリケーションプログラムの起動に要する時間を短くできる特長を生かすために、コンテナ仮想化技術の利用を進め、順次移行する。
- ・ 第二に、コンテナ仮想化技術の利用が適さない AP については、サーバ仮想化技術の利用を進め、順次移行する。
- ・ 第三に、移行が完了したら AP サーバは廃止する。

#### [監視の検討]

次に、R さんが考えた、監視サーバによる図 3 中の機器の監視方法を表 5 に示す。

表 5 図 3 中の機器の監視方法（抜粋）

項番	監視種別	監視対象	設定値
1	ping 監視	共用リバースプロキシ	192.168.0.98
2		コンテナサーバ a	192.168.0.112
3		コンテナサーバ b	192.168.0.113
4	TCP 接続監視	WebAP コンテナ (AP0a)	192.168.0.112:8000
5		WebAP コンテナ (AP0b)	192.168.0.113:8000
6	URL 接続監視	共用リバースプロキシ	http://ap0.u-sha.com:80/index.html
7		WebAP コンテナ (AP0a)	http://192.168.0.112:8000/index.html
8		WebAP コンテナ (AP0b)	http://192.168.0.113:8000/index.html

監視サーバは 3 種類の監視を行うことができる。ping 監視は、監視サーバが監視対象の機器に対して ICMP のエコー要求を送信し、一定時間以内に  を受信するかどうかで、IP パケットの到達性があるかどうかを確認する。TCP 接続監視では、監視サーバが監視対象の機器に対して SYN パケットを送信し、一定時間以内に  パケットを受信するかどうかで、TCP で通信ができるかどうかを確認す



る。URL 接続監視では、監視サーバが監視対象の機器に対して HTTP ケ メソッドでリソースを要求し、一定時間以内にリソースを取得できるかどうかで HTTP サーバが正常稼働しているかどうかを確認する。ping 監視で WebAP コンテナの稼働状態を監視することはできない。⑧表 5 のように複数の監視を組み合わせることによって、監視サーバによる障害検知時に、監視対象の状態を推測することができる。

[移行手順の検討]

R さんは、コンテナ仮想化技術を利用した WebAP の移行手順を検討した。

2 台の AP サーバで構成する AP0 を、WebAP コンテナ (AP0a) と WebAP コンテナ (AP0b) へ移行することを例として、WebAP の移行途中の構成を図 5 に、WebAP の移行手順を表 6 に示す。

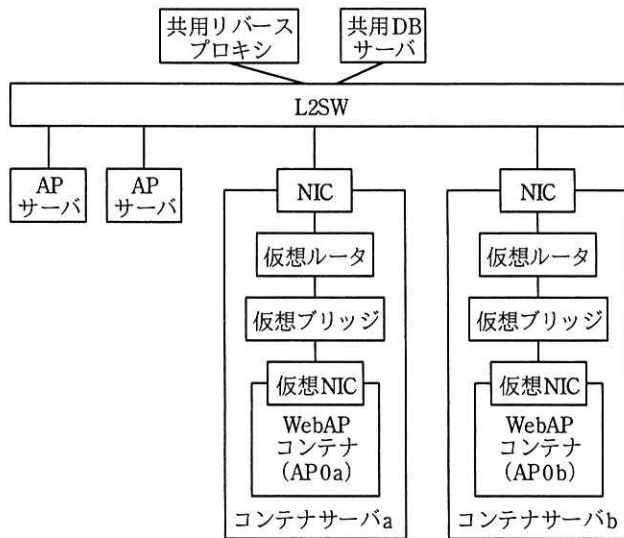


図 5 WebAP の移行途中の構成 (抜粋)

表 6 WebAP の移行手順

項番	概要	内容
1	WebAP コンテナの構築	コンテナサーバ上に WebAP コンテナを構築する。
2	共用リバースプロキシの設定	WebAP コンテナに合わせて振り分けルールの設定を行う。
3	WebAP コンテナ監視登録	監視サーバに WebAP コンテナの監視を登録する。
4	動作確認	⑨テスト用の PC を用いて動作確認を行う。
5	DNS 切替え	DNS レコードを書き換え、AP サーバから WebAP コンテナへ切り替える。
6	AP サーバ監視削除	監視サーバから AP サーバの監視を削除する。
7	AP サーバの停止	⑩停止して問題ないことを確認した後に AP サーバを停止する。

Rさんは表6のWebAPの移行手順をO課長に報告した。次は、WebAPの移行手順に関する、O課長とRさんの会話である。

O課長：今回の移行はAPサーバとWebAPコンテナを並行稼働させてDNSレコードの書換えによって切り替えるのだね。

Rさん：そうです。同じ動作をするので、DNSレコードの書換えが反映されるまでの並行稼働期間中、APサーバとWebAPコンテナ、どちらにアクセスが行われても問題ありません。

O課長：分かりました。並行稼働期間を短くするためにDNS切替えの事前準備は何かあるかな。

Rさん：はい。⑩あらかじめ、DNSのTTLを短くしておく方が良いですね。

O課長：そうですね。移行手順に記載をお願いします。

Rさん：分かりました。

O課長：動作確認はどのようなことを行うか詳しく教えてください。

Rさん：はい。WebAPコンテナ2台で構成する場合は、⑫次の3パターンそれぞれでAPの動作確認を行います。一つ目は、全てのWebAPコンテナが正常に動作している場合、二つ目は、2台のうち1台目だけWebAPコンテナが停止している場合、最後は、2台目だけWebAPコンテナが停止している場合です。また、障害検知の結果から、正しく監視登録されたことの確認も行います。

O課長：分かりました。良さそうですね。

AP を，仮想化技術を利用したコンテナサーバやホストサーバに移行することによって期待どおりにサーバの台数を減らせる目途が立ち，システム開発部では仮想化技術の導入プロジェクトを開始した。

設問 1 [サーバ仮想化技術を利用した AP の構成] について，(1)～(3)に答えよ。

- (1) 本文中の  ～  に入れる適切な字句又は数値を答えよ。
- (2) 本文中の下線①について，2 台の AP 仮想サーバを同じホストサーバに収容した場合に起きる問題を可用性確保の観点から 40 字以内で述べよ。
- (3) 本文中の下線②について，マスタが停止したとバックアップが判定する条件を 50 字以内で述べよ。

設問 2 [コンテナ仮想化技術を利用した WebAP の構成] について，(1)～(4)に答えよ。

- (1) 本文中の下線③について，複数ある全ての仮想ブリッジセグメントで同じ IP アドレスを利用して問題ない理由を 40 字以内で述べよ。
- (2) 本文中の下線④について，共用リバースプロキシはどのヘッダフィールド情報から WebAP を識別するか。15 字以内で答えよ。
- (3) 本文中の  に入れる適切な IP アドレス，及び  に入れる適切なポート番号を答えよ。
- (4) 本文中の下線⑤について，変換後の宛先 IP アドレスと宛先ポート番号を答えよ。

設問 3 [コンテナ仮想化技術を利用した専用 AP の構成] について，(1)，(2)に答えよ。

- (1) 本文中の下線⑥について，専用 AP ごとに確認が必要な仮想ルータのネットワーク機能を二つ答えよ。
- (2) 本文中の下線⑦について，どのような仕組みが必要か。40 字以内で答えよ。

設問 4 [監視の検討] 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) 本文中の下線⑧について，表 5 中の項番 2，項番 4，項番 7 で障害検知し，それ以外は正常の場合，どこに障害が発生していると考えられるか。表 5 中の字句を用いて障害箇所を答えよ。

- (3) 本文中の下線⑧について、表 5 中の項番 4, 項番 7 で障害検知し、それ以外は正常の場合、どこに障害が発生していると考えられるか。表 5 中の字句を用いて障害箇所を答えよ。

設問 5 [移行手順の検討] について、(1)~(4) に答えよ。

- (1) 表 6 中の下線⑨について、WebAP コンテナで動作する AP の動作確認を行うために必要になる、テスト用の PC の設定内容を、DNS 切替えに着目して 40 字以内で述べよ。
- (2) 表 6 中の下線⑩について、AP サーバ停止前に確認する内容を 40 字以内で述べよ。
- (3) 本文中の下線⑪について、TTL を短くすることによって何がどのように変化するか。40 字以内で述べよ。
- (4) 本文中の下線⑫について、3 パターンそれぞれで AP の動作確認を行う目的を二つ挙げ、それぞれ 35 字以内で述べよ。