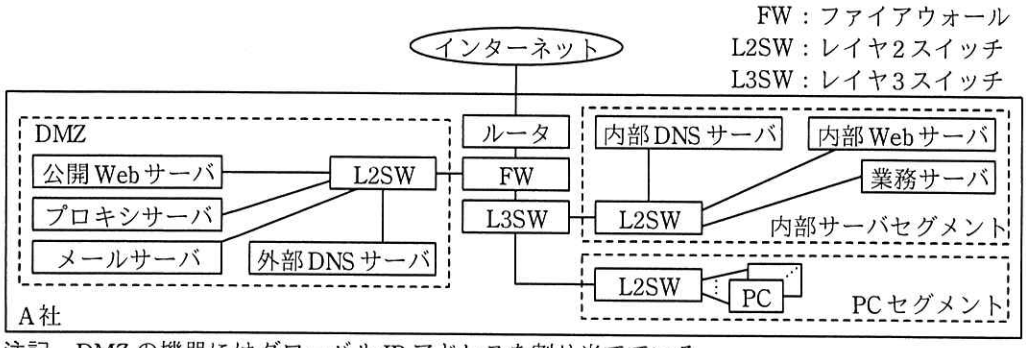
問２　ネットワークのセキュリティ対策に関する次の記述を読んで，設問 1，2 に答えよ。

A 社は，従業員 500 名の中規模の小売業であり，インターネットを介して消費者向けに商品を宣伝している。A 社のネットワークは，同社の情報システム部（以下，情シ部という）の L 部長と M 主任を含む 7 名で運用している。A 社のネットワーク構成を図 1 に，図 1 中の主な機器とその概要を表 1 に示す。



注記　DMZ の機器にはグローバル IP アドレスを割り当てている。

図 1　A 社のネットワーク構成

表 1　図 1 中の主な機器とその概要

機器	概要
公開 Web サーバ	消費者向けの商品の宣伝に使用されている。
プロキシサーバ	PC から公開 Web サーバ及びインターネット上の Web サーバへの HTTP 及び HTTPS 通信を中継している。
メールサーバ	社内外との電子メールの送受信に使用されている。
外部 DNS サーバ [1]	A 社ドメインの権威 DNS サーバ及び再帰的な名前解決を行うフルサービスリゾルバ [2]として使用されている。
内部 DNS サーバ [1]	内部サーバセグメントのゾーン情報の管理に使用されている。
PC	A 社の従業員が使用している。Web ブラウザには，公開 Web サーバ及びインターネット上の Web サーバにアクセスできるように，プロキシの設定が適切にされている。

注記 1　A 社では，インターネットドメイン名 a-sha.co.jp を取得しており，レジストラとして X 社を利用している。

注記 2　公開 Web サーバ及びインターネット上の Web サーバの名前解決は，プロキシサーバが外部 DNS サーバに問い合わせる設定になっている。

注 [1]　DNS サーバ用の OSS である D ソフトを使用している。

[2]　フルサービスリゾルバとしては，プロキシサーバとメールサーバが使用している。

FW のフィルタリングルールを表 2 に示す。

表2　FWのフィルタリングルール

項番	送信元	宛先	サービス	動作
1	プロキシサーバ	インターネット	HTTP，HTTPS	許可
2	インターネット	公開Webサーバ	HTTP，HTTPS	許可
3	メールサーバ	インターネット	SMTP	許可
4	インターネット	メールサーバ	SMTP	許可
5	外部DNSサーバ	インターネット	DNS	許可
6	インターネット	外部DNSサーバ	DNS	許可
7	PCセグメント	プロキシサーバ	HTTP，HTTPS	許可
8	PCセグメント	メールサーバ	SMTP，POP3	許可
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
14	全て	全て	全て	拒否

注記1　FWは，ステートフルパケットインスペクション型である。
注記2　項番が小さいルールから順に，最初に一致したルールが適用される。
注記3　項番9～13には，DNSに関するルールは記述されていない。

ある日，Dソフトの脆弱(ぜい)性を悪用したDoS攻撃で同業他社が踏み台になったというニュースが配信された。情シ部では，脆弱性情報が公開されると，CVSSの値を参考にして自社への影響を評価し，影響が大きいケースでは，早期に脆弱性修正プログラムを適用している。今回の攻撃に使われたDソフトの脆弱性に対する修正プログラムは既に適用されていた。A社では，今回のニュースを契機に，DNSにおけるリスクと対策の検討を，M主任を中心に行うことにした。

〔リスクと対策の検討〕

M主任は，まず，①A社の外部DNSサーバがサービス停止になった場合の影響を確認した。次に，外部DNSサーバが攻撃を受けるリスク及び外部DNSサーバにおけるその他のリスクを調査し，外部DNSサーバが攻撃を受けるリスクについて，主なものを三つ挙げた。

一つ目のリスクは，踏み台になるリスクである。表1及び表2の構成では，攻撃者は，②送信元のIPアドレスを偽装した名前解決要求を外部DNSサーバに送ることによって，外部DNSサーバを踏み台とし，攻撃対象となる第三者のサーバに対し大量のDNSパケットを送り付けるというDoS攻撃を行える。そこで，外部DNSサーバを廃止した上で，DNS-KとDNS-FというDNSサーバをDMZ上に新設し，権威DNSサーバの機能をDNS-Kに，フルサービスリゾルバの機能をDNS-Fに移行することを

考えた。これと併せて，FW のフィルタリングルールを表 3 のように変更することで一つ目のリスクへの対策となる。

表 3　変更後の FW のフィルタリングルール

項番	送信元	宛先	サービス	動作
5	a	インターネット	DNS	許可
6	インターネット	b	DNS	許可

注記　項番 5，6 以外は，表 2 と同一である。

二つ目のリスクは，DNS キャッシュポイズニング攻撃によるリソースレコードの改ざんのリスクである。DNS キャッシュポイズニング攻撃が成功すると，攻撃対象のフルサービスリゾルバが管理するリソースレコードのうち，メールサーバの c レコードの IP アドレスが，例えば攻撃者のメールサーバのものに書き換えられてしまい，電子メールが攻撃者のサーバに送信されてしまう。この攻撃への対策として，M 主任は，三つの対策を考えた。一つ目の対策は，一つ目のリスクへの対策を流用することである。二つ目の対策は，送信元ポート番号を d する対策である。D ソフトでも可能である。三つ目の対策は，e という技術の利用である。この技術は，DNS サーバから受け取るリソースレコードに付与されたディジタル署名を利用して，リソースレコードの送信者の正当性とデータの完全性を検証するものである。ただし，この技術は，運用として，鍵の管理など新たな作業が必要になる。

三つ目のリスクは，中間者攻撃による DNS 通信内容の盗聴，改ざんのリスクである。この対策の一つとして，DNS 通信を暗号化する DNS over TLS（以下，DoT という）という技術が標準化されている。DoT は，f と g 間の通信を暗号化するために開発されたものである。

これらの調査と検討を踏まえ，M 主任は，外部 DNS サーバが攻撃を受けるリスク，外部 DNS サーバの機能を 2 台の DNS サーバに移行する対策案，及び送信元ポート番号を d する対策案を L 部長に報告した。

〔ホスティングサービス上に新設する DNS サーバの利用〕

M 主任は，外部 DNS サーバにおけるその他のリスクへの対策として，外部のホスティングサービス上に DNS サーバを新設して利用することを検討した。

M 主任は，DNS サーバの構成について，二つの案を考えた。

一つ目の案は，外部 DNS サーバを廃止した上で，DNS-K と DNS-F という DNS サーバを DMZ 上に，DNS-S という DNS サーバを X 社のホスティングサービス上に新設し，③プライマリの権威 DNS サーバの機能を DNS-K に，セカンダリの権威 DNS サーバの機能を DNS-S に移行し，フルサービスリゾルバの機能を DNS-F に移行するものである。M 主任は，DNS-K と DNS-S のゾーン情報を同期するために，DNS-K でのゾーン転送の内容を示す設定ファイル，正引きゾーンファイル，逆引きゾーンファイルを設定することにした。M 主任が設定することにした DNS-K の正引きゾーンファイルを図 2 に示す。

なお，X 社のホスティングサービスに用いるドメイン名は x-sha.co.jp，DNS-S のホスト名は dns-s である。

```
@       IN      SOA     dns-k.a-sha.co.jp.   admin.dns-k.a-sha.co.jp.   (
（省略）
)
        IN      NS      dns-k.a-sha.co.jp.
        IN      NS      [ h ]
        IN      MX      10      [ i ]

dns-k   IN      A       x1.y1.z1.t1
www     IN      A       x1.y1.z1.t2
mail    IN      A       x1.y1.z1.t3
```

図 2　DNS-K の正引きゾーンファイル（抜粋）

DNS-K のホスト名は dns-k，公開 Web サーバのホスト名は www，メールサーバのホスト名は mail であり，各サーバの IP アドレスは x1.y1.z1.t1～x1.y1.z1.t3 である。

ゾーン転送では，ゾーン情報が流出するリスクがある。M 主任は，この対策として，DNS-K と DNS-S について，ゾーン転送要求に対する許可を必要最小限にするために，表 4 の設定にすることにした。

表 4　ゾーン転送要求に対する許可を必要最小限にするための設定

ゾーン転送要求元	ゾーン転送要求先	
	DNS-K	DNS-S
DNS-K		j
DNS-S	k	
上記以外の IP アドレス	l	m

二つ目の案は，外部 DNS サーバを廃止した上で，DNS-HK，DNS-S，DNS-HF という DNS サーバを X 社のホスティングサービス上に新設し，プライマリの権威 DNS サーバの機能を DNS-HK に，セカンダリの権威 DNS サーバの機能を DNS-S に，フルサービスリゾルバの機能を DNS-HF に移行するものである。DNS-K と DNS-F の DMZ への設置は実施しない。この案の場合，FW のフィルタリングルールを表 5 のように変更する必要がある。

表 5　二つ目の案の場合の FW のフィルタリングルール

項番	送信元	宛先	サービス	動作
5	n	o	DNS	許可
6	p	o	DNS	許可

注記　項番 5，6 以外は，表 2 と同一である。

その後，A 社では，更に検討を進め，外部 DNS サーバを X 社のホスティングサービスに移行することにした。

設問 1　〔リスクと対策の検討〕について，(1)～(7)に答えよ。

(1) 本文中の下線①について，A 社の公開 Web サーバへの影響を，30 字以内で述べよ。

(2) 本文中の下線②の攻撃の名称を 20 字以内で答えよ。

(3) 表 3 中の a ，b に入れる適切な字句を解答群の中から選び，記号で答えよ。

解答群

ア　DNS-F　　イ　DNS-K　　ウ　PC

エ　内部 DNS サーバ　　オ　プロキシサーバ　　カ　メールサーバ

(4) 本文中の［ c ］に入れる DNS のリソースレコードのタイプ名を 6 字以内で答えよ。

(5) 本文中の［ d ］に入れる適切な字句を 15 字以内で答えよ。

(6) 本文中の［ e ］に入れる技術の名称を英字 10 字以内で答えよ。

(7) 本文中の［ f ］，［ g ］に入れる適切な字句を解答群の中から選び，記号で答えよ。

解答群

ア DNS Changer	イ RADIUS クライアント
ウ RADIUS サーバ	エ 権威 DNS サーバ
オ スタブリゾルバ	カ フルサービスリゾルバ

設問 2 〔ホスティングサービス上に新設する DNS サーバの利用〕について，(1)～(4)に答えよ。

(1) 本文中の下線③を実施することによって低減できるリスクを 30 字以内で具体的に述べよ。

(2) 図 2 中の［ h ］，［ i ］に入れる適切な字句を解答群の中から選び，記号で答えよ。

解答群

ア dns-k.	イ dns-k.a-sha.co.jp.	ウ dns-k.x-sha.co.jp.
エ dns-s.	オ dns-s.a-sha.co.jp.	カ dns-s.x-sha.co.jp.
キ mail.	ク mail.a-sha.co.jp.	ケ mail.x-sha.co.jp.

(3) 表 4 中の［ j ］～［ m ］に入れる適切な内容を，“許可”又は“拒否”のいずれかで答えよ。

(4) 表 5 中の［ n ］～［ p ］に入れる適切な字句を解答群の中から選び，記号で答えよ。

解答群

ア DNS-HF	イ DNS-S	ウ PC
エ 公開 Web サーバ	オ プロキシサーバ	カ メールサーバ