

問2 サーバの移設に関する次の記述を読んで、設問1～5に答えよ。

D社は、東京に本社がある精密機械製造会社であり、全国10か所に支店と工場（以下、拠点という）がある。D社では、本社にあるサーバ室に設置されている約200台のサーバに、本社及び拠点のクライアントからTCP/IPで接続し、一部ではサーバ同士も接続する形態をとっている。サーバ室には、レイヤ3スイッチ（以下、L3SWという）と、サーバを接続するレイヤ2スイッチ（以下、L2SWという）が設置されている。D社ネットワークシステムの概要を図1に示す。

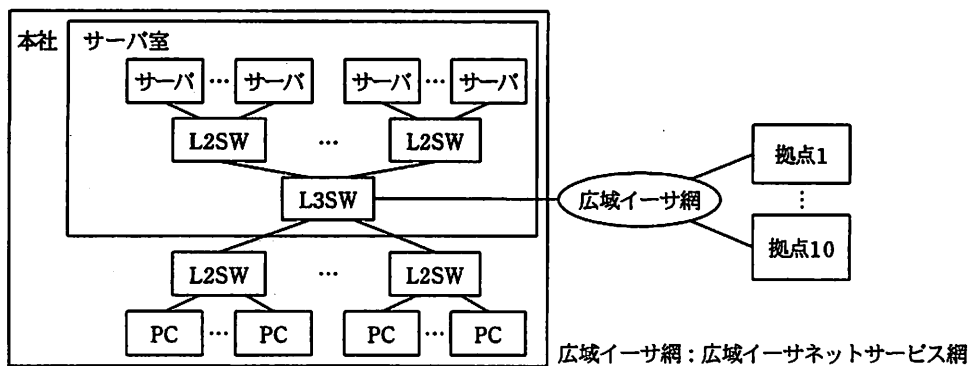


図1 D社ネットワークシステムの概要

このたびD社では、BCM (Business Continuity Management) の一環として、データセンタ事業者であるE社のデータセンタ（以下、DCという）に、サーバを移設することになった。予算の都合と早急な対策が必要であることから、情報システム部のF部長に対し、“年度内に移設作業を終了させるように”という指示があった。そこでF部長は、部内からメンバを集め、プロジェクトチームを発足させた。

[システムの管理状況と移設方針]

社内のシステムは、全体で50ほどあり、情報システム部以外の部署が管理するものが多く、構築したSI業者もまちまちだった。そこで、プロジェクトのメンバは、各システムの担当者（以下、S担という）から現状をヒアリングした。その結果、構成情報などの文書が導入時のままで、その後の変更が反映されていないことが分かった。現状を把握するのに時間がかかったが、概要がほぼ分かったところで、F部長は、

1 日ですべてのシステムを移設することは困難であると判断し、24 ビットでマスクされたサブネットを基にグルーピングし、数回に分けて実施することにした。F 部長は、次に示すネットワークの移行方針を立てた。

- ・サーバの IP アドレスの変更は、原則として行わない。
- ・DC に L3SW を 2 台導入し、冗長化構成とする。
- ・第 1 回の移設作業日より前に、DC を広域イーサ網の 1 拠点として追加し、ネットワークの疎通確認と L3SW の動作確認を行う。
- ・サーバを接続する L2SW は、原則として、使用中の機器を移設して使用する。
- ・ネットワークの変更は、サーバを取り外した後、該当するサブネットを本社側 L3SW から削除し、DC 側 L3SW に追加する手順とする。

[システムの運用状況]

サーバ室では、情報システム部に所属するオペレータ（以下、OP という）が、システム操作のほか、バックアップの取得や、監視サーバを用いた監視などの業務を行っている。監視サーバでは、サーバの稼働監視やジョブ監視などを行っており、障害を検知したときは、画面に障害状況を表示するとともに、該当する S 担に電子メールを送信する。OP の勤務体制は、平日 8 時から 22 時までの 2 交代なので、勤務時間外となる深夜、早朝及び休日は無人運転となる。無人運転中でも、監視サーバが障害を検知したときは S 担に電子メールが送信されるが、障害への対応は、OP や S 担の出勤後になってしまう。その影響で業務の開始が遅れてしまうことがあり、利用部門から運用体制の改善を求められている。

WAN の障害検知については、通信事業者の監視サービスを利用している。通信事業者の監視センターからの連絡は、情報システム部のネットワーク担当者（以下、NW 担という）が受けており、NW 担と OP、S 担との連携がうまくいかないこともあった。

OP が検知した障害は、OP 自身がマニュアルに則して復旧作業を行っているが、マニュアルと実際の構成が異なっていることもあり、結果として S 担や NW 担が対応することが多い。

なお、それぞれの担当者では解決できない場合は、ネットワーク部分については NW 担が通信事業者又は保守業者に、それ以外は S 担が SI 業者に連絡して、対応してもらっている。

〔システムの運用委託方針〕

構成管理の不備と障害時の連携の不備については、D 社内でも以前から問題とされていた。そこで、DC を利用する目的の一つには、単なるサーバ設置だけでなく、これらの問題を解決するための運用委託も見据えていた。しかし、期間が限られていたので、移設作業を優先し、当面は、サーバ設置に伴う最低限必要な運用だけを E 社に委託することになった。その委託内容は次のとおりである。

- ・バックアップの取得とバックアップ媒体の管理
- ・サーバなどの LED の目視確認
- ・本社の監視サーバからの電子メール受信
- ・異常状態を検知したときの S 担への電話連絡

E 社は、今後の運用範囲の拡大にも対応できるように、監視オペレータのほかに D 社担当の運用 SE を選任し、E 社内部の情報を一元的にとりまとめる役割をもたせることにした。そして、移設作業完了後は、ITIL をベースに開発された ア マネジメントシステムの国際規格である ISO/IEC 20000 を適用して、課題を改善しながら、E 社へ委託する運用範囲を順次拡大していくことも合意された。

また、S 担が引き続き本社でサーバを操作できるように、リモート KVM スイッチを導入することも決定した。リモート KVM スイッチとは、IP ネットワークなどを介して遠隔地にある複数台のサーバを、一組のキーボード、イ 及びマウスで操作するものである。

D 社が導入することにしたリモート KVM スイッチは、Web ブラウザの URL 入力域に、http://a / を指定してログインし、対象のサーバを画面上で選択し、操作するものである。

〔サーバの移設計画〕

ネットワークの移行方針とシステムの運用委託方針が決まったので、移設作業手順書の作成に取り掛かることになった。作成に当たっては、移設前と移設後の構成を把握することが重要である。移設後の構成については、現状の構成を整理しながら、物理的にどのように配置するかを決めていく。機器の配置が決まれば、ラックや電源、リモート KVM スイッチなどの数と構成、及び当日の作業手順も決定する。移設後の構成が出来上がった段階で、運用マニュアルにも反映させることにした。

機器の配置設計では、複数のラックに散らばっているサーバを、システム単位にまとめることを優先したが、必要となる電源容量も考慮しなければならない。ラックに供給される電源は、定められた範囲内で正しく利用しないと、電源容量の超過で **ウ** が落ちて、システムが停止してしまうことになる。

最初に、事前に導入する L3SW の配置を検討した。L3SW を 2 台導入して冗長化構成とし、さらに L3SW の電源ユニットも冗長化することにした。この L3SW の電源ユニットは、負荷分散が可能であり、保守性を高める **エ** 対応のものを 2 台組み込むと、片方が故障した場合には、システムの電源を落とさずに交換することができる。表 1 に L3SW の電源仕様を示す。

表 1 L3SW の電源仕様 (抜粋)

項目	仕様
入力電圧	AC100～120V / AC200～240V
最大入力電流	12A (100V のとき) / b A (200V のとき)
最大消費電力	1,080W (100V, 200V とも)

E 社が提供するラックには、標準として、交流 100V で 30A の電源が用意されている。その電源には、20A まで使用可能な電源タップが二つ接続される。したがって、L3SW の電源ユニットの冗長化を生かすには、電源ケーブルの接続の仕方を考慮しなければならないので、図 2 に示す接続構成をとることにした。このようにして、L3SW の配置設計を終えた後、そのほかのサーバや L2SW などの配置設計を行った。

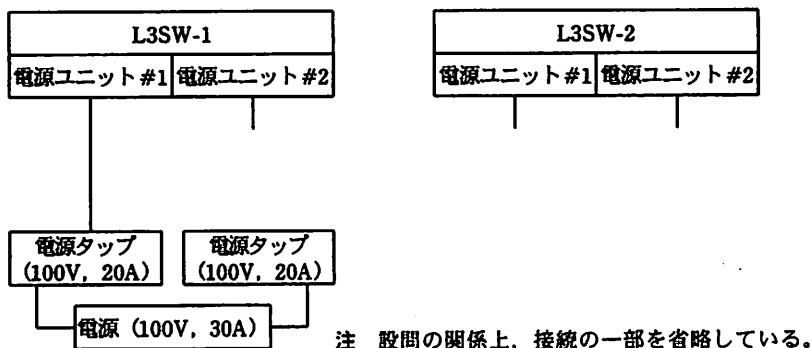


図 2 冗長化構成時の電源ケーブル接続構成

第 1 回の移設作業では、8 システムが対象となった。その中には、この移設プロジェクトの発足前に更改することが決定していたシステムがあったので、更改作業を移設作業と同時に行うことになった。そこで、新規サーバ（以下、サーバαという）を、移設日より前に DC に設置し、システムの構築を行うことにした。テスト実施時には、現行サーバとは別の IP アドレスを使用して、新規導入する L3SW に接続する。テスト終了後、ほかのシステムを移設する時点で、サーバαの IP アドレスを現行サーバの IP アドレスに変更するようにした。

以上を基に、F 部長は、作業内容をまとめて、移設作業当日のタイムチャート（図 3）と移設作業手順書を作成した。移設作業は、複数のシステムを並行して実施するので、タイムチャート上にチェックポイント（設問の関係上、省略している）を設定した。これは、主要関係者が集まり、そこまでの状況確認をした上で、次工程に進む可否かを判断するポイントである。

項番・作業項目	場所	担当	金曜日	土曜日	日曜日
① 業務停止	本社	S担	→		
② c	本社	S担	→		
③ 電源オフ、取外し	本社	S担		→	
④ 梱包、搬出	本社	E社		→	
⑤ 移送	—	E社		→	
⑥ 搬入、開梱	DC	E社		→	
⑦ 取付け、電源オン	DC	S担		→	
⑧ ネットワークの移行	DC/本社	NW担		■	
⑨ d	DC	SI業者		■	
⑩ サーバ動作確認	DC	S担		→	
⑪ 業務確認	DC/本社	S担ほか			→

注 ■ は、ほかの作業項目と異なり、この時間内に作業を完了させればよいことを示す。

図 3 移設作業当日のタイムチャート

移設作業手順書には、作業中に発生し得るリスクを想定し、その回避策や軽減策、リスクが顕在化した場合にとるべき行動をまとめた オ プランも含まれる。

移設作業手順書の完成後、机上で検証し、できる範囲内で カ を行った。その目的は、作業手順だけでなく、キ や移設体制の確認、発生したトラブル

などの回避策を整理することなどがある。この結果を受けて、手順書やタイムチャートの修正、移設体制の見直しなどを行い、移設作業開始の当日を迎えることになった。

[障害事例 1]

第 1 回の移設作業は、図 3 中の項番⑩まで問題なく終了し、監視サーバがすべてのサーバを監視できることも確認した。しかし、日曜日に項番⑪を行ったところ、図 4 に示すサーバ接続構成において、特定のサーバからサーバαへの接続が失敗するという障害が発生した。この構成は、VRRP と STP による冗長化をとっており、図 4 中の LAN 構成は、障害に関係する一つの VLAN だけを図示している。

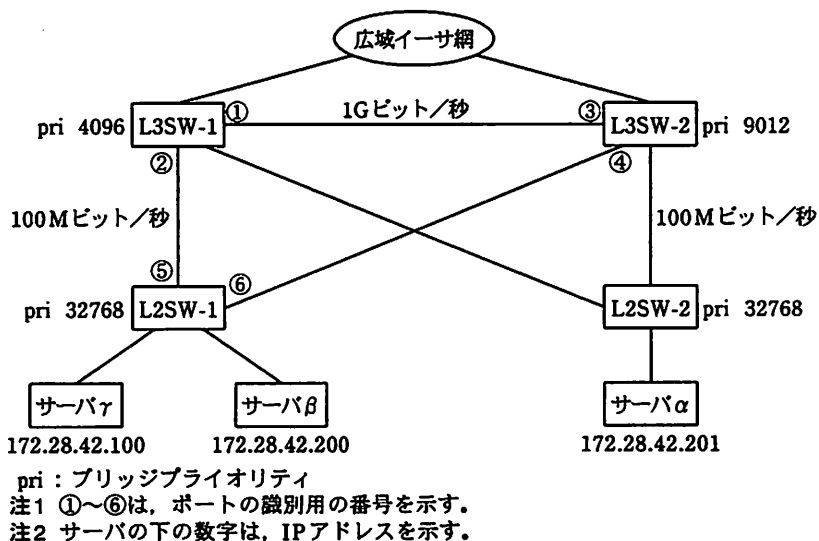


図 4 サーバ接続構成 (抜粋)

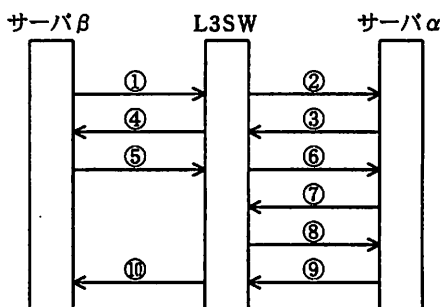
F 部長は、該当の S 担と、当日の立会いを行っていた、サーバαのシステムを構築した SI 業者を交えて、その障害状況を次のように整理した。

- ・本社サーバ室にあるサーバからサーバαへの ping は、成功する。
- ・DC 内のサーバβからサーバαへの ping は、成功する。
- ・DC 内のサーバγからサーバαへの ping は、失敗する。

SI 業者は、サーバαに原因があると推定し、更に情報を収集するためにトラフィックモニタを利用して調査しようと考えた。しかし、サーバαを接続する L2SW-2 には、

ク 機能がなかったため、サーバのソフトを利用して調査した。サーバβ及びサーバγで、サーバαに対する ping コマンドを投入し、三つのサーバで情報を採取した。サーバβでコマンド投入したときの情報を基に作成したメッセージフローを、図5に示す。

なお、この図はL2SWが省略されており、サーバαにARPキャッシュが存在しない状態のものである。



項番	フレームの種類	あて先MACアドレス	送信元MACアドレス
①	ARP要求	ブロードキャスト	サーバβ
②	ARP要求	ブロードキャスト	サーバβ
③	ARP応答	サーバβ	サーバα
④	(設問の関係上、省略している。)		
⑤	ICMP echo要求	サーバα	サーバβ
⑥	(設問の関係上、省略している。)		
⑦	(設問の関係上、省略している。)		
⑧	(設問の関係上、省略している。)		
⑨	(設問の関係上、省略している。)		
⑩	ICMP echo応答	サーバβ	L3SW

図5 メッセージフロー

解析の結果、サーバαが保持する経路情報に誤りがあることが分かった。障害発生時の経路情報を、表2に示す。

表2 経路情報

あて先ネットワーク	ネットマスク	ゲートウェイ	インタフェース
0.0.0.0	0.0.0.0	172.28.42.254	172.28.42.201
127.0.0.0	255.0.0.0	127.0.0.1	127.0.0.1
172.28.42.0	255.255.255.128	172.28.42.126	172.28.42.201
172.28.42.0	255.255.255.0	172.28.42.201	172.28.42.201
172.28.42.128	255.255.255.128	172.28.42.254	172.28.42.201
172.28.42.201	255.255.255.255	127.0.0.1	127.0.0.1
172.28.42.255	255.255.255.255	172.28.42.201	172.28.42.201
224.0.0.0	240.0.0.0	172.28.42.201	172.28.42.201
255.255.255.255	255.255.255.255	172.28.42.201	172.28.42.201

原因を追究した結果、何らかの理由で現行サーバに追加されていた不要ファイルが、サーバαにコピーされていたことが判明した。システムを更改したことで、この不要ファイルが使用されてしまうという事象が発生してしまったらしい。更に詳しく調査してみると、変更作業中に、SI 業者の担当者が新旧のサーバを比較したところ、このファイルがサーバαになかったので、独断でコピーしていたことが分かった。その後、SI 業者が該当ファイルを削除し、サーバαを再起動して、問題がないことが確認できたので、移設作業は完了となった。F 部長は、今回発生した障害の原因を分析し、その対策を次回以降の作業に反映させることにした。

〔障害事例2〕

E 社による暫定運用が始まってからしばらくすると、本社及び拠点から、DC の一部のサーバに接続できなくなり、最終的にはすべてのサーバに接続できなくなるという障害が発生した。この障害対応では、検知から復旧までに時間がかかってしまった。その経緯を、表3に示す。

表3 障害対応の経緯

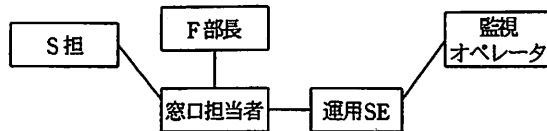
時刻	対応
1:26	監視サーバからの電子メールを、E社監視オペレータが受信
1:30	E社監視オペレータが、該当のS担への連絡を開始
1:34	S担からE社監視オペレータに、該当サーバの状況確認を指示
1:40	E社監視オペレータからS担へ、確認した状況を報告 S担は、サーバに問題がないと判断し、入社後対応するので対応不要の旨をE社監視オペレータに伝達
7:48	OPが、監視システムで検知している状況（DCの全サーバダウン）をNW担へ連絡
8:25	NW担が出社し、L3SWの保守業者及び通信事業者に状況確認したところ、問題なしとの報告あり
9:24	NW担からE社運用SEに、E社側設置機器の状況確認を依頼
9:35	E社運用SEが関係者を招集し、D社とE社間で対応策の協議を開始
10:02	E社運用SEの提案で、L2SW、L3SWのログ取得を決定
11:45	事象を特定し、E社運用SEからE社監視オペレータへ障害復旧処置を指示
12:07	復旧を確認し、対策会議を終了したが、NW担による調査は継続

E社の監視オペレータは、用意された手順書どおりに対応しており、問題はなかった。しかし、サーバに問題がないと判断してからのD社の動きが従来と変わっていなかった。D社の社員が出社し、調査が始まったものの、関係者間での情報共有が遅れ、原因特定までに時間がかかってしまった。

最終的には、NW担からの連絡で、保守業者が調査した結果、図4のサーバ接続構成において、最初に接続できなくなったサーバが接続されているL2SW-1にポート障害が発生したことが原因であることが判明した。ポート障害によって、L2SW-1のCPU負荷が高くなり、BPDU（Bridge Protocol Data Unit）を処理できなくなったのである。L2SW-1に接続されているサーバの業務調整を行い、保守業者がL2SWを交換して、この障害は解決した。

〔連絡体制の整備〕

今回の障害対応によって、連絡体制の不備が明らかになった。そこで、E社は、関係する事業者を含めた連絡体制の整備を、F部長に提案した。E社が提案した障害時連絡体制を、図6に示す。ポイントは、それぞれの会社内での一元管理である。



注1 設問の関係上、一部を省略している。
 注2 S担は、システムごとに存在する。

図6 E社が提案した障害時連絡体制

F部長は、運用SEの役割に、E社設置機器の保守業者と通信事業者への対応も含めるよう要望した。その結果、F部長の要望を反映させた連絡体制が完成した。F部長は、今回新設される窓口担当者に、情報システム部のメンバを選任した。窓口担当者の役割は、D社内部の情報を一元管理することである。

D社側連絡体制の整備を待って、新体制での運用が始まった。その後、移設作業は大きな問題もなく完了し、両社は運用改善に向け、新たなプロジェクトチームを作り、検討を開始した。

設問1 本文中の ～ に入れる適切な字句を答えよ。

設問2 (システムの運用委託方針) 及び (サーバの移設計画) について、(1)～(6)に答えよ。

- (1) リモート KVM スイッチを利用して図4中のサーバβの操作を行うときに、本文中の に何を指定すればよいか。25字以内で答えよ。
- (2) 表1において、100Vと200Vの電源効率が同じであると仮定したとき、 に入れる数値を答えよ。
- (3) 図2の電源ケーブル接続構成について、別系統の電源と電源タップを追加し、解答欄の図を完成させよ。
- (4) 図3中の , に入れる作業項目を、それぞれ15字以内で答えよ。
- (5) 図3中の項番⑧の“ネットワークの移行”とは、具体的にどのような作業をいうか。40字以内で述べよ。
- (6) 図3に設定するチェックポイントのうち、項番⑧及び項番⑩の後にチェックポイントが必要な理由を、それぞれ40字以内で述べよ。

設問3 〔障害事例1〕について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図5中の項番④, ⑥～⑨の空欄に入れる適切な字句を答えよ。
- (2) サーバ γ からサーバ α へのpingが失敗した原因は何か。IPアドレスを具体的に示し、50字以内で述べよ。
- (3) この障害が発生した原因への対策を、第2回以降の作業に反映させることにした。改善すべき点を、35字以内で述べよ。

設問4 〔障害事例2〕について、(1)～(3)に答えよ。

- (1) 図4中におけるポート①～⑥の正常時の状態を解答群の中から選び、記号で答えよ。

解答群

- | | |
|-------------|-------------|
| ア 代表ポート | イ バックアップポート |
| ウ ブロッキングポート | エ ルートポート |

- (2) L2SW-1がBPDUを処理できなくなったことが、ほかのL2SWに接続されているサーバの通信にまで影響したのはなぜか。図4中の機器名、ポートの識別用の番号を用いて、60字以内で述べよ。
- (3) 表3中で、時刻11:45に運用SEが監視オペレータに指示した障害復旧処置を、30字以内で述べよ。

設問5 〔連絡体制の整備〕について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 図6の障害時連絡体制にF部長の要望を反映させた体制について、本文中の役割名を用いて解答欄の図を完成させよ。
- (2) 新たなプロジェクトチームでは、以前から問題とされていた“構成管理の不備”への対応から始めることになった。問題点を具体的に指摘し、その対応内容を、50字以内で述べよ。