

Chapter 17 システム構成と故障対策

17-1 コンピュータを働かせるカタチの話〔解答・解説〕

問 1 ウ

〔解説〕シンクライアントシステムとは、端末では必要最小限の処理を行わせ、処理のほとんどをサーバ側で行うシステムであり、サーバを防御することで、ウイルス感染や情報漏洩、危険なツールのインストールなどを防ぐことができる。

問 2 イ

〔解説〕リアルタイムシステムのうち、厳密な時間管理が行われるものをハードリアルタイムシステム、緩やかな時間管理で行うものをソフトリアルタイムシステムという。

問 3 イ

〔解説〕リアルタイムOSとは、イベントが発生したらそのイベントに対応した処理を即座に行うOSのことである。

問 4 イ

〔解説〕組込みシステムでリアルタイムOSが用いられる理由は、瞬時に起動・停止する、事象の発生を速やかに検知するなどの高いリアルタイム性が求められるからである。

問 5 エ

〔解説〕家電製品など、特定用途の専用ハードウェアに内蔵されるシステムを組込みシステムという。列車の座席予約などは大型のホストコンピュータで行うため、組込みシステムとしては適さない。

問 6 ウ

〔解説〕効率が80%なのでこの電源ユニットは入力電力の80%を出力できる。入力電力をWとして計算すると、

$$W \times 0.8 = 500$$

$$W = 625$$

入力電力が625W以上であれば500Wが出力可能となる。

17-2 システムの性能指標〔解答・解説〕

問 1 ウ

〔解説〕ア CPUが1秒間に実行できる命令数を百万回単位で表した指標

イ 利用者がシステムへの処理要求を全て完了した時点から、システムが最初の反応を返すまでの時間のこと(レスポンスタイム)

エ 利用者がシステムへの処理要求を開始した時点から、すべての応答出力を受け取るまでの時間のこと

問 2 ア

〔解説〕CPUの使用率が上がるため

問 3 ウ

〔解説〕優先度方式のスケジューリングは、各タスクに優先度を決めて、優先度が高い順にCPUを割り当てていく方式である。この場合、入出力処理が主体のタスクをタイプ A の優先度を高くし、CPU 処理が主体のタスクをタイプ B を低くすることで、システムのスループットが高くなる。

問 4 ウ

問 5 ウ

〔解説〕ターンアラウンドタイム＝処理待ち時間＋CPU時間＋入出力時間であるから、
処理待ち時間＝ターンアラウンドタイム－CPU時間－入出力時間となる。

問 6 ア

〔解説〕CPUの平均応答時間は、CPUの使用率が一定の割合を超えると急速に悪化する。

問 7 ア

〔解説〕正規分布は、平均値を中心に左右対称の山のようなカーブを描く確率分布で、平均と標準偏差だけで分布に関する全ての特性が規定できるという特徴がある。

標準偏差は、データの分布のばらつきを表す尺度で、正規分布では平均値と標準偏差(σ [シグマ])、および度数の間に次の関係が成り立っている。

- ・平均 $\pm\sigma$ の範囲に全体の約 68%が含まれる
- ・平均 $\pm2\sigma$ の範囲に全体の約 95%が含まれる
- ・平均 $\pm3\sigma$ の範囲に全体の約 99%が含まれる

まずそれぞれのグラフのうち、グラフが左右対称となっていない「ウ」と「エ」は不適切とわかる。「ア」と「イ」はどちらも平均が 60 だが、標準偏差 $\pm\sigma$ の範囲($60\pm10=$)50～70 を正しく表しているのは「ア」のグラフである。

問 8 ア

〔解説〕現在のターンアラウンドタイムは、 $300 + 600 + 100 = 1000$ ミリ秒
これを半分つまり500ミリ秒にするためには入出力時間を、 $500 - 300 - 100 = 100$ ミリ秒（現在の $1/6$ ）にすればよい。

問 9 ウ

〔解説〕ア TPCの性能尺度はTPM(Transaction Per Minute)である
イ Dhrystone, SPECなどはシステム全体ではなくCPU性能のベンチマークである
エ ベンチマークテストは浮動小数点演算など分野ごとに数多く存在し、汎用的とは言えない

17-3 システムを止めない工夫〔解答・解説〕

問 1 イ

〔解説〕ア システムが部分的に用意されているのでウォームサイト
ウ システムが部分的に用意されているのでウォームサイト
エ 機材やデータの搬入が全て障害発生後なのでコールドサイト

問 2 ア

〔解説〕 現用系と予備系の 2 系統で構成されるデュプレックスシステムは、予備系の待機状態と、障害発生時のシステム切替えに要する時間からホットスタンバイ・ウォームスタンバイ・コールドスタンバイに分類される。

- イ デュアルシステム
- ウ コールドスタンバイ
- エ ウォームスタンバイ

問 3 ア

問 4 エ

〔解説〕 最も稼働率が高いのが、2 系統のシステムで同じ処理を行うデュアルシステム、その次が主系と従系の 2 つのシステムで構成するコールドスタンバイシステム（デュプレックスシステム）、最も低いのが 1 系統のシステムで構成するシンプレックスシステムである。

問 5 ア

〔解説〕 密結合マルチプロセッサシステムは、主記憶を共用し、一つの OS で制御する方式である。これに対し、各プロセッサごとに主記憶と OS をもつ方式を、疎結合マルチプロセッサシステムという。

問 6 エ

〔解説〕 [負荷分散クラスタ構成]

処理を複数のサーバに分散することで、各サーバに掛かる負荷を低減させることを目的としたクラスタ構成。

[HA クラスタ構成]

障害発生時も正常時と同様の処理を継続することを目的としたシステム。

- ア ホットスタンバイ方式では両方のシステムが同時稼働しないため、処理の整合性をとる必要ない
- イ ホットスタンバイ方式では同等の性能をもつ予備系が処理を引き継ぐため処理性能は低下しない
- ウ ホットスタンバイ方式では予備系に処理を分散しない

問 7 イ

〔解説〕 [ホットスタンバイ]

現用（本番）系と同様のシステムを最初から起動しておく方式。

[ウォームスタンバイ]

コンピュータの電源を入れ OS を立ち上げておくが、業務システムは起動させない状態で待機させておく方式。

[コールドスタンバイ]

待機時には予備系で別の処理を行わせておく方式、または予備系の電源を切った状態で待機させておく方式。

17-4 システムの信頼性と稼働率〔解答・解説〕

問 1 ア

〔解説〕 R A S I S とは、信頼性（Reliability）、可用性（Availability）、保守性（Serviceability）、保全性（Integrity）、機密性（Security）の頭文字を取ったものである。

問 2 ウ

問 3 ア

問 4 ア

〔解説〕サーバ構成の二重化により、システム全体の稼働率が向上し、結果として可用性（使用したいときに使用できる度合い）の向上が期待できる。

問 5 ウ

〔解説〕ア ホットプラグ(ホットスワップ)は、コンピュータの電源が入っている状態で周辺機器の脱着を行える仕組み
イ 再起動が行われると処理の停止時間が生じるため誤り。
エ フェールバックは、システム障害時にフェールオーバー機能などにより主系から予備系に引き継がれた処理を、障害回復後に主系に戻す機能

問 6 ア

〔解説〕可用性の尺度は稼働率、信頼性の尺度はMTBF、保守性の尺度はMTTRである。

問 7 イ

〔解説〕システムの信頼性を表す指標はMTBF、可用性を表す指標はMTBF/(MTBF+MTTR)である。

問 8 ア

〔解説〕現在の稼働率の1.25倍は、

$$\frac{1500}{1500+500} \times 1.25 = \frac{3}{4} \times \frac{5}{4} = \frac{15}{16}$$

新しいMTTRをxとすると、

$$\frac{1500}{1500+x} = \frac{15}{16} \quad \text{より、} x = 100$$

問 9 イ

〔解説〕磁気ディスク1台あたりの故障率は1/21万時間なので、100台分の故障率は

$$\frac{1}{21\text{万}} \times 100 = \frac{1}{2100} \quad \text{つまり} 2100\text{時間} \text{に} 1\text{回故障を起こす。}$$

1週間に140時間運転するのだから、2100時間÷140時間=15週に1回となる。

問10 ウ

〔解説〕機器を交換する前は、100時間に2回の故障が発生し、復旧に各2時間かかったので、
MTBF=96時間/2=48時間、MTTR=2時間

$$\text{稼働率} = 48 / (48 + 2) = 0.96$$

機器交換後は、故障が1回になり、復旧時間も1時間に短縮したので

$$\text{MTBF} = 99\text{時間}, \text{MTTR} = 1\text{時間}$$

$$\text{稼働率} = 99 / (99 + 1) = 0.99$$

したがって機器を交換することでこのシステムの稼働率は 0.03 向上したことになる。

問 11 ウ

〔解説〕稼働率を求める式は、 $MTBF / (MTBF + MTTR)$ です。

MTBF (Mean Time Between Failures) = 平均故障間隔

MTTR (Mean Time To Repair) = 平均修理時間

問 12 エ

〔解説〕ア 現地に出向かなくても障害に対処することが可能になるのでMTTRは短くなる

イ 稼働率を向上させるにはMTBFを長く、MTTRを短くする

ウ システムの構成が複雑なほどMTBFは短くなる

問 13 ウ

〔解説〕ア MTTRが等しい場合、MTBFが長くなると稼働率は向上し、逆であれば稼働率は低下する

イ 2つの指標の和が等しくても、MTBFが長く、MTTRが短くなるほど稼働率は高くなり、逆であれば稼働率は低下する

エ MTTRが等しい場合、MTBFが長くなるほど稼働率は向上する

問 14 イ

〔解説〕〔大阪－名古屋〕及び〔名古屋－東京〕の通信は直列接続になっていて、双方が稼働しているときに通信が可能となるので、稼働率は、

$$0.9 \times 0.9 = 0.81$$

となる。

次に〔大阪－東京〕間の稼働率について考える。

〔大阪－東京〕間は、並列接続になっていて〔大阪－東京〕と〔大阪－名古屋－東京〕のどちらかが稼働していれば通信が可能なので、稼働率は、

$$1 - (1 - 0.9)(1 - 0.81) \\ = 1 - 0.1 \times 0.19 = 0.981$$

最後に次に〔福岡－東京〕間の稼働率について考える。

〔福岡－東京〕間は、直列接続になっていて〔大阪－東京〕と〔大阪－福岡〕の両方が稼働していることが通信に必要な条件なので、稼働率は、

$$0.9 \times 0.981 = 0.8829 \div 0.88 (\text{イ})$$

問 15 ア

〔解説〕

$$\text{装置 a の稼働率} = \frac{80}{80 + 20} = 0.8$$

$$\text{装置 b の稼働率} = \frac{180}{180 + 20} = 0.9$$

$$\text{装置 a と装置 b を直列に接続したシステムの稼働率} = 0.8 \times 0.9 = 0.72$$

問 16 ア

〔解説〕仮にシステムを 1800 時間稼働させたとすると、それぞれの機器では、

$$A: 1800 \div 600 = 3 \text{ 回}$$

$$B: 1800 \div 900 = 2 \text{ 回}$$

$$C: 1800 \div 1800 = 1 \text{ 回}$$

の故障が発生し、システム全体として考えると、1800 時間の稼働で 6 回の故障が発生することになる。問題文中に「三つの装置すべてが正常に動作しないとシステムは機能しない」という条件があるので、各機器の故障がそのままシステムの停止につながるということが読み取れる。したがってシステム全体の MTBF は、

$$1800 \div 6 = 300$$

300 時間になる。

問 17 ウ

〔解説〕最初に通常の回線と迂回回線それぞれの稼働率を求める。

東京－福岡の回線稼働率は、0.9

東京－大阪－福岡の回線稼働率は、 $0.9 \times 0.9 = 0.81$

迂回回線追加後は、上記のどちらかが稼働していればよいので並列構成と考えて計算する。

$$\begin{aligned} & 1 - (1 - 0.9)(1 - 0.81) \\ &= 1 - 0.1 \times 0.19 \\ &= 1 - 0.019 = 0.981 \quad \dots \text{ウ} \end{aligned}$$

問 18 ア

〔解説〕ア 障害発生時にエラーログを分析することは、障害原因を迅速に特定する手段として有効。このためエラーログ取得機能は MTTR を短くするのに役立つ。

イ 記憶装置の誤り訂正機能があれば、障害の原因となるビット誤りを自動で解消できるので、MTBF を長くするのに役立つ。

ウ 命令が何らかの原因によりエラーになっても、再試行機能による再試行が成功すればシステムが停止せずに済む。よって、MTBF を長くするために役立つ。

エ 予防保守では異常がないかをチェックしたり経年劣化した部品を故障前に交換したりするので、障害発生を未然に防ぐ効果がある。よって、MTBF を長くするのに役立つ。

問 19 エ

〔解説〕各システム全体の稼働率を表す式は以下の通り。

$$\text{システム A} = (1 - (1 - R)^2) \times R$$

$$\text{システム B} = 1 - (1 - R)(1 - R^2)$$

[各装置の稼働率 0.9 の場合]

システム A の稼働率

$$= (1 - (1 - 0.9)^2) \times 0.9$$

$$= (1 - 0.01) \times 0.9$$

$$= 0.99 \times 0.9 = 0.891$$

システム B の稼働率

$$= 1 - (1 - 0.9)(1 - 0.9^2)$$

$$= 1 - (1 - 0.9) \times (1 - 0.81)$$

$$= 1 - 0.1 \times 0.19$$

$$= 1 - 0.019 = 0.981$$

問 20 ウ

〔解説〕〔直接接続〕

$$0.9 \times 0.9 = 0.81$$

〔並列接続〕

$$1 - (1 - 0.9)^2 = 1 - 0.1^2 = 0.99$$

〔2つの稼働率の差〕

$$0.99 - 0.81 = \underline{0.18} \quad \dots \quad \text{ウ}$$

問 21 ウ

問 22 エ

問 23 ウ

〔解説〕装置単体の稼働率が R のとき、2 台が並列に接続されている場合の全体としての稼働率は「 $1 - (1 - R)^2$ 」、直列の場合は「 R^2 」で求められる。この公式を使って、まずは並列で接続されている部分の稼働率を計算する。

$$\begin{aligned} & 1 - (1 - 0.8)^2 \\ &= 1 - 0.04 = 0.96 \end{aligned}$$

AP サーバ群、DB サーバ群の稼働率はともに 0.96 とわかる。そして稼働率 0.96 のサーバ群同士が直列で接続されているので、システム全体としての稼働率は、

$$0.96 \times 0.96 = 0.9216 \div 0.92 \quad (\text{ウ})$$

問 24 イ

〔解説〕ルータ 1 の稼働率は、0.9

ルータ 2, 3 の稼働率は、 $0.9 \times 0.9 = 0.81$

この 2 回線が並列になるから、

$$1 - (1 - 0.9)(1 - 0.81) = 0.981$$

問 25 エ

〔解説〕ア フェールセーフに関する記述。

イ フェールソフトに関する記述。

ウ フォールトマスキングに関する記述。

問 26 ウ

〔解説〕ア フールプルーフの説明

イ フォールトトレランスの説明

エ フェールセーフの説明

問 27 ウ

〔解説〕ア フェールセーフの説明

イ フォールトトレラント設計の説明

エ フールプルーフの説明

問 28 ア

〔解説〕フェールセーフとは、異常が発生したとき、できるだけ安全にシステムを停止させることである。

問 29 ウ

〔解説〕フェールソフトとは、障害が発生した場合、機能は低下させても処理を続けることであり、縮退運転ともいう。

問 30 ウ

〔解説〕ア、エはフルプルーフ、イはフォールトアボイダンスの例。

問 31 ウ

〔解説〕ア フェールソフトの説明
イ フォールトトレラントの説明
エ フールプルーフの説明

問 32 ウ

〔解説〕サーバの処理能力を向上させる施策には「スケールアップ」と「スケールアウト」という2つのアプローチがある。

〔スケールアップ〕

サーバを構成する各処理装置をより性能の高いものに交換したり、プロセッサの数などを増やすことでサーバ当たりの処理能力を向上させる

〔スケールアウト〕

接続されるサーバの台数を増やすことでサーバシステム全体としての処理能力や可用性を向上させる同等の性能アップであればスケールアップよりも低コストであることが多い

ア スケールアップでもスケールアウトでもない

イ、エ スケールアップの例

問 33 イ

〔解説〕ア 目に見えないソフトウェア上の障害を認知することはできない
ウ スナップショットダンプやメモリダンプはプログラムエラーの検知に用いられるものであり、障害発生を通知する機能はない
エ バックアップを行っても障害発生を認知することはできない

問 34 ウ

〔解説〕ア、イは偶発故障期間、エは摩耗故障期間の対策に関する記述である。

問 35 ア

〔解説〕故障発生割合が安定する偶発故障期間を選ぶのがよい。

問 36 ウ

〔解説〕逡減（ていげん）課金方式とは、使用量が増えるにつれて利用金額の単価が安くなっていく方式で、横軸を使用量、縦軸を利用料金とするグラフでは、傾きが徐々に緩やかになる。

問 37 ア

- 〔解説〕 イ フールプルーフ設計の考え方
ウ、エ フェールソフト設計の考え方

問 38 イ

- 〔解説〕 フェールバックは、システム障害時にフェールオーバー機能などにより主系から待機系に引き継がれた処理を、障害回復後に主系に戻す処理のこと。
ア フェールオーバーは、主系のシステムで障害が発生したときに、自動的に予備系のシステムに切替えを行うことで、実行中の処理を継ぎ目なく続行する技術、又はそれを実現するシステム構成。
ウ フォールダウンは、モデムや無線 LAN において通信が失敗したときにその速度を一段階ずつ下げて再処理することで通信の安定化を図る機能。
エ フォールバックは、システムの一部に障害が発生したときに、処理速度の低下や一部機能の制限をしてもシステム全体としては停止することなく処理を続行する縮退運転のこと。

問 39 ア

- 〔解説〕 イ フェールセーフは、システムの不具合や故障が発生したときでも、障害の影響範囲を最小限にとどめ、常に安全を最優先にして制御を行う考え方。
ウ フェールソフトは、障害が発生した時に、多少のシステム性能の低下を許容し、システム全体の運転継続に必要な機能を維持させようとする考え方。
エ フォールトトレラントは、システムの一部に障害が発生しても全体としては停止することなく稼働を続け、その間に復旧を図るようにシステムを設計する考え方。

問 40 ア

- 〔解説〕 イ ホットサイトやコールドサイトなどのバックアップセンタの説明。
ウ 密結合プロセッサシステムの説明。
エ デュアルシステムの説明。

問 41 ア

- 〔解説〕 フォールトトレラントシステムは、システムの一部に障害が発生しても全体としては停止することなく稼働を続け、その間に復旧を図るような設計となっているシステム。

問 42 ア

- 〔解説〕 イ クラウドコンピューティングの説明
ウ スケールアップの例
エ 仮想化の説明

問 43 エ

〔解説〕TCO(Total Cost of Ownership)は、ある設備・システムなどにかかわる、購入から廃棄までに必要な時間と支出の総計金額を指す。
システムの導入にかかるイニシャルコストは、

$$40,000 + 50,000 + 5,000 = 95,000 \text{ 千円}$$

運用や保守にかかるランニングコストは、毎年のコスト×3年分で

$$(1,500 + 7,000 + 5,000) \times 3 \text{ 年} = 40,500 \text{ 千円}$$

したがってTCOは上記2つの額を足し合わせて

$$95,000 + 40,500 = 135,500 \text{ 千円}$$

問 44 エ

〔解説〕ア 運用費用はランニングコストですのでTCOに含める
イ システムに関する費用ですのでTCOに含める
ウ システム障害に直接関係がないのであればTCOに含める必要はない

問 45 イ

〔解説〕TCO (Total Cost of Ownership) とは、システムの導入・維持・運用・保持していくために必要なすべてのコストのことである。
ア、ウ イニシャルコストの説明
エ ランニングコストの説明

問 46 イ

〔解説〕ア、ウ イニシャルコストの説明
エ ランニングコストの説明

問 47 イ

〔解説〕TCOは、初期投資額であるイニシャルコスト、維持管理費用であるランニングコストに分類する。
ア、エ ランニングコスト
ウ イニシャルコスト
イ 販売管理コスト(要した費用がシステム自体の維持管理に寄与するわけではないので、システムの費用対効果を考える上では除外すべきである)

17-5 転ばぬ先のバックアップ (解答・解説)

問 1 ウ

〔解説〕ア 差分バックアップではバックアップの時間を短縮できるが復旧時間は長くなる
イ 磁気テープに保存したファイルはランダムアクセスできない
エ 同一記憶媒体内にバックアップすると、その媒体が破損したときに対処できなくなる

問 2 ア

- 〔解説〕 ア 差分バックアップとは、前回のバックアップ以後に変更されたファイルだけをバックアップする方式
イ 記録としてラベルを使用すべきである
ウ データベースのバックアップは、常に決まった人間が定期的に実行することにより、スムーズな復旧が望める
エ 少なくとも複数個のバックアップを順に使用すべきである

問 3 ア

- 〔解説〕 イ 同じ記憶媒体にバックアップを保存してしまうと媒体障害の場合に復旧できないので不適切
ウ 差分バックアップ方式における復旧手順は、まずフルバックアップを適用し、その後に時系列に沿って各差分を適用していく流れになります。したがって復旧時間に関しては、差分バックアップ方式よりフルバックアップ方式を採用したほうが短くなる
エ ランダムアクセスできる記憶媒体の寿命は比較的短く、一般的には長期間の保存には向かない

問 4 ア

- 〔解説〕 バックアップ以降に受信したメールがバックアップされるようにすればよい。それには全体をバックアップした後、追加分のメールを別途バックアップする差分バックアップが適している。

問 5 ア

- 〔解説〕 バックアップ間隔が2倍になれば、その間のトランザクション処理も2倍になると考えられるので、ジャーナル情報も2倍になり復旧時間も2倍かかることになる。

問 6 エ

- 〔解説〕 日曜日のフルバックアップのリストア時間は
 $100 \text{ 秒} + (100 \text{ Gバイト} \times 10 \text{ 秒}) = 1100 \text{ 秒}$
月曜日～金曜日の差分バックアップのリストア時間は
 $100 \text{ 秒} + (5 \text{ Gバイト} \times 10 \text{ 秒}) = 150 \text{ 秒}$
よって、データの復元時間は
 $1100 \text{ 秒} + 150 \text{ 秒} \times 5 \text{ 日分} = 1850 \text{ 秒}$

問 7 ウ

- 〔解説〕 ア 差分バックアップの説明。
イ フルバックアップの説明。
エ フルバックアップの説明。