Chapter４

システム構成要素

# 1. システムの構成

## 1. システムの処理形態・利用形態

学習のポイント

✅ 集中処置システムと分散処理システムの、それぞれの長所と短所を覚えよう！

✅ リアルタイム処理とバッチ処理の、用語の意味を覚えよう！

従来のコンピュータシステムは、大型の汎用コンピュータを中心とした集中処理システムが一般的でしたが、現在は、パソコンなどの小型のコンピュータの高性能化によって、これらを複数台のネットワークとして接続し、処理を分担して行う分散処理システムが多数を占めるようになりました。

### １）集中処理システム

集中処理システムは、中央のコンピュータセンタでシステムを集中して管理するため、プログラムやデータが共有でき、セキュリティ対策も分散処理システムに比べて容易です。また保守も容易で、障害発生時にも障害箇所の特定が速やかにできるなどの長所があります。その反面、システムが大規模になるため開発期間やコストが増大し、ユーザの要求に柔軟に応えるのは困難になります。また、中央のコンピュータがダウンすると、システム全体が処理不能になる、といった短所があります。

### ２）分散処理システム

分散処理システムは、複数のコンピュータをネットワークで相互に接続して処理を分担するため、負荷が分散され、一部のコンピュータがダウンしても、システム全体が処理不能になることはありません。また拡張性も高く、ユーザの多用なニーズにも素早く対応できるなどの長所があります。その一方で、運用管理が複雑で、データの一貫性を保ちにくく、セキュリティ対策も集中処理に比べてむずかしくなります。また、障害発生時には、障害箇所の特定に時間がかかるなどといった短所があります。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 集中処理システム | 分散処理システム |
| システムの規模 | 大きい | 小さい |
| 開発費用 | 高い | 低い |
| 運用・保守費用 | 低い | 高い |
| 信頼性 | 低い | 高い |
| 安全性 | 高い | 低い |

集中処理システムと分散処理システム

分散処理システムは、ホストコンピュータを複数台用意して処理を分散させる負荷分散を主目的としたシステムと、ネットワーク上の各コンピュータの特性に合わせて処理を分散させる機能分散を主目的としたシステムに大別できます。

また、クライアントサーバシステム（後述）のように、ネットワーク上のコンピュータ間に階層または従属関係が存在するようなシステムを垂直分散システムと呼び、**ピアツーピアシステム**のように、ネットワーク上のどのコンピュータも対等な関係のシステムを水平分散システムと呼びます。

|  |
| --- |
| 例題  分散型システムとホスト集中型システムを比較した説明のうち，最も適切なものはどれか。  ア　分散型システムでは，ネットワークやコンピュータヘの不正な侵入を防ぐために，暗号化・認証などホスト集中型システムでは不要な対策が必要になることが多い。  イ　分散型システムでは，ホスト集中型システムと異なり，ユーザごとの資源の利用状況を把握したり，ユーザの不正なアクセスを監視したりする必要が生じることが多い。  ウ　分散型システムは，構成機器だけでなく処理自体も分散されるので，ホスト集中型システムよりもシステム管理が複雑化し，障害時の原因追求に時間がかかることが多い。  エ　ホスト集中型システムを分散型システムとして再構築すると，ダウンサイジングの効果によって運用・保守コストは低減することが多い。  分散処理システムはそれぞれの処理が独立しているので、一部のシステムがダウンしてもシステム全体が処理不能になることはありません。また、機能を順次追加したり、変更することが可能であり拡張性があります。ただしその反面、システムの運用管理が複雑化するなどの短所もあります。  初級システムアドミニストレータ　平成14年度秋　問11　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-275

### ３）利用形態

システムの代表的な利用形態にリアルタイム処理とバッチ処理があります。

**リアルタイム処理**は、即時処理ともいい、航空管制システムや、電力供給システム、工業用ロボットの制御など、要求された時間内にその処理を実行しなければならないシステムで利用される形態です。要求された時間内に処理を実行しないと致命的な事態が発生するシステムをハードリアルタイムシステム、要求された時間内に処理が実行されなくても致命的な事態が発生しないシステムをソフトリアルタイムシステムと呼び、区別することがあります。

**バッチ処理**は、一括処理ともいい、給与計算や、売上集計、各種の統計分析など、必要なデータを一定期間蓄積し、それを一括して処理する場合に利用される形態です。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 例題  次の三つの業務と，それらの処理形態の最も適切な組合せはどれか。  〔業務〕 １．１か月の給与計算 〔処理形態〕 Ａ．オンライントランザクション処理  ２．工業用ロボットの自動運転 Ｂ．バッチ処理  ３．飛行機の座席予約 Ｃ．リアルタイム処理   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  | １ | ２ | ３ | | ア | Ａ | Ｂ | Ｃ | | イ | Ａ | Ｃ | Ｂ | | ウ | Ｂ | Ｃ | Ａ | | エ | Ｃ | Ａ | Ｂ |   オンライントランザクション処理は、ネットワーク経由で、取引（トランザクション）発生時に、処理を行う形態をいいます。  バッチ処理は、必要なデータを一定期間蓄積し、一括して処理を行う形態をいいます。  リアルタイム処理は、要求された時間内に処理を実行する形態をいいます。  第二種　平成10年度秋　問54　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-276

## 2. システム構成

学習のポイント

✅ デュプレックスシステムとデュアルシステムに関連する用語を覚えよう！

システムが動作するために必要な最低限の機器で構成されたシステム構成をシンプレックスシステムと呼びます。経済性には優れていますが、１台の機器の障害によりシステム全体が停止してしまうため信頼性は低いです。個々の機器について処理能力や信頼性を高めることには限界があるため、複数のコンピュータを組み合わせることで、処理能力や信頼性を高める方法が考えられました。

### １）デュプレックスシステムとデュアルシステム

デュプレックスシステムは、現用系と待機（予備）系の２台のコンピュータを用意し、正常時には待機系ではバッチ処理などを行い、現用系に障害が発生した場合には待機系に切り替えて処理を続行するシステムです。待機系が、正常時には別の処理を行っている状態を**コールドスタンバイ**、待機系ではOSだけを起動させて業務システムは起動させずに待っている状態を**ウォームスタンバイ**、即座に現用系の処理を引き継げるようにOSも業務システムも起動させて何の処理も行わず待っている状態を**ホットスタンバイ**と呼びます。ウォームスタンバイでは、現用系に障害が発生した時点で待機系に切替え、業務システムを起動させて処理を引継ぎます。ホットスタンバイでは、現用系から待機系への動作中であることを示すメッセージが途絶えたとき処理が切り替わります。

デュアルシステムは、各装置を二重化し並列処理を行うシステムで、一定時間ごとに処理結果を照合し、正しく処理されているか確認しながら実行します。万一、いずれかの装置に障害が発生した場合には、その装置を切り離して残りの装置で処理を続行（縮退運転）します。

デュプレックスシステム

コンピュータ１

コンピュータ２

切替装置

切替装置

コンピュータ

（現用系）

コンピュータ

（待機系）

データベース

データベース

照合

デュアルシステム

デュプレックスシステムとデュアルシステム

|  |
| --- |
| 例題  デュアルシステムの説明として，最も適切なものはどれか。  ア　同じ処理を行うシステムを二重に用意し，処理結果を照合することで処理の正しさを確認する。どちらかのシステムに障害が発生した場合は，縮退運転によって処理を継続する。  イ　オンライン処理を行う現用系と，バッチ処理などを行いながら待機させる待機系を用意し，現用系に障害が発生した場合は待機系に切り替え，オンライン処理を続行する。  ウ　待機系に現用系のオンライン処理プログラムをロードして待機させておき，現用系に障害が発生した場合は，即時に待機系に切り替えて処理を続行する。  エ　プロセッサ，メモリ，チャネル，電源系などを二重に用意しておき，それぞれの装置で片方に障害が発生した場合でも，処理を継続する。  デュアルシステムとは、２つのコンピュータシステムを同時に稼働させ、相互にチェック（照合）しながら処理を行う方式であり、このため処理の正確性を高めることができます。また、いずれか一方のシステムが故障したときは他方だけで処理を継続することができるので、信頼性も高いです。  イ　デュプレックスシステムのコールドスタンバイ方式に関する記述です。  ウ　デュプレックスシステムのホットスタンバイ方式に関する記述です。  エ　装置の二重化（一般には多重化）によるフォールトトレラントシステムに関する記述です。  基本情報　平成29年度秋　問13　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-277～280

### ２）クラスタシステム

複数のコンピュータを組み合わせることで、あたかも１台の高性能なコンピュータが存在するかのように見せると同時に、システムの一部で障害が発生しても、ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせて、システム全体の停止を防止できるようにする技術を**クラスタリング**、そのようなシステムをクラスタシステムと呼びます。

|  |
| --- |
| 例題  複数のコンピュータを連携させ，全体を１台の高性能のコンピュータであるかのように利用する。連携しているコンピュータのどれかに障害が発生した場合には，ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせることで，システム全体として処理を停止させないようにするものはどれか。  ア　クラスタシステム イ　デュアルシステム  ウ　デュプレックスシステム エ　マルチプロセッサシステム  イ　デュアルシステムは、２系統のコンピュータが，互いの処理結果を照合しながら同一処理を行うシステムです。  ウ　デュプレックスシステムは障害時に，予備のコンピュータに切り替えて処理を継続するシステムです。  エ　マルチプロセッサシステムは１台のコンピュータに複数のマイクロプロセッサを搭載し，並列処理ができるシステムです。  ITパスポート　平成21年度春　問73　[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

### ３）グリッドコンピューティング

グリッドコンピューティングとは、ネットワークに接続されている複数のコンピュータを、大規模な仮想コンピュータとして利用できるようにしたシステム構成手法のことです。中央のコンピュータで、処理を並列処理可能な単位に分割し、それらをネットワークに接続されている複数のコンピュータで並列処理します。

|  |
| --- |
| 例題  グリッドコンピューティングの説明として，最も適切なものはどれか。  ア　コンピュータの存在を意識させることなく，人間がどこに移動しても利用できる。  イ　処理能力や記憶容量など，コンピュータがもつ計算資源を必要なときに必要なだけ購入する。  ウ　ネットワークを介して複数のコンピュータを結ぶことによって処理能力の高いシステムを作り出す。  エ　複数のコンピュータを相互に接続して，一つのシステムとして利用し，システムの一部のコンピュータで障害が発生した場合は，ほかのコンピュータに処理を肩代わりさせる。  ア　ユビキタスコンピューティングに関する記述です。  イ　ユーティリティコンピューティングに関する記述です。  エ　クラスタリングに関する記述です。  基本情報　平成20年度秋　問31　[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

## 3. クライアントサーバシステム

学習のポイント

✅ クライアントサーバシステムに関連する用語を覚えよう！

✅ ３層クライアントサーバシステムのことを理解しよう！

分散処理システムの代表的なものに、クライアントサーバシステムがあります。

クライアントサーバシステムは、サービスを提供する側のコンピュータ（**サーバ**）とサービスを受ける側のコンピュータ（**クライアント**）から構成されるシステムです。

代表的なサーバには、ファイルサーバ、プリンタサーバ、データベースサーバ、Webサーバ、メールサーバなどがあります。ファイルサーバは共有ファイルを管理するコンピュータで、プリンタサーバはプリンタの共有を、データベースサーバはデータベースを、WebサーバはWebファイルを、メールサーバはメールを一元管理するコンピュータです。

サーバは他のサーバのクライアントになることもあります。１つのコンピュータ上で、仮想的に複数のコンピュータを実現させる仮想化技術（サーバの仮想化）を用いれば、１台のコンピュータを複数のサーバとして扱うこともできます。省スペース化を図るためにサーバを薄い板（ブレード）状にして複数のサーバを１つの容器に収めたものを**ブレード型サーバ**と呼びます。 サーバのイメージ

クライアントは、ソフトウェアやデータなどの必要な資源を全て備えた**ファットクライアント**、必要な資源はそのつどネットワークからダウンロードする**リッチクライアント**、ソフトウェアやデータなど全ての資源をサーバ側に置く**シンクライアント**に分けることができます。セキュリティ上の観点から必要最低限の機能しかもたせないシンクライアントが近年注目を集めています。

|  |
| --- |
| 例題  クライアントサーバシステムの特徴に関する記述のうち，適切なものはどれか。  ア　クライアントとサーバのOSは，同一種類にする必要がある。  イ　サーバはデータ処理要求を出し，クライアントはその要求を処理する。  ウ　サーバは，必要に応じて処理の一部を更に別のサーバに要求するためのクライアント機能をもつことがある。  エ　サーバは，ファイルサーバやプリントサーバなど，機能ごとに別のコンピュータに分ける必要がある。  ア　クライアントやサーバに利用するマシンに対して、メーカや機種などの制約は特にありません。  イ　クライアントがデータの処理要求を出し、サーバがその要求を処理します。  エ　１つのマシンに、複数の機能をもたせることも可能です。  基本情報　平成19年度春　問31　[出題頻度：★★☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-281～283

### １）３層クライアントサーバシステム

サーバ側にデータベースを置き、データベースへのアクセス処理以外の処理をクライアント側に置くシステムを**２層クライアントサーバシステム**と呼びます。

これに対して、２層クライアントサーバシステムをさらに細分化し、プレゼンテーション層、ファンクション層（アプリケーション層）、データベース層の３つの論理的構造にしたシステムを、３層クライアントサーバシステムと呼びます。

プレゼンテーション層は、ユーザからのデータの入力や結果の表示などのユーザインタフェース部分を、ファンクション層は、入力データの分析や加工などのデータ処理部分を、データベース層はデータベースの検索や追加、更新などのデータベース管理部分を担当します。各層間の相互依存度が比較的少ないので、開発作業を層ごとに並行して行うことができます。また、データ処理手続を変更した場合にも、サーバのファンクション層を変更すればよいので、２層クライアントサーバシステムに比べてクライアントへの影響を少なくできます。なお、各層のOSは異なっていても問題はありません。

ユーザ

ユーザインタフェース部分

データ処理部分

データベース管理部分

プレゼンテーション層

ファンクション層

データベース層

データベース

クライアント

サーバ

３層クライアントサーバシステム

|  |
| --- |
| 例題  ２層構造と３層構造のクライアントサーバシステムを比較したとき，３層構造の特徴として，適切なものはどれか。  ア　アプリケーションの開発とその保守作業の作業効率は悪くなる。  イ　クライアントとサーバ間の通信量が増加しやすい。  ウ　データの処理ロジックを変更しても，クライアントモジュールへの影響を少なくできる。  エ　利用するデータベースを三つの機能層に分割するので，性能が向上する。  ３層構造は、従来のクライアントとサーバの２層構造のシステムを細分化し、プレゼンテーション層、ファンクション層、データベース層の３層を機能的に区別しています。その結果、データ処理プログラムに変更があった場合、２層構造では、全てのクライアントのプログラムを修正する必要があるのに対し、３層構造では、サーバの処理であるファンクション層を変更すればよいので、クライアントへの影響が少なくなります。  ア　機能ごとに分割しているので、開発や保守作業がほかの機能に与える影響は少ないです。そのため、作業効率はよくなります。  イ　サーバでデータ処理やデータの検索、追加、更新、削除を行うので、クライアントとサーバ間の通信量は減少します。  エ　システムを論理的に３階層に分けたシステムのことです。  初級システムアドミニストレータ　平成18年度秋　問11　[出題頻度：★★☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-284～287

### ２）ストアドプロシージャ

３層クライアントサーバシステムを採用すると、それぞれの機能を独立して開発、変更できるため、システム構築の拡張性や柔軟性が高くなります。また、クライアントとサーバ間のデータ転送量が減少し、ネットワークの負荷が軽減するなどといった効果が生じます。

なお、２層クライアントサーバシステムにおいても、データベースに対する一連の処理を１つのプログラムにまとめ、データベースサーバに保存してクライアントからの指示ですぐに実行できるようにするストアドプロシージャを使うことで、クライアントとサーバ間のデータ転送量を減少させ、ネットワークの負荷を軽減することができます。

|  |
| --- |
| 例題  クライアントサーバシステムにおいて，利用頻度の高い命令群をあらかじめサーバ上のDBMSに格納しておくことによって，クライアントサーバ間のネットワーク負荷を軽減する仕組みはどれか。  ア　２相コミットメント イ　グループコミットメント  ウ　サーバプロセスのマルチスレッド化 エ　ストアドプロシージャ  ストアドプロシージャとは、データベースに対する一連の処理を１つにまとめ、DBMS（データベース管理システム）に保存したものです。データベースを利用する場合、クライアントからデータベースシステムへ向けてSQL命令を１つずつ送ることで操作しますが、ストアドプロシージャを利用する際は、呼び出すための命令とパラメタを送るだけでよく、クライアントとサーバ間のデータの転送量が減少するため、ネットワーク負荷を低減させることができます。  基本情報　平成29年度秋　問26　[出題頻度：★★☆]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-288,289

## 4. RAID（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）

学習のポイント

✅ RAID０、RAID１、RAID５を中心に、別名や違いについて覚えよう！

複数の磁気ディスクを組み合わせ、処理速度や信頼性を向上させる仕組みを、RAIDといいます。RAIDは、**ディスクアレイ**とも呼ばれ、構成の違いにより、RAID０～６などの分類があります。

|  |  |
| --- | --- |
| 種類 | 特徴 |
| RAID０ | 複数のディスクにデータをブロック（指定した大きさ）単位に分割して書き込み、並列に読み出すことで処理速度の向上を図る仕組みです。  ストライピングとも呼ばれます。  １台のディスクが故障するとデータ全体が失われるため、信頼性は低いです。 |
| RAID１ | ２つのディスクに同時に同じ内容を書き込むことで信頼性を向上させる仕組みです。  ミラーリングとも呼ばれます。 |
| RAID２ | データに誤り訂正符号（ECC）を加えたものを複数のディスクに分割して書き込むことで信頼性を向上させる仕組みです。  ECCによりデータを復元できます。 |
| RAID３ | 複数のディスクにデータをビット単位またはバイト単位に分割して書き込むと同時に、誤り検出符号（パリティ）を専用のディスクに記録することで信頼性を向上させる仕組みです。  パリティによりデータを復元できます。 |
| RAID４ | RAID３とほぼ同様の仕組みですが、RAID３がビット又はバイト単位でストライピングを行うのに対して、RAID４はブロック単位でストライピングを行います。 |
| RAID５ | 複数のディスクに分割してデータを書き込むと同時に、誤り検出符号（パリティ）も複数のディスクに分割して記録することで信頼性を向上させる仕組みです。  Ｎ台のディスクに対し、Ｎ－１台分のデータを記録できます。 |
| RAID６ | RAID５とほぼ同様の仕組みですが、誤り検出符号（パリティ）を２重に生成して異なるディスクに記録することで信頼性を向上させる仕組みです。  RAID５では２台のディスクに障害が発生した場合は復元できませんが、RAID６では２台のディスクに障害が発生した場合でも復元できます。  Ｎ台のディスクに対し、Ｎ－２台分のデータを記録できます。 |

主なRAIDの種類と特徴

1

2

3

4

･･･

P

パリティ

P

パリティディスク

データ用ディスク

1

2

3

4

データ

RAID3, RAID4

データを分散して記録

1

2

3

4

1

2

3

4

…･

データ

RAID0（ストライピング）

1

2

3

4

･･･

パリティ

1

2

P

3

P

4

P

5

6

P

データ

RAID5

同じデータを記録

1

2

3

4

1

1

2

2

…･

3

4

3

4

データ

RAID1（ミラーリング）

RAID6

パリティ

P1

P2

データ

11

2

3

4

・・・

P1

P2

5

2

P1

P2

1

3

P1

P2

4

6

RAIDの種類

|  |
| --- |
| 例題  RAIDにおいて，信頼性向上ではなく，性能向上だけを目的としたものはどれか。  ア　RAID０ イ　RAID１ ウ　RAID３ エ　RAID５  RAID０は、複数のディスクに分割してデータを書き込み、並列に読み出すことで処理速度の向上を図る仕組みで、ストライピングとも呼ばれます。１台のディスクが故障するとデータ全体が失われるため、信頼性は劣ります。  ITサービスマネージャ　平成23年度秋Ⅱ　問5　[出題頻度：★★★]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-290～297

## 5. SAN（Storage Area Network：サン）

サーバやLANを介さずに、複数のコンピュータが１つの記憶装置を共有する場合に、磁気ディスク装置や磁気テープ装置などの補助記憶装置（ストレージ）とコンピュータを結ぶ、高速な専用ネットワークが必要です。このネットワークのことを、SANといいます。

ネットワークの構築には、一般に**ファイバチャネル**（Fibre Channel）と呼ばれる大容量のネットワークプロトコルを用います。

|  |
| --- |
| 例題  磁気ディスク装置や磁気テープ装置などのストレージ（補助記憶装置）を，通常のLANとは別の高速な専用ネットワークで構成する方式はどれか。  ア　DAFS イ　DAS ウ　NAS エ　SAN  コンピュータシステムで使用されるストレージ（補助記憶装置）の構成方式は、装備される場所や接続方法の違いで、SAN（Storage Area Network）、DAS（Direct Attached Storage）、NAS（Network Attached Storage）の３つに大別されます。  ア　DAFS（Direct Access File System）とは、NAS形態で高速アクセスを可能にしたものであり、プラットフォーム（コンピュータの基礎となるOSやハードウェア）が異なるコンピュータ間でも、ファイル共有が容易に行えます。  イ　DASとは、サーバとストレージ（外部記憶装置）を１対１で接続したものです。  ウ　NASとは、LANに直接接続されるストレージであり、ファイルサーバとして利用されます。従来のファイルサーバは汎用的なサーバ機やPCを利用してファイルの共有を行うのに対し、NASは、ファイル共有に特化した専用のサーバです。  システムアーキテクト　平成25年度秋Ⅱ　問23　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

## 6. NAS（Network Attached Storage：ナス）

学習のポイント

✅ 例題を解くことができるように用語を覚えておこう！

NASとは、既存のネットワークに接続することにより、すぐに使用可能になる記憶装置のことです。従来のファイルサーバと用途は基本的には同じですが、専用機としたことで、より簡単に高速なファイルサービスを提供できるようになりました。また、サーバごとに専用の磁気ディスクを接続する場合に発生していた空き領域を、システム全体で有効に活用できるという利点もあります。ネットワークプロトコルにSANがファイバチャネルを用いているのに対し、NASはTCP/IPを用いているため、プラットフォーム（コンピュータの基礎となるOSやハードウェア）が異なるコンピュータ間でも、ファイル共有が可能です。

|  |
| --- |
| 例題  NAS（Network Attached Storage）の構成図として適切なものはどれか。ここで，図の　　　　はストレージの管理専用のファイルシステムを，二重線はストレージアクセス用のプロトコルを使用する専用ネットワークを意味するものとする。  PC  PC  PC  LAN  …  ストレージ  PC  PC  PC  LAN  …  ストレージ  PC  PC  PC  LAN  …  ストレージ  PC  PC  PC  LAN  …  ストレージ  ア イ  ウ エ  NASは、既存のネットワークに接続することで、すぐに使用可能になる補助記憶装置のことです。  なお、選択肢イは、ファイバチャネルと呼ばれる大容量のネットワークプロトコルを用いた高速な専用ネットワークを使って、複数のコンピュータが１つの補助記憶装置を共有するSANの構成図です。  基本情報　平成22年度秋　問15　[出題頻度：★☆☆]  解答－エ |

## 7. 信頼性設計

学習のポイント

✅ 例題を解くことができるように用語を覚えておこう！

### １）フォールトトレランス（対故障性）

コンピュータを構成する個々の部品の信頼性を高めることで、システム全体に故障が起きないようにする技術を、**フォールトアボイダンス**と呼びます。しかし、個々の部品の信頼性を高めることには限界があります。そのため、複数のコンピュータを組み合わせることで、一部に障害が発生しても全体としては処理が続行できるようにし、システム全体の信頼性を高める方法が考えられました。このようなシステムを**フォールトトレラントシステム**と呼びます。具体的には、デュアルシステムやデュプレックスシステムがこれに該当します。

|  |
| --- |
| 例題  フォールトトレラントシステムの説明として，適切なものはどれか。  ア　システムが部分的に故障しても，システム全体としては必要な機能を維持するシステム  イ　地域的な災害などの発生に備えて，遠隔地に予備を用意しておくシステム  ウ　複数のプロセッサがネットワークを介して接続され，資源を共有するシステム  エ　複数のプロセッサで一つのトランザクションを並行して処理し，結果を照合するシステム  フォールトトレラントシステムとは、システムの一部に何らかの障害が発生した場合でも、システムを停止せずに継続処理できるようにしたシステムです。一般的なフォールトトレラントシステムの例としては、電源ユニット、ハードディスクなど、障害が発生するとシステムの運用に重大な支障をきたす可能性が高い構成機器を二重化しておくことや、ハードディスクやメモリのエラーなどを検出し、エラー訂正技術などによって自動的にこれを訂正する機能を組み込む、などがあります。  基本情報　平成25年度春　問14　[出題頻度：★★☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-298,299

### ２）フェールセーフとフェールソフト

信頼性の高いシステムを設計する考え方には、フェールセーフ、フェールソフト、フールプルーフの３つがあります。

フェールセーフとは、障害が発生した場合に安全な方向にシステムを動作させる考え方です。例えば、信号機システムが故障した場合に、未然に事故を防ぐため全ての信号を赤にする考え方がこれに当たります。

フェールソフトとは、障害が発生した場合に、いくつかの機能を犠牲にしても主要な機能を維持してシステムの運転を継続させる考え方です。例えば、病院が停電した場合に、照明などは最小限にしても、生命維持装置などの治療機器の電源は確保する考え方がこれに当たります。**フォールバック**（**縮退運転**）とも呼ばれます。

**フールプルーフ**とは、操作する人間の誤りがシステムに影響を与えないようにシステムを設計する考え方です。例えば、入力データを自動的にチェックし、誤りがあれば再入力をシステムが指示する考え方がこれに当たります。

|  |
| --- |
| 例題  故障，誤動作が発生した場合，システムが安全な方向に動作するものはどれか。  ア　フールプルーフシステム イ　フェールセーフシステム  ウ　フェールソフトシステム エ　フォールバックシステム  ア　フールプルーフシステムは、意図しない使われ方をしても故障しないように設計されたシステムです。  ウ　フェールソフトシステムは、障害が発生した場合でも全面停止とはせず、必要最低限の機能を維持するように設計されたシステムです。  エ　フォールバックシステムは、障害が発生した場合には障害箇所を切り離し、性能は低下しても運転を継続する（縮退運転）ように設計されたシステムです。  初級システムアドミニストレータ　平成15年度春　問16　[出題頻度：★★★]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-300～303

### ３）障害発生時の対応

システムの信頼性を向上させるためにも、万一障害が発生して稼働不能となった際の対応として、バックアップセンタを設けることが一般的です。バックアップセンタは、その運営方法の違いにより、ホットサイト（ホットスタンバイ）、ウォームサイト（ウォームスタンバイ）、コールドサイト（コールドスタンバイ）の３種類に分類されます。

#### ①ホットサイト

待機系サイトとして稼働させておき、ネットワークを介して常時データやプログラムの更新を行い、障害発生時に速やかに業務を再開します。最も短時間で復旧が可能です。

#### ②ウォームサイト

予備のサイトにハードウェアを用意して、定期的にデータやプログラムを搬入して保管しておき、障害発生時にはこれら保管物を活用してシステムを復元し、業務を再開します。

#### ③コールドサイト

予備のサイトをあらかじめ確保しておいて、障害発生時には必要なハードウェア、データやプログラムを持ち込み、業務を再開します。復旧までに最も時間の要する方式です。

|  |
| --- |
| 例題  ホットサイト方式の説明として，適切なものはどれか。  ア　遠隔地にバックアップデータを保管する方式  イ　遠隔地にバックアップに必要な施設を準備し，現在利用しているものと同じシステムを導入しておく方式  ウ　遠隔地にバックアップ用機器の設置場所を確保しておき，被災時に必要な機器を搬入し，代替する方式  エ　バックアップをビジネスとしている企業に，被災時の代替処理を委託する方式  ア　バックアップサイトに関する記述です。  ウ　コールドサイトに関する記述です。  エ　ディザスタリカバリセンタサービスに関する記述です。  初級システムアドミニストレータ　平成19年度春　問53　[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-304

# 2. システムの評価指標

## 1. システムの性能特性と評価

学習のポイント

✅ 出題パターンが多い項目！演習ドリルの問題もしっかり解いて知識を身につけよう！

### １）システムの性能指標

#### ①レスポンスタイム（応答時間）とスループット

システムの性能は、一般にレスポンスタイムや、スループット（単位時間当たりの仕事量）によって評価されます。

レスポンスタイムとは、システムに処理の実行を指示してから最初の結果が返ってくるまでの時間のことで、短いことが要求されます。これに対して、システムに仕事を依頼してから完全な結果が出るまでの時間を、**ターンアラウンドタイム**と呼びます。なお、ターンアラウンドタイムから、CPU時間と入出力時間を差し引いた時間が、処理待ち時間です。

ターンアラウンドタイム

応答時間

（レスポンスタイム）

(依頼開始)

仕事の依頼

応答開始

(依頼終了)

実行の指示

(仕事の終了)

応答終了

応答時間とターンアラウンドタイム

|  |
| --- |
| 例題  システムが単位時間内にジョブを処理する能力の評価尺度はどれか。  ア　MIPS値 イ　応答時間  ウ　スループット エ　ターンアラウンドタイム  ア　MIPS値とは、CPUが１秒間で実行可能な命令の数を百万単位で表したもので、一般的なCPUの性能尺度として用いられています。  イ　応答時間とは、システムに処理の実行を指示してから処理結果の出力が始まるまでの時間です。  エ　ターンアラウンドタイムとは、システムに仕事（ジョブ）の依頼を開始し、処理結果の出力が終了するまでの時間です。  基本情報　平成28年度春　問13　[出題頻度：★★★]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-305～311

#### ②ベンチマーク

システムの処理性能や価格性能比などを評価する方法にベンチマークがあります。具体的には、基準となるプログラムやデータを用意して、これを対象となるシステムで実行し、処理が完了するまでの時間によって評価します。基準とするプログラムやデータは、可能であれば比較対象となるシステムで実際に使用しているものがよいとされます。

現在ベンチマークに使われている指標には、OLTP（On-Line Transaction Processing：オンライントランザクション処理）システム全体の性能を評価するTPC-C、Webサーバ用のTPC-Wやその後継であるTPC-App、意思決定支援システムの性能を評価するTPC-H、整数演算処理速度を計測することでCPUの性能を評価するDhrystoneなどがあります。

また、整数演算の性能を評価するSPECint、浮動小数点演算の性能を評価するSPECfp、連立一次方程式を使用してCPUの処理速度を計測するLinpackなどの性能指標が用いられることもあります。

|  |
| --- |
| 例題  ベンチマークテストの説明として，適切なものはどれか。  ア　監視・計測用のプログラムによってシステムの稼働状態や資源の状況を測定し，システム構成や応答性能のデータを得る。  イ　使用目的に合わせて選定した標準的なプログラムを実行させ，システムの処理性能を測定する。  ウ　将来の予測を含めて評価する場合などに，モデルを作成して模擬的に実験するプログラムでシステムの性能を評価する。  エ　プログラムを実際には実行せずに，机上でシステムの処理を解析して，個々の命令の出現回数や実行回数の予測値から処理時間を推定し，性能を評価する。  ベンチマークテストとは、基準となるプログラムやデータを用意して、これをテスト対象のシステムで実行し、処理が完了するまでの時間などで性能を評価する方法です。  ア　ソフトウェアモニタリングに関する記述です。  ウ　シミュレーションに関する記述です。  エ　解析的性能評価技法に関する記述です。  基本情報　平成29年度春　問13[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-312,313

#### ③モニタリング

システムの動作状況や稼働状態を観測・測定することを、モニタリングといいます。

実際に測定機器を取りつけて、CPUやディスク、ネットワークの動作状況などを計測するハードウェアモニタリングと、監視・計測用のプログラムによってシステムの稼働状態や資源の状況を測定するソフトウェアモニタリングがあります。

|  |
| --- |
| 例題  コンピュータシステムの性能評価法の一つであるモニタリングの説明として，適切なものはどれか。  ア　各プログラムの実行状態や資源の利用状況を測定し，システムの構成や応答性能を改善するためのデータを得る。  イ　システムの各構成要素に関するカタログ性能データを収集し，それらのデータからシステム全体の性能を算出する。  ウ　典型的なプログラムを実行し，入出力や制御プログラムを含めたシステムの総合的な処理性能を測定する。  [エ](https://www.ap-siken.com/kakomon/29_haru/q14.html#ans)命令を分類し，それぞれの使用頻度を重みとした加重平均によって全命令の平均実行速度を求める。  イ　カタログ性能評価の説明です。  ウ　ベンチマークの説明です。  エ　命令ミックスの説明です。  応用情報　平成29年度春　問14[出題頻度：★☆☆]  解答－ア |

別冊演習ドリル 》 1-314

### ２）キャパシティプランニング

キャパシティプランニングとは、処理速度や処理量、拡張性などシステムの要求に合わせて、コンピュータ資源を最適に配分することです。具体的には、既存システムの能力を基準に、業務負荷予測から将来必要となるシステムの能力を予測し、必要となるシステム資源の種類と導入時期を計画するキャパシティ計画と、計画に基づいて資源を導入する実装や、ハードウェア資源の使用率やレスポンスタイムなどを測定し必要な情報を収集するモニタリング活動などの作業で構成されています。

システム資源の不足によるトラブルの発生を未然に防ぐためにも、適切なキャパシティプランニングは重要です。

#### ①スケールアップとスケールアウト

サーバの処理能力を向上させる方法にスケールアップとスケールアウトがあります。

スケールアップは、サーバのCPUを高性能なものに交換することによって、サーバ当たりの処理能力を向上させることです。

これに対して、スケールアウトは、サーバの台数を増やして負荷分散することによって、サーバ群としての処理能力を向上させることです。そのため、並列処理による負荷分散が困難なシステムにはスケールアウトは不向きです。

#### ②プロビジョニング

プロビジョニングは、利用者の要求に応じてシステム資源を割り当てる行為です。

ストレージ技術におけるプロビジョニングに、利用者の要求に対して仮想ボリュームを提供し、物理ディスクは実際の使用量に応じて割り当てることで、物理的な容量よりも多くの割当を可能にする方法があります。

|  |
| --- |
| 例題  キャパシティプランニングで行うことはどれか。  ア　コンピュータシステムで，操作ミスや設計上の不具合などによる障害が発生することをあらかじめ想定し，被害が最小限になるように対策を検討する。  イ　コンピュータシステムに効率よく投資するために，性能，経済性及び拡張性を考えてシステムの構成を決定する。  ウ　コンピュータシステムのデータを適切に保護する観点から，誰にデータのアクセスを許可するか，データを暗号化して格納するか否かなどを決める。  エ　コンピュータシステムを複数台の機器で構成し，機器のうちの１台が故障しても処理を続行したままで修理や故障した機器の交換ができるようにする。  ア　システムの信頼性を高めるための対策に関する記述です。  ウ　システムの機密性を高めるための対策に関する記述です。  エ　システムの可用性を高めるための対策に関する記述です。  応用情報　平成26年度春　問13[出題頻度：★★★]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-315～322

## 2. システムの信頼性特性と評価

学習のポイント

✅ 用語の意味を覚えよう！

✅ 稼働率の計算ができるようになろう！

### １）RASIS（ラシス、レイシス）

システムの信頼性を表す言葉に**RASIS**があります。これは、信頼性（Reliability）、可用性（Availability）、保守性（Serviceability）、保全性（Integrity）、機密性（Security）の頭文字を取った用語です。

**信頼性**は、システムを構成するハードウェアやソフトウェアが、エラーや故障を起こさずに正常な処理ができることを意味します。

**可用性**は、システムが正常に使用できること、つまり、システムが正しく機能していることを意味します。

**保守性**は、システムに故障が発生した場合にどれだけ容易に正常な状態に復旧できるかを意味します。

**保全性**（完全性）は、データの内容や、データ項目間の正当性や整合性を保つことを意味します。

**機密性**は、システムで保有する情報などを部外者からの故意、過失による破壊から守ると同時に、プライバシなどの機密情報を保護することを意味します。

|  |
| --- |
| 例題  RASISに関する記述のうち，可用性（アベイラビリティ）を説明したものはどれか。  ア　コンピュータシステムにおける問題の判別，診断，修理などを効果的に行う。  イ　コンピュータシステムの修理時間の平均を求める。  ウ　コンピュータシステムを必要に応じていつでも使用できる状態に維持する。  エ　不正なアクセスによって，コンピュータシステムが破壊されたり，データを盗まれたりしないように，防止策を考える。  ア、イ　保守性に関する記述です。  エ　機密性に関する記述です。  初級システムアドミニストレータ　平成20年度春　問15[出題頻度：★☆☆]  解答－ウ |

別冊演習ドリル 》 1-323

### ２）信頼性指標と信頼性計算

#### ①MTBF（平均故障間隔）とMTTR（平均修理時間）と稼働率

システムの信頼性を評価する項目に、MTBFとMTTRと稼働率があります。

MTBF（Mean Time Between Failure）は、故障が復旧してから次の故障が発生するまでの時間の平均を意味し、稼働時間の合計を故障回数で割って求めます。MTBFの値が大きいほど信頼性は高くなります。

MTBF ＝ 稼働時間の合計 ÷ 故障回数

また、このMTBFの逆数を故障発生率（故障率）と呼びます。

故障発生率 ＝１÷ MTBF

なお、予防保守を実施すると、障害が発生しにくくなり、MTBFを長くすることができます。

MTTR（Mean Time To Repair）は、故障が発生してから再び正常な状態に戻るまでの時間の平均を意味し、修理時間の合計を故障回数で割って求めます。MTTRの値が小さいほど保守性は高くなります。

MTTR ＝ 修理時間の合計 ÷ 故障回数

なお、遠隔保守を実施すると、保守要員が障害発生場所まで移動する時間が省かれるので、MTTRを短くすることができます。また、分散しているシステムでは、保守センタを１か所集中から分散配置に変えることにより、保守作業に迅速に対応できるようになるので、MTTRを短くすることができます。

**稼働率**は、正常に稼働している時間の割合を意味し、MTBFとMTTRから次のように計算して求めます。稼働率の値が大きいほど可用性は高くなります。

稼働率 ＝ MTBF ÷（MTBF ＋ MTTR）

＝（MTBF × 故障回数）÷｛（MTBF ＋ MTTR）× 故障回数 ｝

＝ 稼働時間 ÷ 全運転時間

|  |
| --- |
| 例題  ある装置の100日間の障害記録を調査したところ，障害が４回発生し，それぞれの故障時間は，60分，180分，140分及び220分であった。この装置の稼働率はどれか。ここで，この装置の毎日の稼働時間は10時間とする。  ア　0.96 イ　0.97 ウ　0.98 エ　0.99  全運転時間（分）：100日×10時間×60分＝60,000分  故障時間（分）：60分＋180分＋140分＋220分＝600分  稼働時間（分）：60,000分－600分＝59,400分  平均故障間隔（MTBF）：59,400分÷４＝14,850分  平均修理時間（MTTR）：600分÷４＝150分  稼働率：MTBF÷(MTBF＋MTTR)＝14,850分÷(14,850分＋150分)＝0.99  初級システムアドミニストレータ　平成13年度春　問13[出題頻度：★★★]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-324～330

#### ②複合システムの稼働率

複数の装置から構成されるシステムでは、それぞれの装置の稼働率（Ａi）からシステム全体の稼働率を求めます。システムを構成する全ての装置が稼働している場合だけ全体が稼働するシステムを直列システム、構成する装置の１つでも稼働していれば全体が稼働するシステムを並列システムと呼びます。それぞれの稼働率は、次の算式で求めます。

直列システムの稼働率 ＝ Ａ１×Ａ２×Ａ３×…×Ａn

サブシステム１

（稼働率：Ａ１）

サブシステム２

（稼働率：Ａ２）

サブシステムｎ

（稼働率：Ａｎ）

直列システムの構成

並列システムの稼働率 ＝ １－構成する装置が同時に故障する確率

＝ １－(１－Ａ１)×(１－Ａ２)×…×(１－Ａｎ)

サブシステム１

（稼働率：Ａ１）

サブシステムｎ

（稼働率：Ａｎ）

サブシステム２

（稼働率：Ａ２）

⋮

並列システムの構成

また、直列システムの場合、システム全体の故障率はシステムを構成する個々の装置の故障率の和になります。

|  |
| --- |
| 例題  システム全体の稼働率が(１－(１－Ａ)２)２で表されるシステム構成図はどれか。ここで，構成要素Ｘは稼働率がＡの処理装置とする。また，並列に接続されている部分は，どちらかの装置が稼働していればよく，直列に接続されている部分は両方の装置が稼働していなければならない。  ア イ ウ エ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  ①  ②  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  ①  ②  Ｘ  Ｘ  Ｘ  Ｘ  ①  ②  選択肢に示された各システム構成図の意味は次のとおりです。  ア　２台の並列 イ　アのシステムが ウ　直列システムが エ　アのシステムが  並列に接続 並列に接続 直列に接続  ア　１－(１－Ａ)(１－Ａ)＝１－(１－Ａ)２  イ　１－(１－(１－(１－Ａ)２)) (１－(１－(１－Ａ)２))＝１－(１－(１－(１－Ａ)２)) ２  ②  ①  ウ　１－(１－Ａ×Ａ) (１－Ａ×Ａ)＝１－(１－Ａ２) (１－Ａ２)＝１－(１－Ａ２)２  ②  エ　(１－(１－Ａ)２) (１－(１－Ａ)２)＝(１－(１－Ａ)２)２  ②  ①  したがって、解答はエとなります。  基本情報　平成17年度春　問34[出題頻度：★★★]  解答－エ |

別冊演習ドリル 》 1-331～343

#### ③バスタブ曲線

システム導入後、時間の経過とともに故障率は変化します。この、時間と故障率の関係をグラフに表すと、浴槽（バスタブ）形の曲線となることから、これをバスタブ曲線（故障率曲線）と呼びます。

偶発故障期間

摩耗故障期間

初期故障期間

故障率

時間

バスタブ曲線

システム導入時の、初期故障が発生する期間を初期故障期間と呼び、時間の経過とともに運用が安定するにしたがって故障率は減少します。

システムの安定期に入り、偶発的な操作ミスなどを除き故障が発生しない期間を偶発故障期間と呼び、期間内の故障率はほぼ一定になります。この時期の稼働率がシステム本来の信頼性を表します。

システムを構成する機器の耐用年数の経過などによって故障が発生する期間を磨耗故障期間と呼び、時間の経過とともに劣化が進み、故障率は増加します。システム全体の見直しが必要となる期間です。

|  |
| --- |
| 例題  あるハードウェア製品の故障率は時間とともに変化して，図のようなバスタブ曲線となった。この製品の偶発故障期間は約何年か。  ０  １  ７  10  故障率  時間（年）  ア　３ イ　６ ウ　７ エ　10  バスタブ曲線は、ハードウェアの導入からの経過時間と故障率との関係を表したグラフです。  初期故障期間  偶発故障期間  摩耗故障期間  時間  故障率  ソフトウェア開発　平成14年度春　問38[出題頻度：★★☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-344～346

## 3. システムの経済性

学習のポイント

✅ 初期コスト、運用コスト、TCOの用語の意味を覚えよう！

システムの経済性を評価する場合には、システムの導入に伴って発生する**初期コスト**（**イニシャルコスト**）と、通常の業務を行ううえで発生する**運用コスト**（**ランニングコスト**）の双方を正しく把握することが必要です。

なお、システムの導入、維持、運用管理にかかる総費用のことを**TCO**（Total Cost of Ownership）と呼びます。これにはコンピュータ機器の購入費をはじめ、運用中にかかる修理費や消耗品費、利用者の教育費なども含まれます。

|  |
| --- |
| 例題  システムの費用を表すTCO（総所有費用）の意味として，適切なものはどれか。  ア　業務システムの開発に関わる費用の総額  イ　システム導入から運用及び維持・管理までを含めた費用の総額  ウ　システム導入時の費用の総額  エ　通信・ネットワークに関わるシステムの運用費用の総額  TCOとは、コンピュータのハードウェアやソフトウェアの初期導入費、日々の運用、管理の総コストのことです。エンドユーザによるインストール、操作方法の教育、トラブル対応などの人件費も含まれます。システムに投資する際に、最終的なコストを計算するために用いられます。  ア、ウ　初期コスト（イニシャルコスト）に関する記述です。  エ　運用コスト（ランニングコスト）に関する記述です。  基本情報　平成27年度春　問58[出題頻度：★☆☆]  解答－イ |

別冊演習ドリル 》 1-347,348