

次の問 4～問 11 については 4 問を選択し、答案用紙の選択欄の問題番号を○印で囲んで解答してください。

なお、5 問以上○印で囲んだ場合は、はじめの 4 問について採点します。

問 4 Web システムの機能向上に関する次の記述を読んで、設問 1～4 に答えよ。

医薬品商社である X 社は、顧客に医薬品の最新情報を提供することを目的として、Web サイトを開設している。図 1 に現在の Web サイトのシステム構成を示す。

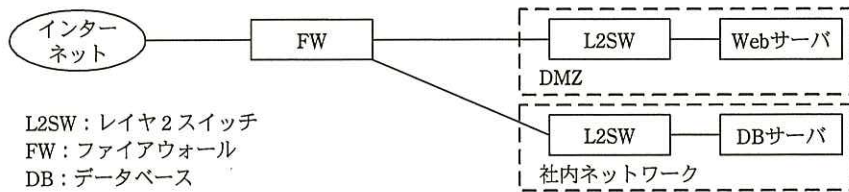


図 1 現在の Web サイトのシステム構成

[現在のシステム構成及びアクセス件数]

- ・ Web サーバは、クライアントからのアクセスとその検索要求に応じて、社内ネットワークの DB サーバ上のデータベースを検索し、必要な医薬品の情報をクライアントに返す。
- ・ 検索の多くは、医薬品の名称や記号から、その成分や効能を調べる内容である。Web サーバは、DB サーバで管理されている医薬品や成分、効能を表すコードを、顧客が理解しやすいように、図やグラフに変換して表示する。DB サーバの検索処理時間は、Web サーバの表示処理時間に比べて極めて短い。
- ・ Web サイトの通常のアクセス件数は、平均毎秒 16 件である。ただし、特定疾病の流行などによって急増し、通常の 100 倍以上のアクセスが発生する場合がある。

[医薬品共同 Web サイトの構築]

X 社は、他の医薬品商社と連携して医薬品の情報を提供することになり、各社の Web サイトを X 社の Web サイトに統合し、医薬品共同 Web サイト（以下、共同サイトという）として運営することになった。共同サイトの要件は、次のとおりである。

- ・ アクセス件数を、X 社単独時の 4 倍と想定する。
- ・ アクセス時の応答時間は、ネットワークの伝送時間を除き、65 ミリ秒以下とする。
- ・ アクセス急増時には“アクセスが集中しておりますので、後ほど閲覧してください。”と表示する。
- ・ 24 時間連続稼働を実現する。

〔共同サイトのシステム構成案〕

X 社システム部の Y 部長は、部内の Web 担当者 Z 君に共同サイトの構成案作成を指示し、後日 Z 君から図 2 に示す構成案が提出された。

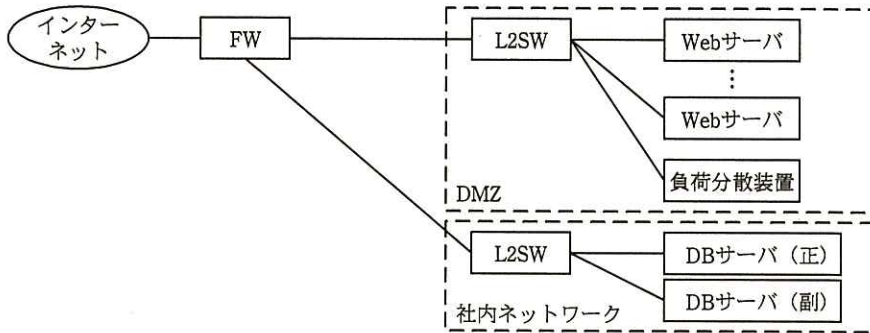


図 2 共同サイトの構成案

- ・ Web サーバは、現在と同じ処理能力の機器を利用し、共同サイトの要件を満たすために必要な台数を設置する。
- ・ 負荷分散装置が、インターネットからのアクセス要求を監視し、各 Web サーバの状況に基づいて、いずれかの Web サーバに振り分ける。
- ・ 2 台の DB サーバは、クラスタ構成とする。

〔現在の Web サイトの処理能力〕

Z 君は、共同サイトの構成案を決定するために、現在の Web サイトの処理能力や稼働率の調査を開始した。現在の Web サイトでは、ネットワークの伝送時間を除くと、1 件当たりのアクセス処理時間は、平均 50 ミリ秒である。

さらに、現在の Web サイトの処理能力を数値化して評価するために、アクセスに対するサイトの応答時間を、窓口が一つの M/M/1 待ち行列モデルを適用し、計算することにした。待ち行列モデルの適用については、平均到着率を単位時間当たりのアクセス件数に、平均サービス時間をアクセス処理時間に読み替える。利用率はアクセス件数とアクセス処理時間を乗じた値となる。Z 君は、現在のシステムの利用率、待ち時間、応答時間は、それぞれ 0.8、200 ミリ秒、250 ミリ秒であると計算した。

〔共同サイトの処理能力〕

Z 君は、共同サイトのシステム処理能力を数値化して評価することにした。そこで、複数窓口の待ち行列モデルである M/M/s 待ち行列モデルを適用して、共同サイトの利用率と応答時間を計算し、設置が必要な Web サーバの台数を決定することにした。M/M/s 待ち行列モデルの利用率と待ち時間比率の関係（図 3）と次の式を利用して、必要なサーバ台数を求めることができる。

- ・利用率＝アクセス件数×アクセス処理時間／サーバ台数
- ・待ち時間比率＝待ち時間／アクセス処理時間
- ・応答時間＝待ち時間＋アクセス処理時間

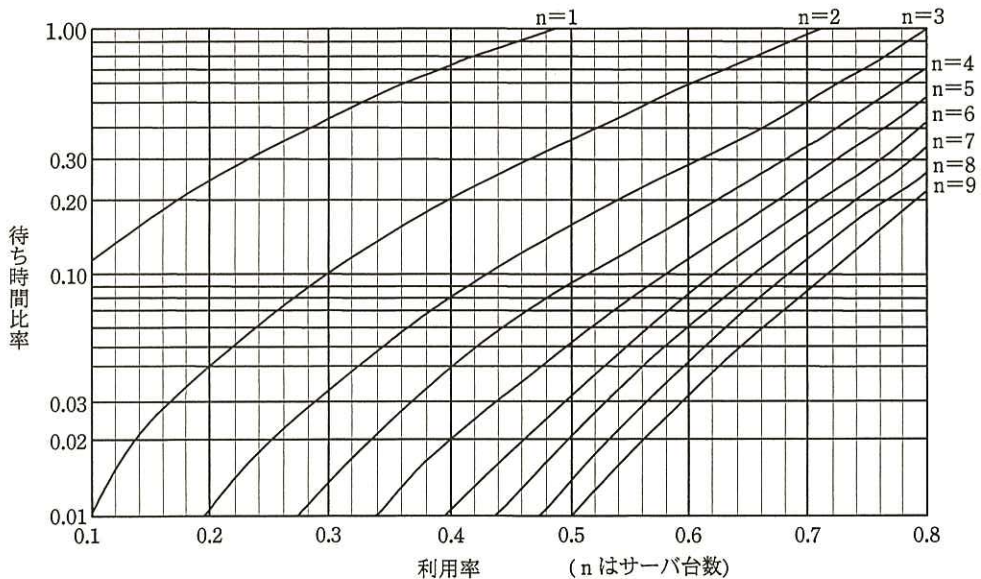


図 3 利用率と待ち時間比率の関係

〔処理能力の計算〕

(1) M/M/s 待ち行列モデルでの計算方法を確認する。現在のシステム構成及びアクセス件数のままで、Web サーバを 1 台追加したとすると、次のように計算できる。

- ・利用率は となるので、図 3 のサーバ台数が 2 (n=2) の曲線と利用率との交点から待ち時間比率が分かる。
- ・アクセス処理時間が 50 ミリ秒であることから、待ち時間はおおよそ ミリ秒で、応答時間は ミリ秒である。

(2) 次に、共同サイトに必要なサーバ台数を決定する。

- ・サーバ台数を n とすると、利用率は、式 \boxed{d} で計算できる。サーバ台数が 2, 3, 4, 5, 6, …のときの利用率をあらかじめ計算しておく。
- ・応答時間は共同サイトの要件に従うので、待ち時間は \boxed{e} ミリ秒以下になり、これらによって待ち時間比率の目標値が分かる。

Z 君は、以上の結果を Y 部長に報告した。

[共同サイトのシステム構成の見直し]

Y 部長は、共同サイトの構成案と必要サーバ台数の報告内容を確認した後、構成案にアクセス急増時の対応が必要と判断し、Z 君に修正案の作成を指示した。

Z 君は、負荷分散装置に、振分け先の全てのサーバが稼働しても処理が不能と判断した場合、振分けを中止し、全てのアクセスを特定の 1 台のサーバに接続させる機能があることを確認した。Z 君は、この機能を利用することによって、構成案に①アクセス急増時専用の対策用サーバを追加し、アクセス急増時には全てのアクセスをこのサーバに接続することにした。Z 君は修正案を作成し、Y 部長に提出した。

設問 1 現在の Web サイトの稼働率と、Web サーバの台数を n としたときの共同サイトの構成案の稼働率を、それぞれ解答群の中から選び、記号で答えよ。なお、FW 及び各サーバの稼働率を p とし、L2SW、負荷分散装置及び他のネットワーク機器の稼働率は 1 とする。

解答群

ア p^3

イ p^4

ウ $(1-p^2)^2$

エ $1-(1-p^n)^2$

オ $p(1-(1-p)^n)(1-(1-p)^2)$

カ $(1-p)(1-p^n)(1-p^2)$

設問 2 [処理能力の計算] について、(1), (2)に答えよ。

- (1) 本文中の \boxed{a} ~ \boxed{e} に入れる適切な数式又は数値を答えよ。
- (2) 図 3 を利用して、共同サイトの要件を満たすために必要な Web サーバの最少台数を答えよ。

設問 3 [共同サイトのシステム構成の見直し] について、本文中の下線①の対策用サーバの主な役割を 15 字以内で述べよ。

設問4 負荷分散装置が備える機能のうち、〔医薬品共同 Web サイトの構築〕に挙げた要件を満たすのに直接的に寄与するものを、解答群の中から二つ選び、記号で答えよ。

解答群

- ア アクセス処理を停止しないで Web サーバの増設、保守、修理を可能にする機能
- イ 関連のあるアクセスを同じ Web サーバに振り分ける機能
- ウ クライアントからのアクセスを接続回数が最も少ない Web サーバに振り分ける機能
- エ 故障している Web サーバを振分けの対象から除外する機能