

# サーバサイドスクリプト環境を用いた WWW支援教育訓練システム

青森職業能力開発短期大学校 二瓶 裕之

WWW assisted instruction with the use of server side scripting

Hiroyuki NIHEI

**要約** 本論文では、WWW (World Wide Web) 支援教育訓練システムの運用ならびに設計技術を報告する。このシステムではサーバサイドスクリプト環境を用いた。これにより、クライアントの環境に依存しないオープンなシステムを構築できた。また、多くの職業能力開発短期大学校においても、同様のシステムを構築できることを報告する。更に、本論文では、このWWWサーバのアクセスログ数を報告する。ここでは、WWWサーバの運用に関する議論を展開する。最後に、WWWサーバにかかる負荷の時間変化を報告する。ここでは、WWWサーバのスペックに関する議論を展開する。これらの報告は、WWWサーバの運用とスペックの設計に対して重要な指針を与える。

## I はじめに

従来、教育訓練システムの開発においては、スタンダードなPC (Personal Computer) の利用が目されていた。職業能力開発施設からも、この従来型教育訓練システムに関する実践結果が数多く報告<sup>(1)</sup>されている。

これらのシステムの多くは、校内等の空間的に制限された範囲内において利用されている。一方、近年においては、C/S (Client/Server) システムやWWW (World Wide Web) システム等を、教育訓練システムに導入する例が多くなっている。<sup>(2)</sup> このWWWシステムは、ユーザから空間的かつ時間的制限を取り除く利点<sup>(3)</sup>を持つ。

また、このWWWシステムの導入により、教育訓練システムは遠隔教育の新たな方向性を示しはじめていく。特に最近では、WWW支援教育訓練システムに関する実践結果も報告<sup>(4)</sup>され始めている。

これらのWWW支援教育訓練システムのクライアントにはブラウザが必要とされる。このブラウザは、種

々のソフトウェア関連会社より提供されている。これらのブラウザの中には、スクリプトをクライアントにおいて処理できない種類もある。青森短大校 (青森職業能力開発短期大学校) でも、種々のブラウザが使用され、この問題を解決することが求められている。

最近、Microsoft社より、サーバサイドスクリプト環境<sup>(5)</sup>が提供された。この環境では、クライアントに依存せずに動的なデータ送信ができる。このサーバサイドスクリプト環境をWWW支援教育訓練システムに利用した結果は、職業能力開発施設においては二瓶が初めて報告<sup>(6)</sup>した。これは、全国的にも新しい試みの1つとして考えられる。

この二瓶の報告では、WWW支援教育訓練システムの実践結果が報告された。ここでは、主に、システムを構成するコンテンツが紹介された。しかしながら、サーバサイドスクリプト環境の詳細なシステム構成ならびにサーバの負荷解析等は報告されていない。

本報告では、まず、青森短大校情報工学応用第二実験室のWWWシステムの構成を紹介する。このWWWシステムは、サーバサイドスクリプト環境を実現して

いる。次に、本実験室に設置したWWWサーバのアクセスログ数を報告する。ここでは、WWWサーバの運用に関する議論を展開する。最後に、WWWサーバにかかる負荷の時間変化を報告する。ここでは、WWWサーバのスペックに関する議論を展開する。これらの報告は、WWWサーバの運用とスペックの設計に対して重要な指針を与える。

## II システム構成

図1には、青森短大校内LAN（青森職業能力開発短期大学校内Local Area Net Work）のネットワーク構成を示した。ここで、ワークステーション室では専門課程の実習が行われている。また、サーバ室にはWWWサーバを含む種々のサーバ群が配置されている。このWWWサーバでは、青森短大校のホームページを試験的に公開している。更に、この青森短大校内LANには各ゼミ室内のPCが接続されている。ここで、著者は図中の情報工学応用第二実験室をゼミ室として利用している。

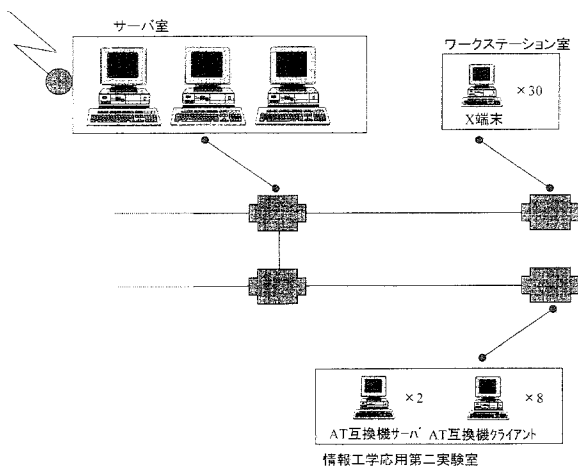


図1 青森短大校内LANのネットワーク構成

図2には、情報工学応用第二実験室のネットワーク構成を示した。まず、このネットワークにおいては、NetBEUIとTCP-IPとのプロトコルを主に利用している。ここで、青森短大校内におけるMS-Networkへのアクセスには前者のプロトコルが使用される。これ以外へのアクセスには後者のプロトコルが使用される。更に、現在、PPTPによるMS-Networkへのアクセスも検討している。

この実験室内のネットワークには、10台の端末をスイッチングハブに接続した。これら10台の端末の内、2台をサーバとして、8台をクライアントとして使用

している。

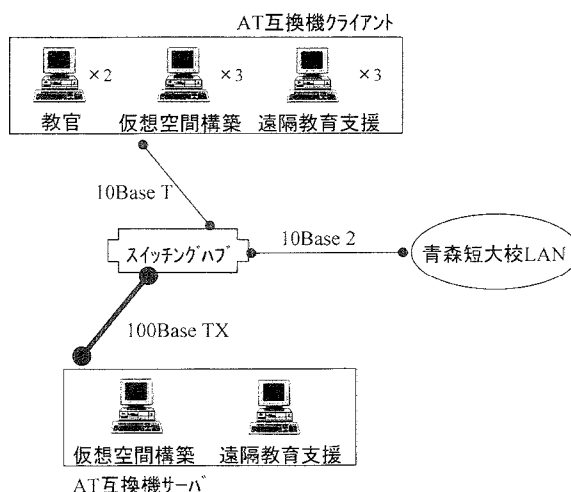


図2 情報工学応用第二実験室のネットワーク構成

サーバに対しては、100BaseTXのネットワーク回線を使用している。また、CPUをPentium II 350MHzクラスとし、メモリ容量を128Mとした。更に、この2台のサーバを、各々、仮想空間構築用と遠隔教育支援用のWebサーバとして利用している。

これらのサーバのNOSとしては、Windows NT Server 4.0を使用している。また、Webサイトの運営管理のために、IIS3.0 (Internet Information Server 3.0) を使用している。更に、このサーバにはASP (Active Server Pages) が導入されている。この他に、コンテンツの作成・管理のために Front Page 98を、そして、データベースの作成・管理のために Access 97を導入した。

このシステムにおいては、ODBC (Open Database Connectivity) とサーバサイドスクリプト環境とを利用することができる。これにより、クライアントサーバ型データベースアプリケーションを作成することができる。また、クライアントの環境に依存しない動的コンテンツを作成することができる。

次に、クライアントに対しては、10BaseTのネットワーク回線を使用している。また、CPUをPentium 100MHzクラスとし、メモリ容量を64Mとした。更に、8台のクライアントを、教官用、仮想空間構築用、そして、遠隔教育支援用の3つの用途に分類している。

このクライアントのOSにはWindows 95/98を使用している。また、クライアントにはoffice系ソフトウェアに加え、統一されたブラウジングができるソフトウェアを導入した。この他に、サーバと同様に、Front Page 98とAccess 97を導入した。これにより、

クライアントからサーバのWebサイトをリモート管理できる環境が提供される。

これらのシステムは、最も広く利用されている代表的なシステムである。また、多くの施設においても実現可能なシステムであると考えられる。

### Ⅲ アクセスログの解析

#### 1. サイト別のアクセス数

図3には、月別アクセス数とその増加傾向を示した。ここで、横軸は月を表し、縦軸はアクセス数をK(1,000)単位で表す。また、測定期間は平成10年度の4月から9月までとした。更に、回帰直線を実線により示した。

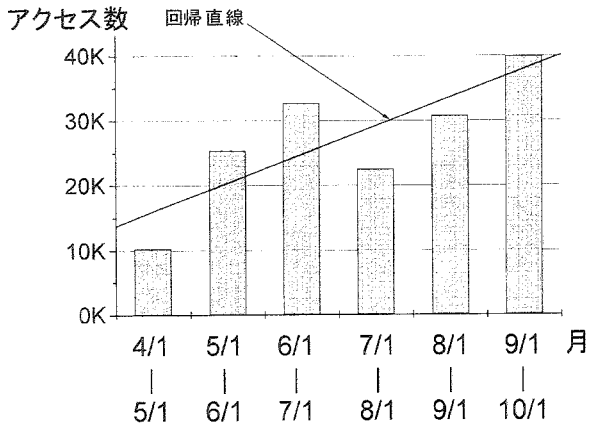


図3 月別アクセス数とその増加傾向

この結果は、7月を除いて、アクセス数が増加傾向にあることを示す。また、回帰直線の計算結果より、この増加率は月平均で約4,400となった。

7月におけるアクセス数の減少は、夏期休業のためと考えられる。しかしながら、この7月においても20,000件以上のアクセス数が記録されている。これは、外部施設からのアクセスが多く記録されていることを示す。

このWWWサーバにおいて公開されているコンテンツは、専門課程と在職者用に対する2つのWWW支援教育訓練サイトに分類できる。<sup>(6)</sup> 図4には、これら2つのサイト別アクセス数を示した。ここでまず、専門課程に対するWWW支援教育訓練サイトのアクセス数に着目する。このサイトは、主に、専門課程の学生を参加対象としている。従って、夏期休業等の期間である7月にアクセス数が著しく減少する。しかしながら、7月を除いてはアクセス数は徐々に増加していることが示される。

#### アクセス数

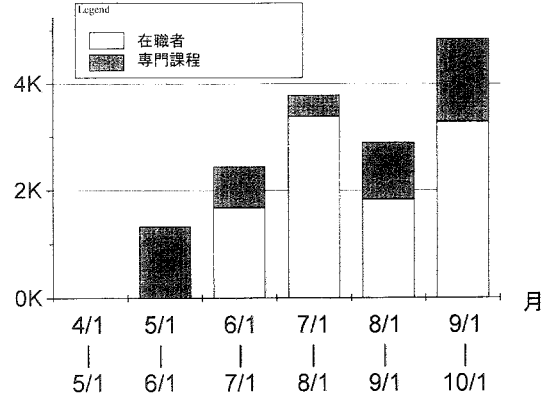


図4 サイト別アクセス数

次に、在職者に対するWWW支援教育訓練サイトのアクセス数に着目する。この場合、6月と7月との2ヶ月間はアクセス数が増加している。8月にはアクセス数が減少しているが、9月にはアクセス数が再び増加している。これは、9月にサイトのコンテンツを更新したためと考えられる。この結果、情報公開等を目的としたサイトでは、数ヶ月以内のコンテンツ更新が有効であることが示される。

#### 2. 時刻別のアクセス数

図5には、曜日別アクセス数を、曜日軸、月軸、そしてアクセス数軸の3軸で表した。この結果はまず、水曜日のアクセス数が多いことを示す。これは、水曜日にWWW支援教育訓練サイトを利用した実習が行われるためである。また、土曜日と日曜日とのアクセス数の増加傾向が注目される。

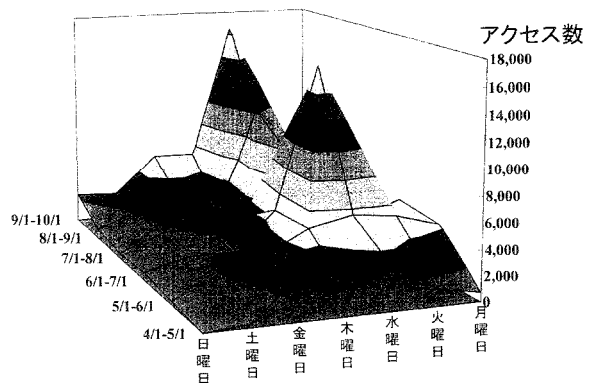


図5 曜日別アクセス数

図6には時刻別のアクセス数を、時刻軸、月軸、そしてアクセス数軸の3軸で表した。この結果は、就業時間が開始される9時以降に多くのアクセスが記録されていることを示す。また、青森短大校が閉庁される

21時以降から6時までにおけるアクセス数も、徐々に増加していることも示している。

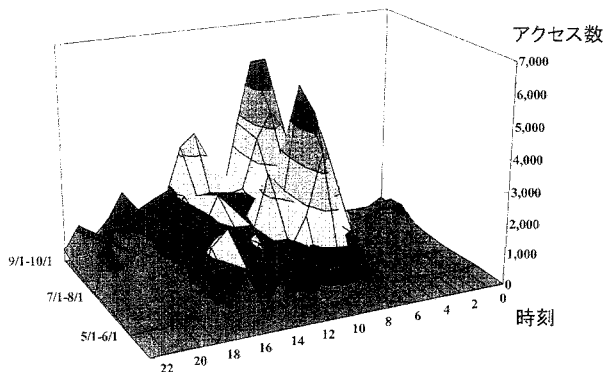


図6 時刻別アクセス数

最後に、図7には、就業時間別アクセス数を示した。ここで、就業時間を9時から17時まで、休業時間をそれ以外の時間、と定義した。

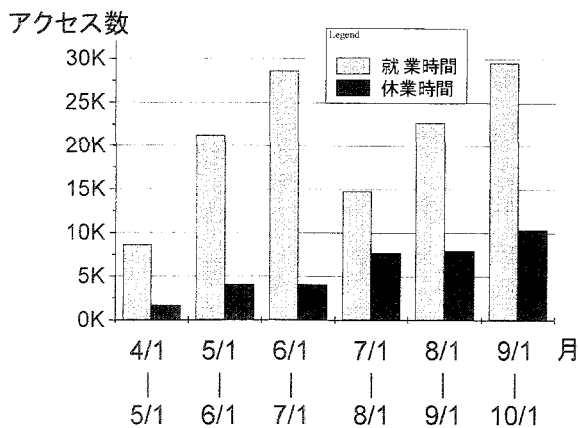


図7 就業時間別アクセス数

この結果は、就業時間内と休業時間内とのどちらのアクセス数も増加傾向にあることを示す。ここで、夏期休業等の期間には、就業時間におけるアクセス数が減少している。しかしながら、これらの期間にも休業時間におけるアクセス数は高い数値を記録している。特に、9月には休業時間におけるアクセス数が、4月の5倍のアクセス数を記録した。

以上の結果より、本実験室のWWWシステムへのHTTP接続数は、徐々にその数を増加させていることがわかった。この結果は、このシステムの有用性が徐々に高まっていることを示している。また、就業時間外の時間におけるアクセス数が、徐々に増加していることも示された。これは、ユーザの時間的制限を取り除くことの有用性を示している。これらの結果より、WWWシステムを運用するためにはシステムの24時間

運用を視野に入れる必要があることがわかる。

#### IV サーバの負荷解析

##### 1. 負荷の測定

サーバにかかる負荷を測定することは、サーバを設計する上で重要である。特に、サーバサイドスクリプト環境の場合、クライアントサイドスクリプト環境と比較してサーバにかかる負荷が大きくなる。これは、スクリプトがサーバで実行されるためである。更に、前節で示された、24時間運用が要求されるシステムに対しては、サーバにかかる負荷を測定することが非常に重要となる。

以下では、本実験室に設置されたWWWサーバにかかる負荷の測定結果を報告する。またここでは、専門課程と在職者に対するWWW支援教育訓練サイトの利用時における結果を各々報告する。

##### 2. WWW支援教育訓練システム：専門課程1年

専門課程に対するWWW支援教育訓練サイトは、2つのサイトに分類される。まずこの2つの内、専門課程1年を対象としたサイト<sup>(7)</sup>の結果を示す。

図8には、HTTPサービスのCurrent Connections (接続数) の時間変化を示した。ここで、横軸は、H10.10.08に行った実習開始から実習終了までの180分間の時間を表す。また縦軸はWebサーバへの接続数を表す。

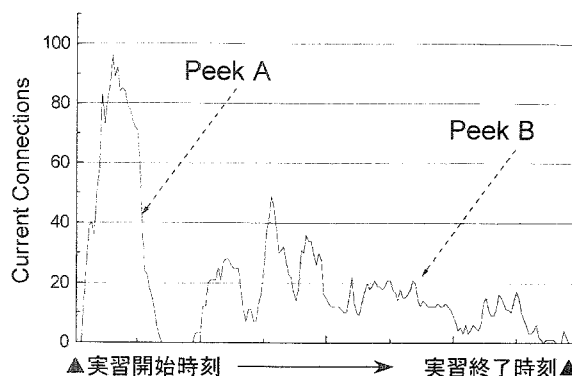


図8 Current Connections

まず、Webサーバへの接続数には、Peak AとBとの2つの接続ピークがあることがわかる。この内、Peak Aの最大接続数は、Peak Bの2倍である100近傍を記録している。また、Peak Aのピーク幅はPeak Bと比較して非常に狭い。

Peak Aは、実習の開始時に課題のサンプルファイルを表示している期間を示す。ここで、各学生は、複

数のサンプルファイルを開くことができる。この結果では、学生1人につき3程度のHTTP接続が生じたことがわかる。

Peak AとPeak Bとの間には、HTTPの接続が0となる期間がある。ここで、学生は第一の課題であるHTMLファイルを作成している。この期間は、全学生がテキストエディタによりHTMLファイルを作成していたため、接続数が0となった。

最後に、Peak Bは、第二以降の課題であるASPファイルを作成している期間を示している。この課題は、ASPファイルを用いたプログラミング演習とした。学生は、ASPファイル内に指定されたプログラムをVisual系Script言語により記述する。

このプログラムを実行するためには、ASPファイルをサーバに転送しなければならない。このため、ASPの作成と実行との作業が分散する。この結果、図に示されるように接続数が連続的になだらかに続くこととなる。

図9には、Processor Timeの時間変化を%単位により示した。ここで、横軸は図8と同じとした。

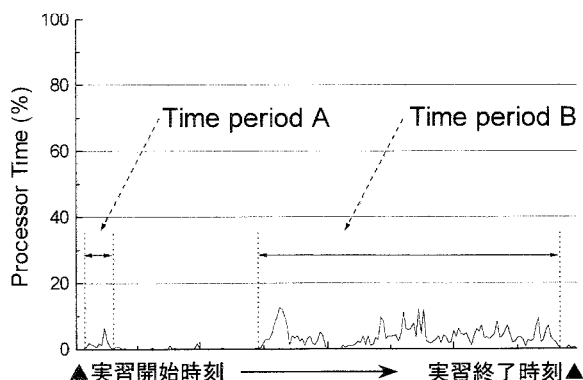


図9 Processor Time

図中のPeriod AとBとを比較すると、継続時間と最大振幅がともに、Period Bの方が大きいことがわかる。まず、このPeriod AはASPファイルを実行している期間を示す。このASPファイルは、サンプルファイルへのポインタを表示するためのコンテンツである。このASPファイルの実行後に、HTMLのサンプルファイルが表示される。このHTMLを表示する作業に対しては、Processor Timeは影響されなかった。従って、Period Aは図8のPeak Aの幅よりも狭い結果となった。

次に、Period Bは、第二の課題以降のASPを実行している時間に対応する。ここでは、サーバがスクリプトを解釈実行するためにProcessor Timeが大きく

なる。しかしながら、Processor Timeの変動が20%以下となる結果が得られた。従って、30人が同時にASPファイルを実行する環境であっても、2節のCPUに関するスペック値は十分であることを示すことができた。

図10には、メモリのAvailable Bytesの時間変化を示した。この結果より、HTMLを表示する、もしくは、ASPを実行することが、空きメモリの大幅な減少を導くことはないことが示される。また、2節のメモリに関するスペックも十分であることを示すことができた。

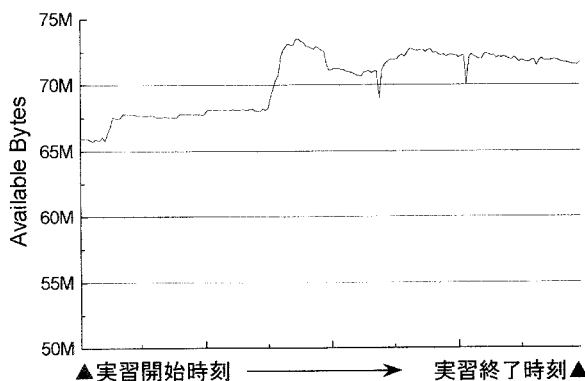


図10 Available Bytes

### 3. WWW支援教育訓練システム：専門課程2年

次に、専門課程2年を対象としたWWW支援教育訓練サイト<sup>(8)</sup>の結果を示す。

図11には、HTTPサービスのCurrent Connections(接続数)の時間変化を示した。ここで、横軸と縦軸の設定は図8と同じとした。また、実線、破線、そして、点線の結果は、各々、H10.08.19、H10.09.02、そして、H10.09.16の実習における測定結果である。

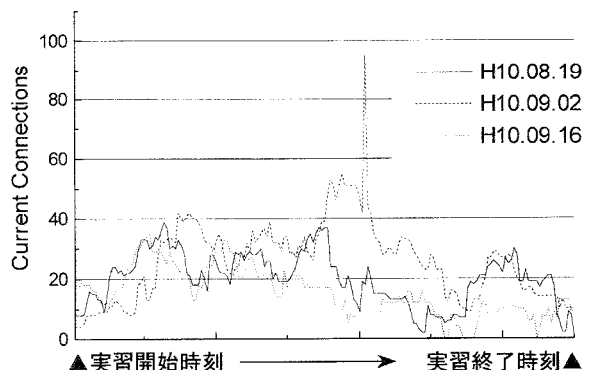


図11 Current Connections

この測定期間では、各班が班毎にレポートを作成していた。この期間においては、HTTP接続数に各班の

連動性は見られなかった。また、30名程度のアクセスであれば、前節と同様に、100程度の接続数が記録されることがわかる。

この実習の特徴としては、HTMLファイルのアクセスがASPのそれを大きく上回ることが挙げられる。この場合、図12に示されるように、Processor Timeは小さくなる。これは、サーバにおけるスクリプトの実行が少ないためである。

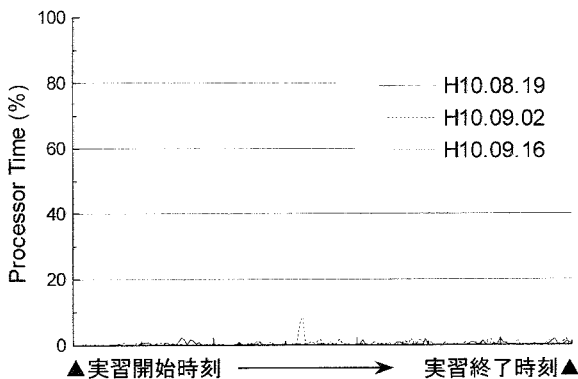


図12 Processor Time

更に、図13に示したように、メモリの Available Bytesの時間変化も、HTTP接続の増減にはあまり影響されない。以上の測定結果より、100前後のHTMLファイルの処理には、比較的スペックの低いサーバでも十分に対応できることを示すことができた。

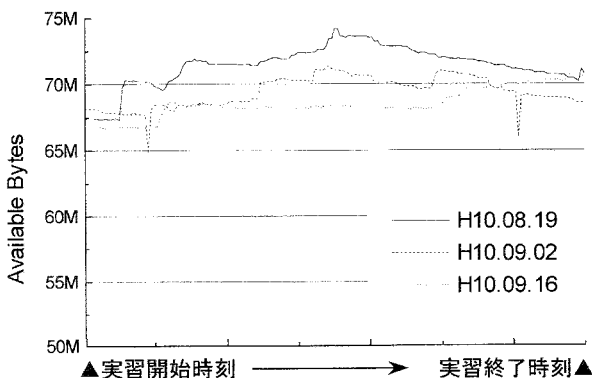


図13 Available Bytes

#### 4. WWW支援教育訓練システム：在職者

最後に、在職者を対象としたWWW支援教育訓練サイト<sup>(9)</sup>の結果を示す。

図14には、HTTPサービスのCurrent Connections(接続数)の時間変化を示した。ここで、横軸と縦軸の設定は図8と同じとした。この結果は、H10.08.19に開催されたデータベース構築に関する能力開発セミナーにおける測定データである。このセミナーにおい

ては、4クライアントがサーバに接続した。

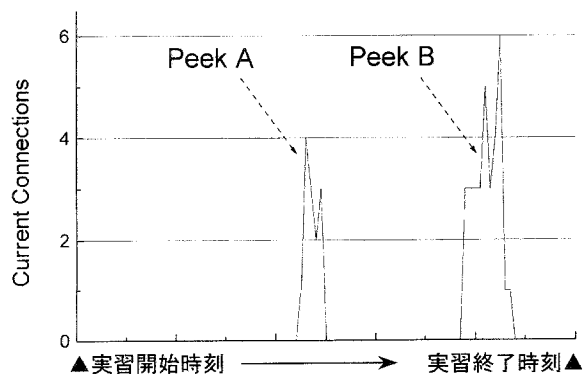


図14 Current Connections

まず、この結果には、Peak AとBとの2つの接続数のピークがあることがわかる。この内、Peak Aの期間においては、ASPによるデータ送受信の実習を行った。また、Peak Bの期間においてはHTTPによるIIS設定の実習を行った。この2つのピークを除いた期間においては、HTTPによる接続が記録されていない。これらの期間においては、Webサイトのリモート管理実習を行った。

図15には、Processor Timeの時間変化を示した。図15のTime Period Aが、このリモート操作の時間を示す。このTime Period Aでは非常に大きな負荷がサーバにおいて計測されている。特に、この期間の後半においては、Processor Timeが100%となっている。この結果より、リモートからのサイト操作は、非常に大きな負荷をサーバに与えることがわかる。また、このサーバ使用例においては、本実験室のCPUスペックでは不十分であることがわかる。

図15のTime Period Bは、HTTPによるIISの設定実習の期間を示す。この期間は、図14のPeak Bに対応する。ここでは、新規エイリアスの構築やエイリアスのプロパティ設定の実習を行った。Time Period Aと比較すると、Time Period BのProcessor Timeは低い結果となった。しかしながら、90%以上の値を示した時刻も有り、CPUスペックが不十分であることがまた示された。このため、セミナー中にはブラウザの返答が遅れることが多く、10秒単位の待ち時間が生じた。これらの問題を回避するためには、より高速、もしくはデュアル系のCPU配置が必要と思われる。

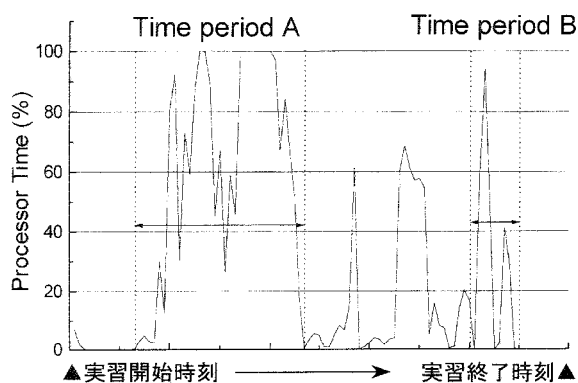


図15 Processor Time

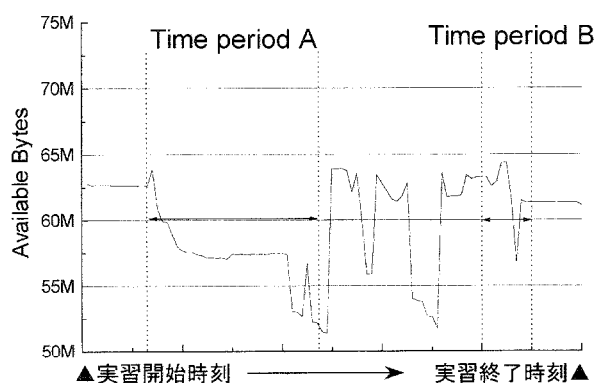


図16 Available Bytes

最後に、図16には、メモリのAvailable Bytesの時間変化を示した。ここで、Time Period AとBとは図15のそれらと一致する。この結果より、メモリが著しく減少している時刻がTime Period Aに確認される。この期間の空きメモリの最小値においても、50M以上の値が記録されている。従って、2節のメモリのスペックは十分であることがわかる。しかしながら、専門課程30人の同時アクセス等を考慮する場合には、スペックの再検討が必要と思われる。

## V 結論

本論文では、WWW支援教育訓練システムの運用ならびに設計に関する技術的報告を行った。

本報告では、まず、このWWWシステムの構成を記述した。このWWWシステムは、サーバサイドスクリプト環境により構築した。また、ここでは、サーバのスペックを報告した。これらのシステムは、多くの施設においても実現可能なシステムであると考えられる。

次に、このWWWシステムへのアクセスログを報告した。この結果より、まず、このシステムの有用性が

徐々に高まっていることを示した。また、WWWシステムを運用するためには、システムの24時間運用を視野に入れる必要があることを導いた。

最後に、このWWWサーバの負荷解析を報告した。ここでは、まず、サーバサイドスクリプトの実行を伴う場合と、そうではない場合との結果を報告した。この結果、前者は、後者と比較してサーバ負荷が大きくなることがわかった。しかしながら、100前後のHTTP接続の場合には、両者ともに十分な処理機能を実現できた。更に、Webサイトのリモート管理時における、負荷の測定結果を報告した。この場合には、本実験室に設置されているサーバスペックが、不十分であることがわかった。

以上の、種々の利用形態に対するこれらの負荷の測定結果は、サーバの設計に重要な指針を与える。

今後の課題としては、このWWWシステムへアクセスしているユーザ層を明確することが挙げられる。また、このWWWシステムを利用したことによる、教育効果を定量的に示すことも挙げられる。

## 【参考文献】

- (1) 例えば、小野、“C言語学習用CAIシステムの開発”、職業能力開発報文誌、8、1（1996）等。
- (2) 渡邊、幸田、加藤：“WWWブラウザを用いたCAIシステムの開発”、信学総大、D-15-27（1998）
- (3) <http://www.pencil.co.jp/ronbun/eisei/index.html>
- (4) 大川、伊集院、石橋、重近、村井：“インターネットを利用した新しい高等教育システム”、  
[http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/library/vureport\\_1997001/vureport\\_1997001.html](http://www.sfc.wide.ad.jp/soi/library/vureport_1997001/vureport_1997001.html)
- (5) <http://download.jp.microsoft.com/products/iis/docs/iis4RGj.exe>
- (6) 二瓶、“職能短大校におけるWWW技術活用”、平成10年度青森職業能力開発短期大学校紀要(1998)
- (7) <http://nihei3.inf.aomori-pc.ac.jp/inf98/>
- (8) <http://nihei3.inf.aomori-pc.ac.jp/se98/>
- (9) <http://nihei3.inf.aomori-pc.ac.jp/nihei3/>