

高等学校専門教科「情報」におけるローカルマシンでの Server-Side Programming 学習環境に関する考察

藤木 卓*, 倉田 伸*

Consideration about Server-Side Programming Environment
on Local Host for Information Class of High School

Takashi FUJIKI*, Shin KURATA*

1. はじめに

平成 25 年度から教科「情報」は、共通教科「情報」と専門教科「情報」から構成されている。本研究ではそのうちの専門教科「情報」を実施している学科（以下、情報科）を対象としている。専門教科「情報」は、主たる学習内容が 4 分野に分けられる（文部科学省 2010）。その一分野である「システムの設計・管理分野」では、「アルゴリズムとプログラム」、「ネットワークシステム」「データベース」の 3 科目を事前に学習した後、「情報システム実習」を実施することで、システムの設計・管理にかかわる能力と態度を総合的に育成することをねらいとしている。「情報システム実習」で扱う教材は特に定められていないが、事前に学習する 3 科目の内容を活用するならば、必然的に DBMS (DataBase Management System) を使用した Server-Side Programming による Web システム開発（以下、SSP）が適した教材であると考えられる。ただし、高等教育において SSP の授業を行うためのリモートサーバを含めた LAN 環境整備や、学習者の自宅学習時間の確保などにおいて、いくつか課題が残るという報告がある（山守 2003）。また SSP は複数の言語を混在して作成するため、単一の言語を使用するときよりも文法エラーが増えてしまうため、注意深く指導する必要があると報告されている（兼宗ら 2006）。そのため情報科では、これらの課題がさらに大きな問題点として浮き彫りになると予想される。

ところで、SSP を実行するだけならば、必要なモジュールをインストールして設定することによりスタンドアロンのローカルマシンでも可能である。もし自宅に SSP の実行環境が整えば、授業の予習や復習を学習者が自宅で行えるため、ローカルマシンで SSP を実行する環境は有効な手段といえる。ただしローカルマシンに必要なモジュールをインストールする作業は、高校生にとって難易度が高い。そこで SSP に必要な各モジュールを一度のインストールで構築できる XAMPP に注目した (XAMPP 2012)。XAMPP を利用することにより学校と家庭で全く同じ SSP の実行環境を構築することができるため、学習者の利便性は高い。ただしローカルマシンで学習する SSP の実行環境とリモートサーバで学習する SSP の実行環境とがかけ離れてしまう場合、SSP を学ぶと言う主目的よりも、異なる実行環境に慣れると言う副次的な目的の達成に陥る可能性があり、初学者にとっては望ましくない。

そこで本研究では、情報科における SSP の学習において、ローカルマシンで学習する SSP と、リモートサーバで学習する SSP における学習者の意識を比較するとともに、情報科で SSP を使った授業を実施する場合の問題点や注意点を明らかにすることを目的とする。

*長崎大学教育学部

2. 研究方法

2.1 授業の実施環境

本研究の対象は、専門教科「情報」の授業を実施している I 高校の「情報科」に所属する 3 年生 15 名とした。学習者は、2 年生までの間に経済産業省主催の情報処理技術者試験に向けた学習を行っていたため、SSP を理解するための必要な基礎内容を事前知識として持っていたと考えてよい。2012 年 4 月から「情報システム開発」という科目で SSP の授業を受講していたものの、SSP に使われている PHP や Java などのプログラミング言語は事前に学習していなかった。HTML, SQL の構文においても、事前の知識として持っていたが実習形式で学習したことは無かった。なお、本研究実施時の教育課程では「情報システム開発」という科目名であったため本論文での実施はこの科目名で通したが、現在は「情報システム実習」に変更されている。

授業は、LAN が構築されており、1 人 1 台 PC が使用できるパソコン教室で実施した。別室には PHP と MySQL の実行可能な CentOS 搭載の Web サーバが設置されており、各学習者は自分の ID とパスワードでログインできる。また、学習者自身が扱うローカルマシンにも XAMPP がインストールされているため、スタンドアロンでも Web ブラウザやコマンドプロンプトから PHP と MySQL の実行結果が確認できる。

2.2 学習内容

本研究の対象となる授業の内容と大まかな流れを表 1 に示す。プログラミング言語には PHP を採用した。主な採用理由は、PHP は Java などに比べ比較的難易度が低いプログラミング言語であり、HTML に埋め込めることができることや、標準ライブラリとして Web 関係やデータベース関係の関数が充実していることである。またデータベースには MySQL を採用した。主な採用理由は、多くの商用サイトが MySQL を標準データベースとして用いていることから実際の開発環境と同様の環境を体験させることができることと、XAMPP の標準機能であることである。リモートサーバには CentOS 搭載の Web サーバを利用し、その Web サーバへのリモートアクセスにはフリーソフトの TeraTerm を利用して Telnet での遠隔操作を行うこととした。またファイル転送にはフリーソフトの FFFTP を利用し、各学習者は Web サーバへ作成したファイルの転送を行うようにした。10 月から実施された総合実習に

表 1 「情報システム開発」授業の大まかな流れ

2012 年	実施内容	時間	実行環境
4 月	HTML 基礎, PHP 基礎	12	リモートサーバ
5 月	PHP 基礎, Linux 設定・基本コマンド FTP (FFFTP 設定, パーミッション, アップロード)	12	
6 月	PHP 関数利用, 連想配列	12	
7 月	PHP (HTML フォーム利用)	0	
9 月	SQL 基礎, SQL+PHP	16	
10 月	総合実習① (個人情報管理システム) XAMPP の活用 (ローカルマシンで HTML+PHP+SQL)	16	XAMPP
11 月	総合実習② (アンケート集計)	16	
12 月	総合実習③ (自由課題)	8	
1 月	総合実習③ (自由課題)	10	

においては XAMPP を導入した。総合実習では、各学習者が家庭や授業中などで作成したプログラムをローカルマシンの XAMPP で試行実行したあと、学内の Web サーバへアップロードするという実習を行った。授業は 1 コマ 50 分の週 4 時間で実施した。

2. 3 学習目標到達

SSP を使った授業を実施する場合の問題点や注意点を明らかにするためには、学習者が目標を達成しているか否かを調べる必要がある。ここでは学習目標到達の状況について、ガニエのインストラクショナルデザインの原理 (Robert M. Gagn'e et al. 2007) に基づき、5 分類を利用して分析することとした。ガニエの 5 分類を表 2 に示す。ガニエは「言語情報」「知的技能」「認知的方略」「態度」「運動技能」の 5 つを学習課題の種類として分類している。本研究では、そのうちの認知領域である言語情報と知的技能、及び認知的方略に着目した。言語情報とはいわゆる知識のことであり、ここではプログラミング言語の文法や意味などの知識と捉えた。知的技能は問題解決の技能であり、ここでは学習した内容を使って未知の課題に対し問題解決していく力と捉えた。認知的方略は学び方そのものであり、未知の知識を得るために学習者自らが学習していくことと捉えた。

SSP では、学んだ知識や技能を活用して、システム開発に関する未知の課題解決を行う。そのため、知識面である言語情報だけ学習目標に到達できたとしても、課題解決のスキルである知的技能が到達できなければシステムを完成させることはできない。また、学習の内容や形態によって知的技能が到達できない可能性もある。そのため、言語情報と知的技能の調査は必須と判断した。なお、SSP で学習者が課題制作をする場合、授業で学習した知識や技能以外にインターネット上の情報や書籍の情報を活用することも想定した。そのため、全ての学習内容に対して、「認知領域」からの調査を行うこととした。情意領域の態度と、運動領域の運動技能は、今回の研究目的と合わないため、調査対象外とした。

表 2 ガニエの 5 分類

領域	分類	概要	SSP に当てはまる部分
認知領域	言語情報	・述べることができる ・知識	言語の文法
	知的技能	・やってみせられる ・未知のことに応用	プログラミング
	認知的方略	・学び方を学ぶ ・学習の方法に関する知識・技能、メタ認知	授業で学習していない未知の学習内容の学習
情意領域	態度	・行動選択を支える心	授業態度
運動領域	運動技能	・筋肉の運動を伴う技能	タッチタイピング マウス操作

2. 4 調査内容

本研究で使用した質問紙によるアンケートの質問項目を表 3 に示す。アンケートは各項目を「同質感」「実体験感」「学習目標到達」「SSP における興味関心」「単一言語における興味関心」「必要性」「創造性」「授業の進度」「その他」に分類した。同質感とは、リモー

表3 アンケート項目一覧

言語	HTMLを学習して、HTMLがどういったものが理解できる	創	授業中に作ったプログラムを自分なりに改良してみたと思う
知技	HTMLを使って、自分が作りたいWebページを作成することが出来る	創▲	授業中に教わったことだけを、忠実に実現しようとした
方略	授業で学習していないHTMLの内容において、今後自分で調べて活用することができると思う	必	この授業は、将来システムエンジニアになるため、必要な内容だと思う
言語	PHPを学習して、PHPがどういったものが理解できる	必	この授業は、情報を学習する上で、大切な内容であると思う
知技	PHPを使って、自分が作りたいプログラムを作成することが出来る	必▲	この授業は、将来システム開発ををするとしても、まったく意味が無かった
方略	授業で学習していないPHPの内容において、今後自分で調べて活用することができると思う	P興	この授業を経て、プログラミングに対する興味・関心がより高まった
言語	SQLを学習して、SQLがどういったものが理解できる	他	この授業を経て、システム開発に対する不安が無くなった
知技	SQLを使って、自分が作りたいデータベースを作成することが出来る	P興▲	この授業を経て、プログラミングを今後一切したくないと思った
方略	授業で学習していないSQLの内容において、今後自分で調べて活用することができると思う	S興▲	サーバで動かすようなシステムよりも、C言語などのプログラミングの方がシンプルで楽しい
言語	HTMLとPHPを組み合わせて、どういったことが出来るかを理解できる	実	この授業を経て、システムを開発したという達成感があった
知技	HTMLとPHPを組み合わせて、自分が作りたい動的なWebページを作成することが出来る	実	この授業を経て、システム開発を体験したという感じをもった
方略	授業で学習していないHTMLとPHPを組み合わせた技術において、今後自分で調べて活用できると思う	実▲	この授業を受けても、システム開発をやったという実感は、まったく無かった
言語	SQLとPHPを組み合わせて、どういったことが出来るかを理解できる	同▲	Xamppでの環境は、リモートサーバでの作業と全く感覚が異なる
知技	SQLとPHPを組み合わせて、自分が作りたい動的なプログラムを作成することが出来る	実	C言語でのプログラミングよりも、システム開発を行った感覚が付いた
方略	授業で学習していないSQLとPHPを組み合わせた技術において、今後自分で調べて活用することができると思う	S興	C言語よりも、このようなシステム開発実習が好きである
言語	HTMLとPHPとSQLを組み合わせて、どういったことが出来るかを理解できる	授	この授業において、実施時間数は適切だと思う
知技	HTMLとPHPとSQLを組み合わせて、自分が作りたいWebシステムを作成することが出来る	授	この授業において、適切なスピードで授業を展開していると思う
方略	授業で学習していないHTMLとPHPとSQLを組み合わせた技術において、今後自分で調べて活用できると思う	同	ローカルでコマンドを入力する作業と、リモートでコマンドを入力する作業の感覚は同じである
言語	Linuxを学習して、Linuxがどういったものが理解できる	同	Webページを閲覧する際、ローカルにあるファイルと、リモートにあるファイルの意識は、ほとんど無い
知技	Linuxにログインして、Linuxを操作することができる	同	ローカルマシンで全て作業を行っても、リモートマシンで作業を行うのと、さほど感覚は変わらない
方略	授業で学習していないLinuxの操作方法において、今後自分で調べて活用することができると思う	他	ローカルマシンで全て作業を行っても、文字コード文字コードの違いが実感できると思う
言語	FTPについて学習して、FTPがどういったものが理解できる	他	最初からXamppをインストールし、ローカルで実行しても良いのではないかと思う
知技	FTPを使って、ファイルの送受信をすることができる	同▲	リモートサーバでの環境で作業を行わないと、Webプログラミングの力はつかないと思う
方略	授業で学習していないFTPの操作方法において、今後自分で調べて活用することができると思う	他	Xamppで実習するなら、家庭でも復習や課題制作ができるので良いと思う
創	授業中、授業で教わった内容以外の技術を、自ら進んで取り入れようとした		
言語:学習目標到達における言語情報 知技:学習目標到達における知識技能 方略:学習目標到達における認知的方略		創:創造性 必:必要性 P興:プログラミングにおける興味関心 S興:SSPにおける興味関心 授:授業の進捗	
		実:実体験感 同:同質感 他:その他 ▲・・・逆転項目	

トサーバを使って SSP を行う作業感覚と、ローカルマシンで SSP を行う作業感覚が同等であるかどうかであり、作業感覚がお互い同等であるならば高評価となる。実体験感とは、実際にシステム開発を経験したかのような達成感があるかどうかを示すものであり、達成感が高いほど高評価となる。もちろん実際のシステム開発の経験を持った学習者はいなかったが、多くの学習者が授業中に達成感を得た際に、授業者がシステム開発の現場における達成感を紹介し、学習者の意欲向上を促した。そこで、このような達成感のことをここでは実体験感と呼ぶこととした。学習目標到達とは、各学習項目において、どのレベルまで達成したかを示すものであり、達成感があれば高評価となる。各学習内容は、「HTML」「PHP」「SQL」「Linux」「FTP」の5つであり、これらを組み合わせたものの中で「HTML+PHP」「PHP+SQL」「HTML+PHP+SQL」を混合言語として設定した。そしてそれぞれの学習内容に対して、「言語情報」「知的技能」「認知的方略」の観点から評価することとした。

興味関心については、今回の授業による SSP への興味関心を評価する項目として「SSPにおける興味関心」を、プログラミング全般への興味関心を評価する項目として「プログラミングにおける興味関心」を設定した。それぞれの興味関心が高ければ高評価とした。必要性については、この授業内容が将来システムエンジニアにとって必要だと感じるかどうかを示すものであり、必要性を感じれば高評価とした。創造性については、授業で学習した内容以外のことを自分で調べて、課題制作の中に盛り込んでいるかどうかを示すものであり、授業で学習した内容以外のことを積極的に行っていれば高評価とした。授業の進度については、学習者にとって授業のペースが適切であるかを示すものであり、授業のペースが適切であると学習者が判断すれば高評価とした。その他については、この分類に当てはまらない項目であり、個別に評価することとした。

なお本研究では、学習者の SSP における意識調査と実態把握を行うために、一通り学習内容を実施した後に（今回は、10 月末）、質問紙によるアンケート形式で調査を行った。評価は、それぞれの項目について、4 件法（4：非常にそう思う、3：そう思う、2：あまり思わない、1：全然思わない）で行うこととした。ただし、アンケートの内容によっては逆転項目が含まれているため、逆転項目では評価結果を逆転して集計している。そして、アンケートの最後に自由記述欄を設けた。

3. 結果及び考察

3. 1 アンケートの分類別評価

表 4 アンケート分類別結果

分類	評価平均点	肯定的評価人数
同質感	3.0	15
実体験感	3.5	15
SPP における興味関心	2.9	12
プログラミングにおける興味関心	3.4	14
必要性	3.8	15
創造性	2.7	9
授業の進度	3.3	14
「学習目標到達」「その他」は除く		

表 5 その他のアンケート項目の結果

その他のアンケート項目	評価平均点
最初から Xampp をインストールし、ローカルで実行しても良いのではないかと思う	3.1
Xampp で実習するなら、家庭でも復習や課題制作ができるので良いと思う	3.7
この授業を経て、システム開発に対する不安が無くなった	2.0
ローカルマシンで全て作業を行っても、文字コードの違いが実感できると思う	2.5

質問紙によるアンケートの結果を分類別に示したものを表 4 に、その他の各アンケート項目における結果を表 5 に示す。

アンケートの評価点の中央値は 2.5 であり、2.5 以上が肯定的な評価であると判断した。表 4 の同質感では、学習者 15 名全員が肯定的な評価であった。このことから、学習者にとっては、リモートサーバを使って SSP を行う作業感覚と、ローカルマシンで SSP を行う作業感覚が同等であったと判断できる。そのため、学習者が自宅のコンピュータに XAMPP をインストールし、授業中に作成したファイルを外部媒体に保存し持ち帰り自宅学習をすることで、学習者の演習時間を更に確保出来る。ただし、MySQL のデータベースは、通常ファイルとして存在しないため、MySQL の `mysqldump` コマンドを利用し、データベースの内容をファイルに落とし込む作業などの工夫が必要になる。リモートサーバと、ローカルマシンでの両方の環境を体験して比較した自由記述の内容を分析してみると、ローカルマシンでの作業を好む学習者が 7 名、リモートサーバでの作業を好む学習者が 1 名、どちらも言えない学習者が 7 名であった。ローカルマシンでの作業を好む最も大きな理由は、ローカルマシンでの作業は、アップロードの作業無しで実行できることであった。これは、アップロードの作業が省略できれば、デバッグ作業を行ってから実行結果を見る時間が短縮され、結果的に作業がスムーズに行えることを意味している。リモートサーバでの作業を好む生徒 1 名の理由は、最初のリモートサーバでの作業に定着してしまい、まだローカルマシンでの作業に慣れていなかったためであった。この点に関しては時間が経過すれば解決すると考えられる。

表 4 の実体験感と必要性では、全員が肯定的な評価であった。このことにより学習者は、今回の SSP に関する授業において、実際のシステム開発作業のような体験ができ、将来システム開発をするうえで必要な授業内容であると感じていることが分かる。このことは、アンケートの自由記述において、「要件に合わせて PHP で Web ページを作るといった感覚が、システムエンジニアのように本当にシステム開発をしている感覚があった」という内容がみられたことから頷ける。以上のことから、実体験感と必要性は課題制作時に強く生じるのではないかと考えられる。

その他のアンケート項目の「この授業を経て、システム開発に対する不安が無くなった」において、評価平均点が 2.0 であり否定的な評価であった。アンケートの自由記述に「大量のソースコードになってくるとバグを発見することが困難になり、デバッグ作業が大変だった」、「簡単そうなシステムでも結構手間がかかっていることを知った」という意見があった。これらのことより、学習者は今回の授業を通して、実際のシステム開発が予想を超えて大きな作業量を要することを実感できたことにより、逆に不安が増したことが理由として考えられる。

3. 2 学習目標到達に関する評価

学習目標到達と学習内容数の関係を図 1 に、アンケートに分類されている各学習内容の評価を表 6 に示す。

図 1 から分かるように、学習目標到達において、単一項目の知的技能の評価値が、複数項目の知的技能の評価値に比べ有意に高い値を示した ($F(1, 13)=13.14, p<.01$)。また、複数項目において、言語情報の評価値が、知的技能の評価値に比べ有意に高い値を示した

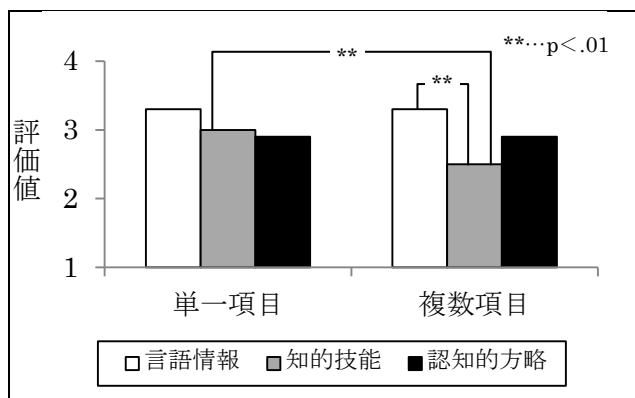


図1 学習目標到達と学習内容数の関係

表6 各学習内容の評価値

分類	学習項目	言語情報	知的技能	認知的方略
単一項目	HTML	3.5	2.7	2.9
	PHP	3.4	2.6	3.0
	SQL	3.4	3.0	3.1
	Linux	3.0	3.0	2.8
	FTP	3.1	3.8	2.9
		3.3	3.0	2.9
複数項目	HTML+PHP	3.4	2.6	2.9
	PHP+SQL	3.4	2.6	2.9
	HTML+PHP+SQL	3.1	2.4	2.9
		3.3	2.5	2.9

($F(1, 13)=8.41, p<.01$)。これらのことから、複数のプログラミング言語等が混在すると学習した内容を応用してシステムを開発することが困難になることが明らかとなった。このことは、アンケートの自由記述に「最初はHTMLだけでやっていたけど、進むうちにPHPとかSQLとか増えてきて混乱しました」との記述がみられたことからも頷ける結果であり、学習内容を複数関連させることは学習者にとって大きなストレスになると考えられる。そのため授業担当者は、使用する言語を追加して学習させる場合に注意深く指導する必要がある。

次に表6の、単一項目に関する結果から、FTPの場合だけ認知的方略よりも知的技能が高くなる傾向を示していることが分かる。このことは、FTPのツールを使用してファイル転送を行う際、学習者は特に深く考えずにツールの使い方だけを学び、FTPの学習として成り立っていないことが考えられる。特にFFFTPではバイナリ転送とアスキー転送が自動判別で切り替わることやMySQLを利用してのファイルの書き込みや読み出しではパーミッションの設定が不要であるため、知識的な部分が学習者の意識に残っていなかったのではないかと考えられる。そのため、利便性の高いツールを使う場合は、授業担当者は、操作方法だけの学習にならないように注意する必要がある。

3.3 創造性の違いによる意識に対する考察

創造性と興味・関心に関する一部の結果の関係を表7に示す。

表7 創造性と興味・関心の関係

アンケート分類名	創造性なし	創造性あり	検定結果
SSPにおける興味関心	3.3	2.7	$F=6.24, p<.05$
プログラミングにおける興味関心	2.9	3.7	$F=5.05, p<.05$

創造性の評価値が 2.5 以上の学習者を創造性が高い学習者、そうでないものを創造性が低い学習者と設定し、アンケートの各分類における創造性が高い学習者と低い学習者の評価値に対し、一要因の分散分析を行った。その結果、「SSP における興味関心」において、創造性が無い学習者の評価値が、創造性がある学習者の評価値に比べ有意に高い値を示した ($F=(1, 13)=6.24, p<.05$)。また、「プログラミングにおける興味関心」において、創造性がある学習者の評価値が、創造性のない学習者の評価値に比べ有意に高い値を示した ($F=(1, 13)=5.05, p<.05$)。これらの結果より、創造性のある学習者は、創造性のない学習者に比べ SSP における興味関心は低く、プログラミングにおける興味関心は高いことが明らかとなった。もともと創造性のある学習者は、自分で考えてプログラミングをする力を持っており、SSP でなくとも他のプログラミング言語に対しても創造性を発揮できる。そのため、今回学習した SSP に対し特別な意識を抱くことが無く、これまでに学習したプログラミング言語と大して変わらないという感覚を持ったと考えられる。よって、このような学習者が更に興味関心を抱くような学習内容を工夫する必要がある。

4. まとめ

本研究では、情報科における SSP の学習において、ローカルマシンで学習する SSP と、リモートサーバで学習する SSP における学習者の意識を比較するとともに、情報科で SSP を使った授業を実施する場合の問題点や注意点を明らかにすることを目的として授業実践を行った。その結果、以下のことが明らかになった。

- ローカルマシンで SSP を行うことは、作業がスムーズに行えることに加え、リモートマシンで SSP を行うことと同じ感覚で実施できる
- 複数のプログラミング言語等が混在すると学習した内容を応用してシステムを開発することが困難になる
- FFFTP のような利便性の高いツールを使う場合は、操作方法だけの学習にならないように注意する必要がある
- 創造性の高い学習者に対し、SSP の興味関心を引き出すような学習内容の工夫が必要である

なお、本論文は、長崎大学教育学部紀要教科教育学第 53 号に掲載されたものが、査読により修正し掲載されるものである。

参考文献

- 兼宗進, 長慎也(2006) 文科系大学におけるサーバーサイドプログラミング授業の試み, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2006(16), 141-148
- 文部科学省(2010) 高等学校学習指導要領解説情報編 P55
- Robert M. Gagné, John M. Keller, Katharine C. Golas, Walter W. Wager(2007) インストラクショナルデザインの原理 北大路書房
- XAMPP <http://www.apachefriends.org/> 2012
- 山守一徳(2003) サーバサイドプログラミングの演習環境, 三重大学教育学部附属教育実践総合センター紀要 23, 37-43