

パブリッククラウドを活用した 「IaaS およびサーバアプリ開発体験」授業の実践報告

酒井 正夫, 早川 美德, 三石 大, 長谷川 真吾, 静谷 啓樹, 磯邊 秀司, 小泉 英介

東北大学 教育情報基盤センター

sakai@cite.tohoku.ac.jp

概要： 東北大学教育情報基盤センターでは、本学の新入生を対象とする学部横断型少人数授業『基礎ゼミ』において、「パブリッククラウドを活用して IaaS およびサーバアプリ開発を体験する」授業を 2014 年度に開講した。これは、当センターでパブリッククラウドを利用した初の授業であり、また、初学者がほとんどの受講生に、短期間で IaaS によるサーバ構築とサーバアプリ開発までを体験させる挑戦的なものであった。本授業の準備や実施の過程と、受講生からの最終的なアンケート結果および授業評価を通して、今後に関与する有用な経験と知見が得られた。本発表は、その報告である。

1 はじめに

近年、コンピュータ、ストレージ、ネットワークなどのリソースを仮想化する技術が発達し、大手インターネットサービス事業者が、それらのリソースをインターネット経由で不特定多数の法人や個人を対象に有償提供する IaaS (Infrastructure as a Service, イアス) などのパブリッククラウドサービスが普及しつつある [1, 2].

IaaS は、通常、使用したリソースの質と時間で従量課金されるため、短期間だけ集中的にリソースを必要とする用途（主に法人）で活用されているが、個人ユーザが自分専用のサーバを運用する場合にも、比較的に低コスト（機器購入費、設置スペース、電気代、インターネット接続料などが不要）であり、また、ハードウェアに関するトラブルを回避し、バックアップ/リストアといった普段のメンテナンス作業も簡単/高速化できるといふ仮想化ゆえの利点があるため、良い選択肢である。将来的には、さらなる低価格化や使い勝手の向上により、個人ユーザへの普及が進むと期待される。

また、近年、一般ユーザの IT リテラシー能力が向上し、Linux やアプリ開発ツールの製品が洗練したことで、一般ユーザが、Linux を活用したり、自分の望む動作をするアプリを自分自身で作成することも容易になりつつある。

このような背景もあり、遠くない将来、個人ユーザがインターネット上に自分専用のサーバを持ち、そこで自分で作成した自由なアプリを動作させることが、一般ユーザに幅広く普及する可能性がある。著者らは、そのことを踏まえて、大学での情報教育においても、IaaS などのパブリッククラウドサービスを積極的に活用し、学生がサーバ構築やアプリ開

発に関する知識を学ぶ機会を提供することが重要であると考えている。

著者らが所属する東北大学教育情報基盤センターでは、その考えを实践する取り組みの一貫として、本学の新入生を対象とする学部横断型少人数授業『基礎ゼミ』 [3, 4] において、パブリッククラウドを活用して IaaS およびサーバアプリ開発を体験する授業を、2014 年度に開講した。

本授業の担当教員には、機能を制限した IaaS の一種である VPS (仮想専用サーバ) の利用、Linux によるサーバ構築と運用、また、PHP/Perl 言語などによる簡単なサーバアプリを開発した経験があるが、IaaS を活用する実習型の授業を開催するのは、今回が初のことであった。また、その授業内容は、初学者がほとんどの受講生に、短期間で、IaaS を用いてのサーバ構築とサーバアプリ開発までを体験させる挑戦的なものであった。そのため、授業の準備や実施を通して、IaaS の特性に起因する想定外のトラブルに戸惑ったり、座学で教えるべき技術の内容や詳細さに悩んだり、受講生の意欲や反応に驚かされることが少なくなかった。この経験と知見、また、最後の授業で実施したアンケートと授業評価により寄せられた学生からの意見は、今後と同様な授業を実施する上で有用なものである。

以降では、第 2 節で、著者らが授業で使った IaaS サービス事業者である Amazon Web Service について解説する。第 3 節は、著者らが開講した基礎ゼミの授業の実践報告である。第 4 節では、受講生からの、授業に対する意見や評価について検討する。第 5 節はまとめである。

2 Amazon Web Service

仮想化したITリソースを提供するパブリッククラウドサービスは、提供するリソースの種類の違いにより、一般的に、IaaS (Infrastructure as a Service) , PaaS (Platform as a Service) , SaaS (Software as a Service) の3種類に大別される。IaaSは、この中では一番ハードウェア寄りのリソース（コンピュータ、ストレージ、ネットワークなど）を提供するサービスであり、ユーザの自由度が高く、旧来型のサーバ構築の用途には、IaaSを選択する必要がある。

著者らが授業で使用するために選択したIaaSサービス事業者は、Amazon Web Service (AWS) [1] である。AWSを選択した大きな理由は2つあり、その1つは、AWSが世界最大のIaaSサービス事業者[5]であるからである。IaaSのデファクトスタンダードとなっているAWSの技術/サービスを用いて学ぶことが、受講生にとって望ましいと考えた。もう1つの理由は、次節で紹介する「AWS in Education 助成プログラム」の存在である。

2.1 AWS in Education 助成プログラム

AWSの利用料金の支払いは、公費払いに対応しておらず、クレジットカード決済のみのため、利用する場合は、新規ユーザ登録時に自身のクレジットカードの情報を登録する必要がある。しかし、大学の授業で、受講生全員にそれを強制することは不可能である。大学などで、AWSの利用料金を公費払いで処理する場合は、AWS決済代行業者と契約するのが一般的である。しかし、本授業の事前の調査と準備の過程で「AWS in Education 助成プログラム」の存在を知り、これに応募することで、本授業でのAWSの利用料金の支払いが免除されるのではないかと考えた。

応募は、「AWS in Education 助成プログラム」のウェブページ(図1)に設置してある応募フォームから行う。応募フォームでは、「教員名」、「大



図1: 「AWS in Education 助成プログラム」のウェブページ (<http://aws.amazon.com/jp/grants/>) .

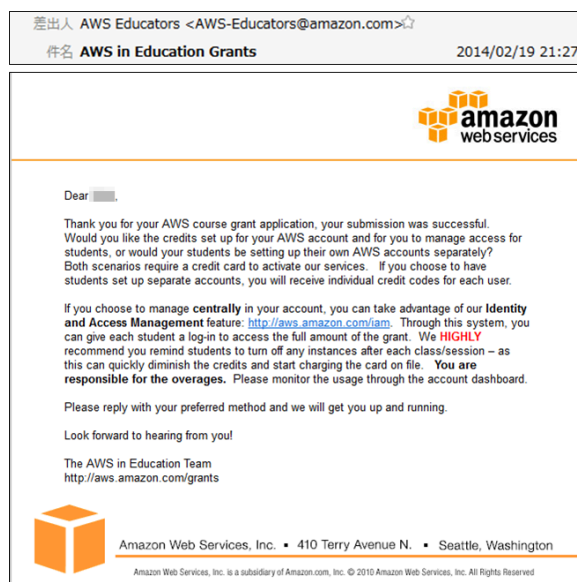


図2: 「AWS in Education 助成プログラム」の応募後に届いたメール。

学名」などの本人確認用の情報の他に、AWSを利用する授業の「科目URL」、「学生数」、「コースの説明」を入力する必要がある。著者らが応募した際には、「科目URL」に、後述する当時作成中だった本授業の実施支援用PukiWikiサイト(図5)のURLを、「学生数」には想定する最大数の22人を、そして、「コースの説明」には本授業のシラバスの内容を記入した。

応募フォームから応募が完了すると、その直後に、AWSから図2のメールが届いた。このメールには、応募の受付完了を通知するだけでなく、授業の学生用ユーザアカウントを、「学生毎に個別に作成する」のか、「教員ユーザアカウントで一括して作成・管理する」のかを、返信メールで知らせるように記載されている。つまり、応募者は、返信メールで、どちらかを回答する必要がある。著者らは、学生のクレジットカード情報の登録が不要となる後者を選択する旨を、返信メールで回答した。その後、応募が採択され、件名が「AWS In Education Grant- Congratulations!」のメールで、学生1人当たり\$100(合計\$2,200)分のAWS利用権コード(AWS Credit Code)が届いた。教員ユーザは、自身のユーザアカウントに、このAWS利用権コードを紐付けることで、以降の1年間は、一部の例外的なサービスの利用分を除き、ほとんどの利用料の支払いがこの金額分を上限に免除される。

2.2 本授業で利用したAWSの機能

AWSでは、IaaS/PaaSサービスとしての多様な機能[8]が提供されているが、本授業では、以下の5つの機能のみを主に利用した。なお、以下に記載の

利用料金は、全て、授業で利用された 2014 年 4-8 月当時の Tokyo リージョンの価格である。

IAM (Identity and Access Management)[6]

一つのユーザアカウントで、従属的なユーザやグループを作成・管理する機能。本授業では、一名の教員が代表でユーザアカウントを作成し、その教員のユーザアカウントで、この IAM 機能を利用して、残りの教員と受講生用のユーザアカウントを作成して配布した。利用料金は、無料である。

EC2 (Elastic Compute Cloud)[7]

多様な性能/OS の仮想マシン (インスタンス) を作成・管理する機能。仮想マシンは、需要に応じて、性能/台数を動的に変更可能。本授業では、仮想マシンの種類に「Linux t1.micro」を、また、OS イメージ (AMI) に「Ubuntu Server 14.04 LTS (PV) - ami-bddaa2bc (64-bit)」を主に利用した。

利用料金は、本授業で利用した「Linux t1.micro」の場合で、「\$0.026/時間」である。

EBS (Elastic Block Storage)

EC2 の仮想マシンで使用するストレージを作成・管理する機能。EBS は、需要に応じて、ストレージの性能/容量を動的に変更可能。また、スナップショット機能により、システム領域を含むバックアップ/リストア、また、仮想マシンのクローンも簡単に作成可能。

利用料金は、確保したストレージ容量に応じて、1ヶ月当たり「\$0.08/GB」。その他に、I/O リクエスト回数や、スナップショット機能での利用に、別途課金されるが、ほとんど無視できる程度である。

Elastic IP

EC2 の仮想マシンで使用する固定 IP アドレスを管理する機能。仮想マシンの停止/再起動に伴う IP アドレスの変更を回避したい場合、この機能で、仮想マシンに固定 IP アドレスを割り当てる必要がある。

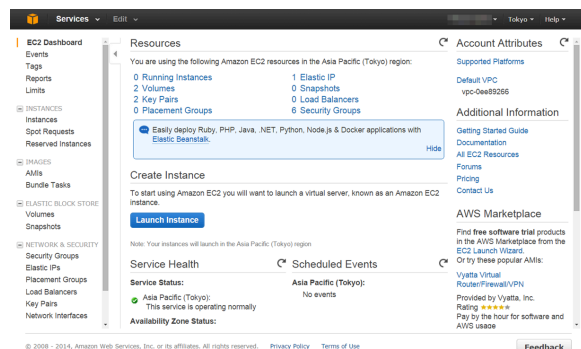


図 3: AWS の「EC2 Dashboard」の画面。

利用料金は、ユーザが確保済み IP アドレスの内、動作中の仮想マシンに割り当てられていないものに対してのみ、1 個当たり「\$0.005/時間」である。

Security Group

EC2 の仮想マシンに適用する仮想ファイアウォールのルール (セキュリティグループ) を作成・管理する機能。1 つの仮想マシンに、複数のセキュリティグループを組合せて割り当て可能。利用料金は、無料である。

上記のうち、IAM を除き、受講生が使用する残り 4 つの機能は全て、受講生のユーザアカウントで利用可能なコンソール画面「EC2 Dashborad」(図 3)より、簡単に操作可能である。

2.3 授業で使用された AWS 利用料金

本授業では、AWS の利用について、教員から受講生に、次のように指示していた。

- AWS の教育助成により、\$100/人の利用が可能である。\$100 を超えて利用した場合も大学が負担するので安心して使用して欲しい。
- 仮想マシンの種類には、原則、「Linux t1.micro」を使用すること。ただし、必要ならば、複数の仮想マシンの起動や、より高性能な仮想マシンの使用も構わない。
- 仮想マシンは常時起動で構わないが、長期で使用しない場合は停止すること。
- EBS のスナップショット機能によるバックアップ/リストアを利用することを推奨する。
- 仮想マシンには、Elastic IP を利用して固定 IP アドレスを割り当てることを推奨する。

授業での使用された AWS の利用料金の推移を、図 4 に示す。この図に含まれているのは、本授業の受

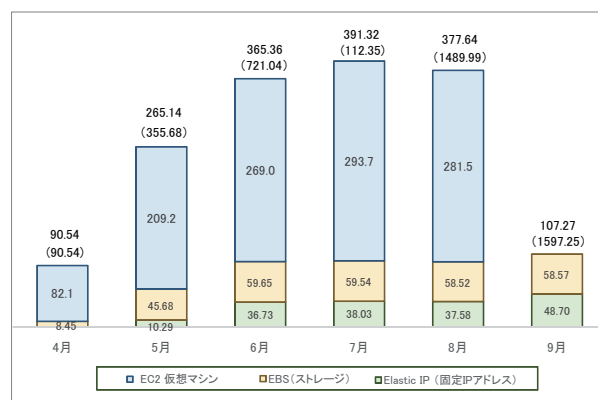


図 4: AWS の利用料金 (単位: \$) の推移。棒グラフの上部の値は各月の支払額合計であり、カッコ内の値は 4 月からの累計値である。

表 1: 授業の実施内容 (概要) .

実施日	内容
4 月 14 日	オリエンテーション
4 月 21 日※ 5 月 12 日※	インターネット、IaaS、AWS に 関する座学と実習
5 月 26 日	汎用サーバ (LAMP 環境) の構築と 運用に関する座学と実習
6 月 2 日	PHP 言語プログラムの座学と実習
6 月 9 日	サーバアプリ事例の紹介
6 月 16 日 6 月 23 日	各自が作成するサーバアプリの 考案・技術調査のための自習期間 (並行して個人面接も実施)
6 月 30 日	作成するサーバアプリ案の発表会
7 月 7 日 7 月 14 日	各自のサーバアプリの作成 (並行してサーバアプリ事例 紹介+個人面接も実施)
7 月 28 日※	成果発表会
8 月 24 日	成果物の提出締切日

※: 3 講時と 4 講時を連結して 2 コマ連続で実施した.

講生 9 名と教員 7 名の合計 16 名分の利用料の合算である. この結果より, 授業期間の 4 月 14 日から 8 月末までの約 140 日間で, 合計約\$1490, 1 人当たりだと約\$93 の利用料金が掛かったことがわかる. 実際には, 利用頻度が少ない教員も多いことから, 受講生だけの平均は 1 人当たり\$100 を超えていると推測される.

ところで, 図 4 では, 授業を実施していない 9 月にも, EBS と Elastic IP の利用料が引き続き支払われているのがわかる. これは, 授業終了後の 8 月末に, 代表のユーザアカウントを持つ教員が, 今後の利用料の支出を止めるために, 授業で作成された全ての仮想マシンを停止したが, その停止した仮想マシンに割り当てられている EBS のストレージや Elastic IP の固定 IP アドレスのリソースの解放を怠ったことが原因である. 本稿をまとめるために, 利用料金の支払履歴を調査する過程で, このミスに気が付き, その割り当て済みのリソースを解放した.

3 授業内容

3.1 授業情報概要

本授業は, 『基礎ゼミ (全 171 クラス)』の 1 クラスとして, 「IaaS による自分だけのクラウドサービス構築」という題目で開講された.

授業の目的は, 「IaaS を用いたサーバ構築を体験し, インターネット/IaaS/サーバ構築の基礎知識を獲得すること. また, IaaS を活用し自分だけのクラウドサービス (サーバアプリ) を開発すること. 」と設定されており, これはシラバスにより事前に受講生に周知済みである.

教員は, 本稿の著者 7 名が共同で担当した. 受講生は, 基礎ゼミの受講生全員が提出する第 1 から



図 5: 授業支援用に作成した PukiWiki サイト (<http://www.isl.is.tohoku.ac.jp/kisozemi2014/>) .

第 5 までの受講希望クラス届の情報をもとに決定され, 本授業には 9 名が配属された. 受講生の所属学部は, 理系学部が 7 名, 非理系学部が 2 名であり, 全員が男子学生である. また, 初回のオリエンテーションでの自己紹介によると, 独学でのアプリ開発経験がある 2 名以外は, サーバ構築やアプリ開発について未経験であり, また, 全員, 本授業は第 1 希望のクラスではなく, 学習意欲は必ずしも高くはなさそうに感じた.

教室には, インターネット接続可能な iMac 端末が 1 人に一台利用可能な計算機演習室を用いた.

実際に実施された, 授業の開催日時とその内容は, 表 1 の通りである. 授業の詳細な実施内容は, 後述する授業実施支援用 PukiWiki サイト (図 5) で現在 (2014 年 10 月) も公開中であり確認可能である.

3.2 授業実施の工夫

基礎ゼミの授業は, 毎週 1 回 90 分の授業を行うのが標準であるが, 本授業では, 表 1 に示すように, 学習効率を高めるため, 授業期間の前半の授業を隔週にして 1 回 180 分の授業で, 座学と実習を一日で実施するようにした.

各回の授業は, はじめに, その日の授業概要を説明し, つぎに, 実習に必要な技術や知識を解説する座学を行い, 最後に, 実習を行う形式である. 座学には, PowerPoint で作成したスライドを利用し, そのスライドを印刷した資料も配布した.

授業で使用したスライドの PDF ファイルは, 本学の授業支援を行う全学的 Web サービスである東北大学インターネットスクール (ISTU)[9] に掲載して, 受講生がダウンロード可能にした. また, 本授

業の実施を支援するための PukiWiki サイト (図 5) を作成し、実習での詳細な作業手順と、CUI 操作やファイル編集でキーボード入力するテキスト情報 (コピー&ペースト可能) を記載した。この ISTU と PukiWiki サイトは、AWS のサイトと同様に、受講生は何時どこからでもアクセス可能である。さらに、担当教員宛のメーリングリストを用意し、授業中以外も、受講生からの質問や相談をメールで受け付けた。このように、本授業では、受講生が、授業以外に、自宅などからも自学自習を出来る体制を整えた。

3.3 授業実施状況

3.3.1 進行速度

本授業の受講生のほとんどは初学者だったため、初期の座学において、丁寧な説明を心掛けた。そのことは、受講生の理解に有益だったと思われるが、一方で、座学に想定以上の時間を取られてしまった。また、初期の実習では、受講生のキーボード入力の操作が覚えず、予定した内容が授業時間内に終わらない場合が頻繁にあった。さらに、AWS は、1 つのユーザアカウントが初期状態で使用可能なリソースに上限を定めており、例えば、EC2 の仮想マシンは最大 20 まで、Elastic IP の固定 IP アドレスは最大 5 までしか使用できない。少数の教員だけで事前の動作試験を行った際には、このことに気が付くことが出来ず、実際の授業の実習中に、この上限に引っ掛かり、それ以降の実習に支障が生じることがあった。なお、この利用可能なリソースの上限の問題については、AWS のサポートセンターのウェブフォームを利用して「上限の緩和」を依頼することで、ほとんどの場合、当日中に解決した。

このような事情があり、本授業は、事前の計画から徐々に進行が遅れていった。その結果、授業期間の後半において、受講生がサーバアプリの作成を行うための実習時間を、授業時間内に十分に確保することが出来ず、このことが、受講生の自学自習の負担を大きくさせることとなった。

3.3.2 AWS を利用したサーバ構築

サーバ構築では、受講生に、EC2 の仮想マシンを作成させ、その仮想マシンに、LAMP (Linux [ubuntu] + Apache2 + MySQL + PHP) 環境を構築させる。

事前の座学では、各サーバ機能の用途や役割について説明したが、動作の詳細な仕組みや、設定ファイルの内容や書式については、際限がないため説明を省略した。

そして、実習では、授業支援用 PukiWiki サイトに記載された手順に従い、パッケージ管理システムである Apt (Advanced Package Tool) を利用することで、動作するサーバが簡単に構築できることを

体験させた。受講生は、AWS の EC2, EBS, Elastic IP, Security Group の各機能をすぐに理解して、ほとんど戸惑うことなく使いこなせていたように見えた。

仮想マシンの操作は、iMac 端末の MacOS のコンソールから仮想マシンに SSH 接続しての CUI 操作で行い、また、ファイル編集のエディタには vi エディタを推奨した。念のため、受講生が、CUI 操作や vi エディタにどうしても馴染めない場合を想定して、VNC を利用した GUI 操作の方法も教えたが、ほとんどの受講生は、時間とともに CUI 操作と vi エディタを見事に習得し、GUI 操作はあまり利用されていなかった。

一部の受講生は、設定ファイルの編集ミスなどが原因で、どうしても正しく動作しない場合があったが、教員からの助言により、正しく動作した状態のバックアップからやり直すなど、IaaS の機能を上手く活用して、最終的には、全員が LAMP 環境の構築に成功した。

3.3.3 サーバアプリ開発

サーバアプリ開発では、受講生に、自由な発想でサーバアプリを考案させ、各自の仮想マシンの LAMP 環境上で開発させる。

事前の座学では、サーバアプリ開発に必要な基礎知識として、PHP プログラム、メール送受信、GitHub、MySQL 連携によるユーザ認証、cron (自動実行) の利用方法などについて説明した。

そして、実習では、具体例として「特定ウェブサイトを一定の時間間隔で自動バックアップするアプリ」を紹介し、作成させた。

その後、受講生に、各自が開発するサーバアプリを自由に考案させ、そのサーバアプリ案を発表させた。正直なところ、事前の座学と実習に十分な授業時間が確保できなかったため、受講生の発表するサーバアプリ案は、実習で作成した具体例をベースに、若干の改変したものになると、著者は考えていた。しかし、9 名の受講生 (a-i) の発表したサーバアプリ案は、「a. ファイル添付可能なメール送信機能付きウェブメモ帳」、「b. 大学生協ウェブサイトと連携する学食利用時の栄養管理ツールとヤフーオークションの安値通知ツール」、「c. 音声データ操作対応の掲示板」、「d. 自動スケジュール調整機能付き iCal 対応ウェブカレンダー」、「e. 複数ユーザでの時間割共有アプリ」、「f. 特定ウェブサイトの更新検知およびメール通知ツール」、「g. RSS によるウェブサイトの更新メール通知ツール」、「h. PHP ウェブカレンダー」、「i. ウェブメモ帳」であり、創意と意欲にあふれるものが多かった。なお、ここで、受講生 a と b は、本授業の受講前から独学でのアプリ開発経験があった 2 名である。教員らは、

表 2: 教員が本授業用に作成したアンケートの結果.

設問	選択肢 (1, 2, 3, 4, 5)	平均値
(A-1) 各回の授業内容の量は適切か?	1:少なすぎる 5:多すぎる	3.63
(A-2) スライドや配布資料は助けになったか?	1:なった 5:ならなかった	1.75
(B-1) サーバ構築ができるようになったか?	1:なった 5:ならなかった	2.38
(B-2) サーバアプリの作成をできるようになったか?	1:なった 5:ならなかった	2.00
(C-1) 授業は役に立ったと思うか?	1:なった 5:ならなかった	1.25
(C-2) IaaS を今後も利用したいと思うか?	1:強く思う 5:思わない	2.75
(C-3) サーバ構築の勉強を今後も続けたいか?	1:強く思う 5:思わない	2.25
(C-4) サーバアプリ開発を今後も勉強したいか?	1:強く思う 5:思わない	2.38
(D-1) 授業の総合的な評価は?	1:非常によい 5:非常に不満	2.38

各受講生の発表案に対して、実現に必要な技術や方法を助言し、また、授業の残り時間が少ないことから、実際には、実現が容易では無いことも説明した。

その後の授業は、ほぼ自習形式となり、受講生は、各自のサーバアプリ開発に取り組んだが、徐々に、サーバアプリ開発が想像以上に難しく時間が掛かることに気が付いたようで、一部の受講生からは、焦りや悲壮感も感じられた。しかし、厳しい状況であることについて、具体的な相談や助言を教員に求めた受講生は1名(d)だけだった。そのため、教員は、受講生がサーバアプリ完成に失敗することと、その失敗に受講生が過剰に反応することに不安を覚え、成果発表会の直前の授業(7月14日)において、受講生らに「サーバアプリが未完成でも、完成したところまでを評価するので、必ず報告して欲しい。」と声を掛けた。

最終授業には、事前に病気に伴う理由で欠席連絡があった1名(i)を除く8名が出席し、成果報告会が行われた。事前のサーバアプリ案の発表内容に近いかたちで完成させたのは、独学でのアプリ開発経験のある2名(aとb)にcを加えた3名であり、また、dは計画を大きく修正して機能を限定することで完成させた。それ以外の、e,f,g,hの4名は未完成であり、途中までの成果を報告した。

ところで、受講生には、開発したサーバアプリの採点のために、最終授業日を締切として、前述の授業支援用PukiWikiサイトに用意された各受講生専用のページに、各自のサーバアプリの開発成果を記載するようにと指示していた。しかし、今回の成果報告会において、多くの受講生より、サーバアプリの完成まで、締切を延長して欲しい旨の要望が多くあり、その提出締切を8月24日まで延長した。そ

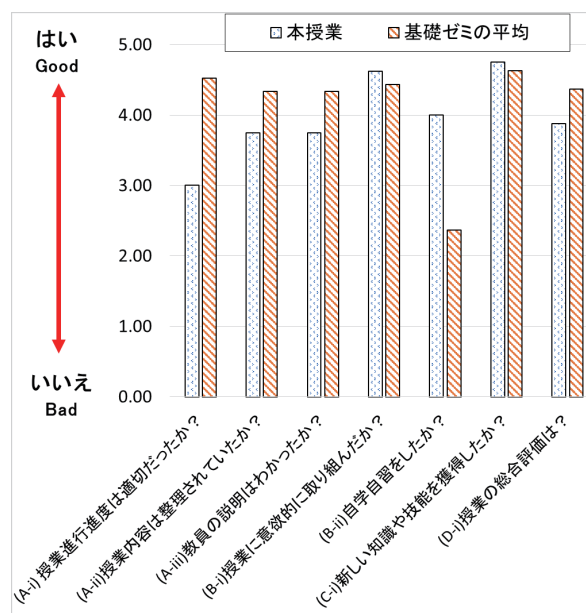


図 6: 大学で実施された授業評価の結果.

の結果、eとfの2名の受講生が、事前の計画から機能を削るなどの変更を伴いつつも、実際にサーバアプリを最後まで完成させた。したがって、最終的に、サーバアプリを完成させた受講生は、9名中6名であった。

4 受講生の反応と評価

最終授業での成果報告会の際、報告する受講生から、本授業への感想が、自発的に述べられることがあった。その中には、「勉強になった」などの前向きな声もあったが、一方で、「すごい自習をする必要があり大変だった」、「このクラスは、他の基礎ゼミのクラスと比べて負担が大きすぎる」、「このクラスをとって失敗したと思った」のような否定的な主旨の声が複数聞かれた。この受講生の声は、おそらく本心であり、教員に対して、どうしても一言述べたかったのだと推測される。

また、成果報告会の後、欠席した1名を除く8名の受講生に対して、本授業の教員が独自に作成したアンケートと、本学の全学教育科目(基礎ゼミを含む1,2年生向けの非専門科目)の全ての授業で共通に実施される授業評価(アンケート)を行った。いずれも無記名方式であり、教員からは「この回答の結果は、成績には影響しない。」と説明している。

それぞれの回答の集計結果を、表2と図6に示す。なお、表や図の中に記載の設問文は、実際のアンケートと授業評価での設問内容を、意味が大きく変わらない範囲で要約したものであり、また、両者の結果を比較し易いように設問順の並び替えを行っている。さらに、重要と思われる設問の結果は、こ

ここでは記載していない。

アンケートの回答結果（表2）の基準値は3であり、(A-1)の設問以外は、基準値の3より、小さいほど良い評価であり、大きいほど悪い評価である。授業評価の回答結果（図6）では、棒グラフが長い（値が大きい）ほど良い評価であり、基礎ゼミの全クラス平均との比較が可能である。

表2と図6の中の設問文先頭に付記されたアルファベットは、各設問の分類を意味しており、それぞれ、Aは授業形式、Bは受講生の達成感、Cは授業内容の有用性、Dは総合的評価に関する問いである。以下では、各分類ごとに結果について考察する。

A 授業形式

表2の(A-1)の「授業の内容の量を適切か？」の回答結果は**3.63**であり、「どちらでもない」に対応する3の値より大きいことから、授業の内容の量が多いと評価されていることがわかる。このことは、図6の(A-i)の結果（授業進行速度の適切さが、基礎ゼミの平均よりも大きく劣る）に矛盾せず、成果報告会で述べられた受講生の否定的な感想にも一致する。

また、表2の(A-2)の「スライドや配布資料が助けになったか？」の回答結果は**1.75**と良い評価をされている一方で、図6の(A-ii)、(A-iii)の結果で「授業内容の整理」と「教員の説明のわかりやすさ」が、基礎ゼミの平均と比較して低く評価されている。この矛盾した結果は、授業の内容の量が多すぎる（難しすぎる）ことが原因と推測される。

B 受講生の達成感

表2の(B-1)の「サーバ構築ができるようになったか？」の回答結果**2.38**と、(B-2)の「サーバアプリが作成ができるようになったか？」の回答結果**2.00**より、受講生が、IaaSを用いたサーバ構築とサーバアプリ開発の技術を、ある程度は獲得できたと感じていることがわかる。なお、ここで興味深いことは、サーバ構築よりも、サーバアプリ開発の方が、より「できるようになった」と評価している点である。サーバ構築はやり方を全て教えられて試してみる実習であったが、サーバアプリ開発は受講生が自分自身で考えて試行錯誤する実習であった。その違いが、サーバアプリ開発の学習効果と達成感をより高めたと思われる。

また、図6の(B-i)、(B-ii)の結果より、受講生が、基礎ゼミの平均よりも、意欲的かつ一生懸命に授業に取り組んだことが見て取れる。とくに、(B-ii)の「自学自習をしたか？」の回答結果が、基礎ゼミの平均と比較して顕著に大きいことから、自学自習の量は、格段に多かった推測できる。

C 授業内容の有用性

表2の(C-1)の「授業は役に立ったか？」の回答結果**1.25**は、アンケートにおける全設問中で、最も良い評価である。このことから、受講生が、本授業の内容の有用性を高く評価してくれていることがわかる。また、図6の(C-i)の「新しい知識や技術を獲得したか？」の回答結果が、基礎ゼミの平均よりも優れることから、本授業の有用性の高さを、相対的にも、確認することが出来る。

表2の(C-2)～(C-4)は、本授業で学んだ「IaaS」、「サーバ構築」、「サーバアプリ開発」の各技術に対する受講生の関心の強さを問う設問である。若い敏感な感性を持つ受講生が、強い関心を示す技術は、将来性が優れると期待できるが、今回は、いずれの技術の評価も基準値の3よりやや小さい程度であることから、受講生は「IaaS」、「サーバ構築」、「サーバアプリ開発」に一定の関心を示しつつも、それほどには強い将来性を感じなかったと推測される。

D 総合的評価

表2の(D-1)の回答結果の**2.38**は、基準値の3よりも良いが、アンケートの他の設問の回答結果と比較すると、やや悪い。また、図6の(D-i)の結果は、基礎ゼミの平均よりも若干低い。すなわち、本授業に対する受講生の総合的な満足度は、残念ながらあまり高くなく、本授業には改善の余地があることがわかる。

5 まとめ

本稿では、著者らが、東北大学の新入生を対象に開講した「IaaSを活用してサーバ構築とサーバアプリ開発を体験する授業」の実践報告を行った。

IaaSを活用することで、授業準備の手間、ハードウェア関連トラブル、OSインストール作業などでの時間、そして、費用を削減することが可能となり、オンプレミス方式では負担が大きいサーバ構築の実習を、効率良く実施できた。一方で、本授業は、今回の2014年度が初開講であり、準備や経験の蓄積が無かったため、IaaSで利用可能なリソースの上限に引っ掛かるなどの、初歩的なトラブルで、授業の進行に支障が生じることがあった。また、最終的な受講生からの反応と評価より、授業の内容量と進行速度の設定に改善する余地があることがわかった。

著者らは、2015年度も同様なテーマで基礎ゼミの授業を開講する予定であるが、その際は、今年度の経験と反省を活かして、最大限の改善を行いたい。

本稿で紹介した、「AWS in Education 助成プログラム」などのAWSの利用に関する情報と、授業の実践報告が、今後の大学教育におけるIaaSの活用推進の一助になれば幸いである。

謝辞

本研究の一部は、「AWS in Education 助成プログラム」の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] Amazon Web Services, <http://aws.amazon.com/>
- [2] Microsoft Azure Cloud Service - microsoft.com,
<http://azure.microsoft.com/ja-jp/>
- [3] 東北大学学務審議会/東北大学高等教育開発推進センター, 第 1 回 東北大学基礎ゼミ FD・ワークショップ - 報告書 -, 平成 20 年 3 月,
<http://www.ihe.tohoku.ac.jp/cahe/wp-content/uploads/2011/06/9df9148884c57da85b6520693de7ca56.pdf>
- [4] 東北大学学務審議会/東北大学高等教育開発推進センター, 第 7 回 東北大学基礎ゼミ FD・ワークショップ - 報告書 -, 平成 26 年 3 月,
<http://www.ihe.tohoku.ac.jp/cahe/wp-content/uploads/2011/06/6e67ca8b2846e13756ef5843b153302a.pdf>
- [5] RENO, NV, “Microsoft and IBM Chase Amazon while Google Falls Off the Pace, ” Synergy Research Group, July 28, 2014,
<https://www.srgresearch.com/articles/microsoft-and-ibm-chase-amazon-while-google-falls-pace>
- [6] AWS Identity and Access Management (IAM),
<http://aws.amazon.com/jp/iam/>
- [7] Amazon Elastic Compute Cloud ドキュメント,
<http://aws.amazon.com/jp/documentation/ec2/>
- [8] AWS ドキュメント,
<http://aws.amazon.com/jp/documentation/>
- [9] 東北大学インターネットスクール (ISTU),
<http://www.istu.jp/>