

社会人のための高度IT技術を活用した 創造教育プログラムの実践 ～仮想化環境実践講習会を通して～

尾崎 拓郎^{1,a)} 越智 徹^{2,b)} 出木原 裕順^{3,c)} 宮崎 龍二^{4,d)}

概要： 来たるべき第4次産業革命では、IoTやAIに代表されるIT系の技術を駆使し、新たな発想で価値を生産できる人材の開発が求められている。社会的な課題を解決するためのIT技術のひとつに仮想化技術活用がある。具体的な技術獲得を行うための教育プログラムは、書籍やハンズオン、企業研修といった形で体験する機会が提供されているものの、体系化された教育プログラムの中に、技術概要を俯瞰しつつ、かつ体験を取り入れた内容のプログラムは考慮されていない。そこで、本稿では、IT技術を活用できる人材を育成するために必要な仮想化技術を獲得するための、社会人向けに実施した仮想化環境実践講習会の内容および実践について、報告する。

Practice of Educational Program for Working Professional using High-Level IT Skills -Trial of Workshop Building Environment of Virtualization Technology-

TAKURO OZAKI^{1,a)} TORU OCHI^{2,b)} HIROYUKI DEKIHARA^{3,c)} RYUJI MIYAZAKI^{4,d)}

1. はじめに

1990年代から現在に至るまで、コンピュータやインターネットなどが主となってけん引する第3次産業革命 [1] が進展している。いわゆる「デジタル革命」と呼ばれるこの産業革命は、現在、次のフェーズである第4次産業革命へ移行すると言われている [2]。第4次産業革命という言葉が一般に認識し始めたのは、2010年にドイツが提唱した Industrie 4.0 に由来すると言われており、その提唱以降、

欧米諸国やアジア諸国においても、第4次産業革命を意識した国家戦略や関連の取組みが進められ、2016年1月にスイスのダボスで開催された第46回世界経済フォーラム (World Economic Forum) では、世界共通の主要テーマとして第4次産業革命が取り上げられた [3]。

日本政府も第4次産業革命に対する調査や政策を策定しており、日本における注目度も年々高まっている [3][4]。第4次産業革命では、人工知能 (Artificial Intelligence: AI) やIoT (Internet of Things)、ロボット技術などがコアになる技術だと言われているが、これらの技術は進展や変化が早く、第4次産業革命に対する調査において、人材育成が課題の1つに挙げられている [4][5]。

本稿では、第4次産業革命のコア技術のうち、仮想化技術に焦点をあてて、体系化された教育プログラムの中に当該技術の概要を俯瞰しつつ、技術習得可能な、社会人向けの仮想化環境実践講習会について報告する。

¹ 大阪教育大学
Osaka Kyoiku University

² 大阪工業大学
Osaka Institute of Technology

³ 広島修道大学
Hiroshima Shudo University

⁴ 広島国際大学
Hiroshima International University

a) ozaki@cc.osaka-kyoiku.ac.jp

b) toru.ochi@oit.ac.jp

c) hdekihar@shudo-u.ac.jp

d) r-miyaza@he.hirokoku-u.ac.jp

2. 目指す人材像

現代社会において高齢化・少子化・グローバル化等の社会的な課題が数多くある中で、それらの社会的な課題を解決することが求められており、課題を解決するためには、新しい発想のビジネスが求められていて、それらの実現を行うためには、高度な IT 技術の活用が不可欠であることが謳われている [6]。それを受けて、第 4 次産業革命において必須である IoT, AI やビッグデータに代表される IT 系の技術を駆使し、新たな発想（サービス企画・デザイン思考）でビジネスを創造できる高度 IT エンジニアを育成する講座のひとつとして、「仮想化環境実践」の項目を取り上げる。

3. 講習を実施する上で基礎となる技術

3.1 仮想化技術

仮想化技術とは、既存のコンピュータ上の中に、ソフトウェアによって異なるコンピュータ環境を作成する技術のことである。ハードウェアとしてのコンピュータに使用される CPU やメモリ、ディスクストレージ、ネットワークの高性能化、高速化、大容量化、そして、ソフトウェアによる代替技術（エミュレーション）の進展を受けて、この仮想化技術が実用化され、情報基盤システム等でも多数利用されるようになってきている [7]。

一般的な、サーバ仮想化技術を活用することで、物理ホストのハードウェアリソース（CPU、メモリ、ディスクストレージ、ネットワーク等）を隠蔽・抽象化し、仮想的な（複数の）サーバハードウェア空間を生成することができる。その仮想的ハードウェア空間で、OS を動作させることで、1 台のホスト上で複数の OS を独立して動作させることが可能になる。

ソフトウェアによる仮想化には、ホスト型とハイパーバイザ型があり、ホスト型のサーバ仮想化は、汎用的な OS の上で、アプリケーションのひとつとして仮想化ソフトウェアを動作させるものである。仮想マシンを実行するのに必要なハードウェアモジュールを、このアプリケーションがエミュレートすることで、1 台のコンピュータ上で複数の仮想マシンを動作させることができる。

ホスト型の仮想化ソフトウェアには、様々なプラットフォームに対応していることや、通常アプリケーションと同じような GUI で仮想化ソフトウェアを操作でき、初心者でも比較的容易に扱うことが可能である。ただし、ホスト OS がクラッシュしてしまうとその配下で稼働している仮想マシンがすべてダウンしてしまったり、業務の安定性や冗長性を求めるための拡張性には乏しいため、基幹システムなどの重要度の高いシステムを動作させるには十分でないとも言える。

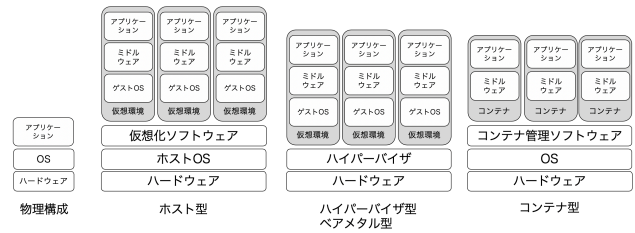


図 1 仮想化技術の違い

ハイパーバイザと呼ばれる仮想化環境を生成する専用のソフトウェアを、ハードウェア上で直接動作させるハイパーバイザ型の仮想化ソフトウェアが登場した。ホスト OS がなく、ハードウェアを直接制御できるため、効率的にリソースを使用できる。

これらの仮想技術は、仮想環境ごとに別の OS が動作するため、仮想環境の動作にかかるホスト型、ハイパーバイザ型による採用形式の違いはあるものの、オーバーヘッドが発生することに留意しなければならない。

3.2 コンテナ技術

コンテナとは、ホスト OS 上に論理的な区画（コンテナ）を作り、アプリケーションを動作させるのにライブラリやアプリケーションをひとつにまとめ、個別のサーバのように利用できるようにしたものである。仮想化ソフトウェアを利用せずとも、ホスト OS のリソースを論理的に分離し、複数のコンテナで共有して利用する。コンテナはオーバーヘッドが少ないため、軽量で高速に動作し、必要なマシンリソースも少ない。

物理構成、仮想化技術、コンテナ技術による構成要素の違いを図 1 に示す。

3.3 環境の選択

どのようなサービス環境を実現するにせよ、その土台となる技術を把握しておかなければ、環境構築を実施にしても、ローカルな環境にその都度データやミドルウェアをセットアップするといったことにもなりかねない。

本稿においては、従来の仮想化技術から近年、運用・開発として注目されているコンテナ技術の基礎的な技術習得を短期間で行えるような講習の実施を目的として、講習内容を設計した。

4. 先行事例

大学や専門学校、企業研修では、技術者育成のための講座は多く開講されている。

たとえば、大学や専門学校において、具体的に「仮想化」を演習項目として掲げている科目は多数確認することができる [8][9][10][11][12]。

情報系の学科による講義・演習で、「仮想化」を主とした

科目においては、大学院での開講科目や集中講義での開講を行っていることが特徴であることが伺える。これらの科目は、15週2単位が標準となっており、大学設置基準に照らし合わせると、90時間分の学修を要することになる。

専門的な知識・技術を要する科目であり、ネットワークの基礎、サーバ構築や仮想化環境構築・運用に関する技術等を修得しようとした場合、演習環境と演習時間の確保が必要となる。そのため、少人数での実施であったり、TA等の配置を必要としたりすることが考えられる。

他には、ネットワーク演習系の科目における一部として、仮想化の概論や簡単な演習による技術習得を行うものも確認されている。この場合は、概論を講義形式で行い、指導者によるデモを実施することで、学習者に新たな環境の知識を伝達することが考えられる。

一方で、企業が実施する有償の講習会も存在し、演習環境や教育内容も充実しているものが確認できる [13][14][15]。企業が主催する講習は開催日程が1-2日程度で完結するものが多く、座学・演習を含めて6-12時間程度を要する講座が多い。

単純に「仮想化技術」に焦点をあてた場合、知識習得のためには前提条件となるネットワークの基礎知識やサーバ構築技術が必要となることが多く、演習を込みとする場合は演習環境を含めた環境設営を考慮しなければならず、初学者が自前で環境を短時間で構築することは難しい。

また、ハイパーバイザ型の仮想化技術は、展開する内容によってはメーカやベンダに依存することが多く、ロックインがかかることが懸念される。大学等で実施する講義は、オープンソースのサービスで環境構築を実施することが多いが、企業が主体となる講習は、パートナー企業との関係もあって、取り扱う製品に限られるような状況も散見される。複数種類の講習を実施している場合であっても、それぞれの講習が独立したものとなっており、俯瞰した観点からサービスを見ることが難しい。

5. 講習会の設計

筆者らは、これまでも類似の教育プログラムを開発してきている [16]。そこで、先述した問題点等を踏まえ、できる限り汎用的な環境での講習会を設計することを試みた。本講習に向けて設計したカリキュラムは次のとおりである。

- (1) 仮想化の概要
 - (a) 仮想化製品
 - (b) サーバ仮想化
 - (c) デスクトップ仮想化
 - (d) 仮想化とクラウド
- (2) 仮想化環境の構成要素
 - (a) 仮想化のコンポーネント
 - (b) 仮想マシン

- (c) 仮想 CPU
 - (d) 仮想メモリ
 - (e) 仮想 HBA, 仮想ディスク
 - (f) 仮想 NIC
 - (g) 仮想スイッチ, 仮想ルータ
 - (h) 演習
- (3) 仮想化ネットワーク
 - (a) 仮想ネットワークの概要
 - (b) ネットワークと VLAN
 - (c) 仮想 NIC とネットワーク形態
 - (d) 仮想ネットワーク Host-only
 - (e) 仮想ネットワーク NAT
 - (f) 仮想ネットワーク Bridge
 - (g) 演習
 - (4) 仮想化環境の運用
 - (a) 仮想環境の運用
 - (b) 様々な構築支援ツール
 - (c) Vagrant の概要
 - (d) 運用とバックアップ
 - (e) 移行 (マイグレーション)
 - (f) P2V マイグレーション
 - (g) V2V マイグレーション
 - (h) ライブマイグレーション
 - (i) Nested VM
 - (j) 演習
 - (5) コンテナ技術
 - (a) コンテナの概要
 - (b) コンテナの動作
 - (c) 仮想化との違い
 - (d) Docker の概要
 - (e) コンテナの概要
 - (f) Docker Hub
 - (g) Docker と OS
 - (h) コンテナの用途
 - (i) コンテナのサイズ
 - (j) Docker のプロビジョニング
 - (k) Docker-Compose によるコンテナ運用

5.1 講習会を実施するために必要な環境

5.1.1 ESXi の導入検討

仮想化環境の構築にあたっては、当初、業務利用で実績があるハイパーバイザ型の VMware ESXi [17] の導入を検討した。通常、ESXi を導入するにあたっては、インストールを行うための VMware vSphere Hypervisor インストーラをサイトから入手し、それをハイパーバイザとしてインストールすれば良い。しかし、ESXi はサポートしているネットワークドライバやハードディスクの種類が限られており、主に Intel 社製のネットワークカードでない利用

できない制約条件を持つ。^{*1}

講習会の実施にあたっては、協力企業に実習環境の手配を依頼するが、利用可能な環境が特定のノートパソコンではなく、汎用的な環境であったことや、直前まで利用可能なノートパソコン実機の型番を把握することが難しかったこともあり、特定のカスタムイメージを構築し、それを展開することも考えたが、万が一の相性不具合による講習不成立になることを危惧し、ESXi を利用した講習の実施を断念した。

5.1.2 Hyper-V の導入検討

Hyper-V は、Microsoft が提供しているハイパーバイザ型の仮想化テクノロジーである [19]。サーバ・ハードウェアに Host OS として、Windows Server (Windows 10 Pro も可能) をインストールした後に、コントロールパネルのプログラムから Hyper-V の機能を追加することでサーバ仮想化の機能を利用することができる。5.1.1 節のように、ハードウェアのサポートに極端な成約があるわけではなく、BIOS の設定で仮想化テクノロジーを有効にしておくことで利用可能となる。

クライアント側の端末にも GUI で操作可能な Hyper-V マネージャをインストールすることで、クライアント側からでも Hyper-V マネージャを介してハイパーバイザを操作することが可能となる。ただし、ネットワークで接続された、通信を伴う環境にハイパーバイザとクライアントが存在する場合、クライアント側からハイパーバイザ上の管理 OS にアクセスして Hyper-V マネージャを操作しようとしても、通常の設定であれば、ファイアウォールによって通信が遮断されている。そのため、初期設定としてファイアウォールの開放を行う必要があり、環境構築のための必要不可欠なポート開放のためのコマンドをハイパーバイザ機の PowerShell で実行する必要がある。

また、2017 年度に実施した講習会では、ネットワークの接続トラブルが散見され、想定通りの疎通が確立できるようにするためには、複数のコマンドを実行し、ファイアウォールの開放作業等を行う必要があった。そのため、円滑な講習の進行にはやや支障をきたすこととなった。

5.1.3 VirtualBox の導入検討

5.1.1 節、5.1.2 節の状況を踏まえ、短期間で、仮想化技術を把握するための構築環境を再度検討することとなった。

Oracle 社が提供する VirtualBox は、オープンソースで開発されており、Host 型の仮想化環境として提供されている [20]。無料で提供されているため、ひとまず仮想マシンというものでほかの OS を動かしてみたいという需要に対して気軽に応えてくれる。

講習を実施する際に、対面の講習時間が当初想定 10 時間から 6 時間に削減されたことを受け、1 日 6 時間の講

習の中で、仮想化の概論から構築技術および実践までを遂行するためには、単なる講義にとどまらず、構築作業が容易な環境の中で実習を行う必要が出てきた。

VirtualBox は GUI によるインストーラウィザードや操作メニューが充実しているため、操作に混乱することも少ない。また、多くの OS 向けに提供されているため、汎用的な講習会環境であっても容易に実現可能である。

そのような事情を踏まえ、VirtualBox による環境構築を基礎とした講習会内容を検討することとした。

6. 講習会の実施と評価

基本的な流れは 5 章で示した流れを踏襲し、対面講義 6 時間、ネットワーク知識やサーバ構築技術が伴っていなかったとしても仮想化技術の概要を理解し、仮想化環境を構築できる演習を取り組めることを念頭に内容を構成した。

講習の開催概要は次のとおりである。

開催日時 2019 年 7 月 16 日 10:00 - 17:00 (休憩 1 時間)^{*2}

場所 東京都内の研修センター

対象 IT 技術者としての経験が 3 年以上で、ICT の基礎知識を持っている者

受講者 23 名

具体的な講習の流れは次のとおりである。

(1) 仮想化の概要 (1 時間)

(a) 仮想化製品、サーバ仮想化、デスクトップ仮想化、仮想化とクラウド、ネットワークの基礎

(2) 仮想化環境の構成要素 (1 時間)

(a) 仮想化のコンポーネント (マシン、CPU、ディスク、NIC、スイッチ、ルータ)

(b) VirtualBox を用いた仮想環境の導入 (演習)

(3) 仮想化環境の運用とネットワーク (2 時間)

(a) 仮想環境の運用とバックアップ・マイグレーション (演習)

(b) 仮想ネットワークの概要、VLAN

(c) 仮想 NIC とネットワーク形態 (Host-Only, NAT, Bridge) (演習)

(4) コンテナ技術 (2 時間)

(a) コンテナの概要、動作、Docker の概要

(b) Docker 環境の導入、プロビジョニング、コンテナによるアプリの運用 (演習)

参加者の前提条件として、ICT の基礎知識を持っている者と掲げられているが、どのような前提知識を持った者が参加されるかが不明であったため、6 時間で一通りの実習が完結することを念頭に、講習を構成した。

6.1 参加者層の把握 - 講習前アンケート

講習当日の冒頭に、事前アンケートを実施した。概況を

^{*1} VMware 社の互換性に関する検索ページ [18] が詳しい。

^{*2} 受講者は、2 時間の e-Learning 講習でネットワーク関係の知識を習得していることを前提としている。

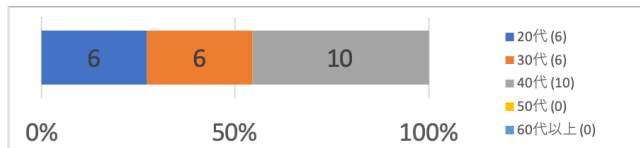


図 2 受講者の年齢層 (年代)

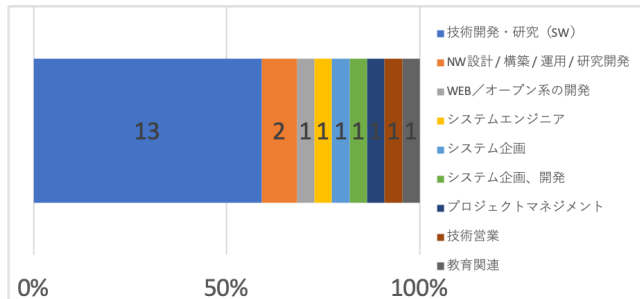


図 3 受講者の業務内容 (最も近いものを一つ選択)

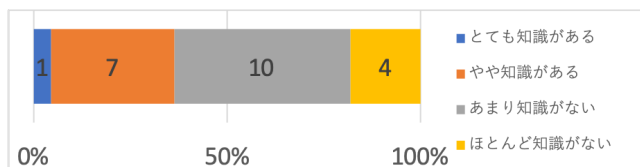


図 4 受講者の仮想化技術に対する知識量 (自己申告)

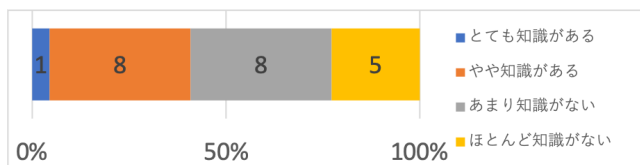


図 5 受講者のクラウド技術に対する知識量 (自己申告)

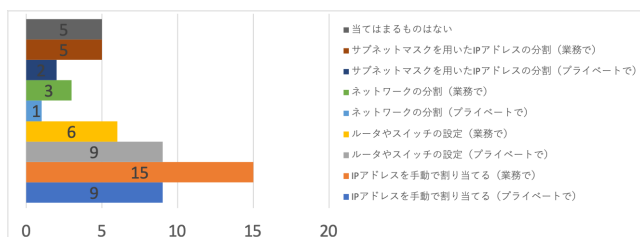


図 6 受講者のネットワーク作業に対する経験 (自己申告)

把握するための任意のアンケートであったため、出席者 23 名中回答者は 22 名であった。図 2 ~ 図 7 に、事前アンケートの結果を示す。

アンケートの結果より、受講者層は新人もしくは中堅層の社会人がほとんどで、技術開発等を行っている者が多かった。具体的な業務内容については問うていないため、今回の設問では判断できないが、仮想化技術やクラウド知識については半数以上の者が「あまり知識がない」「ほとんど知識がない」と回答しており、講習内容とは異なる業務を平時行っていることが推察される。

ネットワーク作業の経験については、業務で IP アドレスの割り振り作業を行っている者が 15 名 / 22 名 (68.2%)

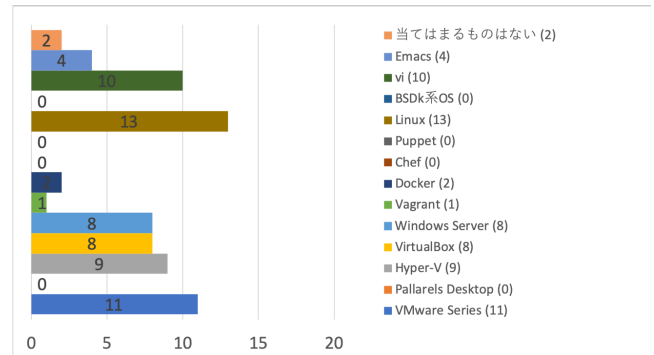


図 7 受講者のソフトウェア利用に対する経験 (自己申告)

であるものの、細かなネットワーク設計等の作業に携わることがあまりないことが伺える。

ソフトウェアの利用経験については、商用の仮想化アプリケーションの利用が半数程度見られるが、利用に偏りが見られた。そのため、今回の講習に関する知識を事前に持っていた者は 7 名 / 22 名 (32.1%) 程度であった。

6.2 参加者層の把握 - 講習実施後のアンケート

1 日講習の最後に、事後アンケートを実施し、23 名全員の受講生から回答を得ることができた。講座の満足度、教材、演習、教授法について、「とても満足」「満足」「まあ満足」「やや不満」「不満」「とても不満」をそれぞれ 6 - 1 の得点としたとき、評価の平均値は、表 1 のとおりであった。

表 1 授業実施後アンケートにおける項目ごとの平均点 (有効回答数 23)

項目	得点 (6 点満点)
講習の満足度	4.20 (70.0%)
教材の質	4.35 (72.5%)
実習 (演習) の質	4.22 (70.3%)
講師の教授法	4.44 (74.4%)

また、講習の進行 (速度) について、「長すぎる」「やや長い」「ちょうど良い」「やや短い」「短い」をそれぞれ 5 - 1 の得点とした時、評価の平均値は 3.13 であった。

数値だけを見た場合、本来の趣旨に沿った内容の提供については、評価値が 70% 以上であったことから、及第点の評価を与えられ、進行についても概ね順調であったといえる。しかし、既に技術習得している受講者の自由記述には、「簡単すぎる」「学ぶことはない」といった本人にとっては既修得事項であったケースを伺うこともできれば、「概念は理解できたが、作業は早かった」「コマンドを理解するのに時間がかかった」といった、今回の内容を未習得・未経験の者からすれば、高度な作業を要求しているとも推察された。また、実際の業務での活用やネットワークの仮想化についても知りたいと言った建設的な意見をいただくこともできた。

今回は、新たな発想でビジネス創造できる高度 IT エン

エンジニアを育成する講座のひとつとしての「仮想化環境実践」講座であったため、新たな知識獲得としてニーズにマッチした受講者もいれば、方向性に懐疑的な意見を述べる受講者も確認された。

そのため、単純な「仮想化」という言葉で講座を束ねるのではなく、受講ニーズと提供内容とのマッチングが適切に行えるようなカリキュラムのさらなる検討が必要であると考えられる。具体的には、演習環境の見直しや、レベルの細分化、実施（講習・演習）内容の検証が挙げられる。

7. おわりに

本稿では、第4次産業革命のコア技術のうち、体系化された教育プログラムの中に仮想化技術習得可能な講習会の実践について報告した。

できる限り汎用的な環境を利用し、限られた時間（1日/6時間）の中で、仮想化技術を俯瞰させるべく実施し、一定の評価を得ることはできた。今回の講習での実践および実施内容から得られたフィードバックを踏まえて、仮想化環境実践演習のカリキュラム改善を行い、これからの高度ITエンジニア養成に対するニーズに対応できるような講習の提供を目指す。

謝辞 本研究の一部は、株式会社ウチダ人材開発センタの受託研究の支援によって行われた。

参考文献

- [1] ジェレミー・リフキン (著), 田沢恭子 (翻訳), 第三次産業革命: 原発後の次代へ、経済・政治・教育をどう変えていくか, インターシフト (2012).
- [2] クラウス・シュワブ (著), 世界経済フォーラム (翻訳): 第四次産業革命 ダボス会議が予測する未来, 日本経済新聞出版社 (2016).
- [3] 経済産業省産業構造審議会新産業構造部会: 新産業構造ビジョン～第4次産業革命をリードする日本の戦略～中間整理, http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/shin_sangyoukouzou/pdf/ch_01.pdf (2019.09.01).
- [4] 総務省: 平成 29 年版情報通信白書, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h29/pdf/29honpen.pdf> (2019.09.01).
- [5] 株式会社三菱総合研究所: IoT 時代における ICT 産業の構造分析と ICT による経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究, http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/h28_01_houkoku.pdf (2019.09.01).
- [6] 一般社団法人コンピュータソフトウェア協会: 高度 IT 技術を活用したビジネス創造プログラム事業, https://www.csaj.jp/activity/project/souzou_pgm/ (2019.09.01).
- [7] 富士通: 仮想化とは, <https://www.fujitsu.com/jp/products/computing/storage/lib-f/tech/virtual/v1/> (2019.09.01).
- [8] サイバー大学: インターネット技術 II 2018 年度シラバス, https://www.cyber-u.ac.jp/syllabus/latest_18f/5621.html (2019.09.02).
- [9] 筑波大学: 仮想化サーバ構築技法 2016 年度シラバス, <http://www.cs.tsukuba.ac.jp/syllabus/2016/01CJ227.html> (2019.09.02).
- [10] 奈良先端科学技術大学院大学: 仮想化システム基盤 2018 年度シラバス, https://syllabus.naist.jp/subjects/preview_detail/60 (2019.09.02).
- [11] 九州工業大学: O S と仮想化特論 (Advanced OS and Virtualization) 2017 年度シラバス, https://edragon-syllabus.jimu.kyutech.ac.jp/guest/syllabuses/direct?faculty_code=36&department_code=075&year=2017 (2019.09.02).
- [12] 神戸電子専門学校 ネットワーク構築 I 2019 年度シラバス, https://www.kobedenshi.ac.jp/info/features/pdf/itEX/itEX_26.pdf (2019.09.02).
- [13] CTC: サーバ仮想化の Hands-On トレーニングシステム・仮想基盤構築トレーニング (仮想化分野), <https://www.school.ctc-g.co.jp/course/IT300.html> (2019.09.02).
- [14] NEC マネジメントパートナー: サーバー仮想化基礎, <https://www.neclearning.jp/courseoutline/courseId/IF003/> (2019.09.02).
- [15] 日立アカデミー, クラウド / サーバ仮想化, <https://www.hitachi-ac.co.jp/course/intro/flow/cloud/index.html> (2019.09.02).
- [16] 越智徹, 宮崎龍二, 出木原裕順, 間島利也: クラウド技術のための仮想マシンによる総合型情報技術演習の開発, 情報処理学会, コンピュータと教育研究会 128 回研究会報告, 2015-CE-128, 13, pp.1-4 (2015).
- [17] VMware, ESXi, <https://www.vmware.com/jp/products/esxi-and-esx.html> (2019.09.02).
- [18] VMware, VMware Compatibility Guide, <https://www.vmware.com/resources/compatibility/search.php> (2019.09.02).
- [19] Microsoft, Windows server Hyper-v, <https://docs.microsoft.com/ja-jp/windows-server/virtualization/hyper-v/hyper-v-on-windows-server>, 2016. (2019.09.02).
- [20] Oracle, VirtualBox, <https://www.virtualbox.org> (2019.09.02).