

G-16

ネットワークインフラ構築に関する教育を支援する演習教材の開発

金田 竜治† 川橋 裕‡
Ryuji Kaneda Yutaka Kawahashi

1. はじめに

近年、IT 業界は深刻な人材不足に直面している。2024 年に IPA が発表した「DX 動向 2024」[1]によると、2023 年度の調査において、日本企業のうち DX を推進する人材の「量」の確保に関して、「やや不足している」と回答した割合は 23.6%、さらに「大幅に不足している」と回答した割合は 62.1%に達した。特に「大幅に不足している」と回答した割合は、2021 年度および 2022 年度と比較して増加傾向にある。このように、DX 推進の必要性が高まる一方で、IT 人材の不足が顕在化しているのが現状である。この課題に対処するため、経済産業省をはじめとする各機関はデジタル人材の育成を推進している。例えば、経済産業省と IPA が運営するデジタル人材育成プラットフォームである「マナビ DX」[2]のように、デジタルに関する知識を習得するためのオンライン学習サイトが提供されており、大学などの教育機関でも IT 技術者の育成が進められている。

しかし、ネットワークインフラ構築に関する技術を有する人材は依然として不足している。この問題は、特に企業がクラウド化を進める中で顕著である。企業がクラウドサービスを利用する際には、物理的なサーバやネットワーク機器をクラウド上で管理するための知識が必須である。さらにクラウドサービスの需要拡大に伴い、これを支えるネットワークインフラ技術者の需要も増加している。なお本研究で言及する「ネットワークインフラ構築」とは、サーバやファイアウォールなどのハードウェアを導入し、運用可能なネットワーク環境を構築する技術を指している。

ネットワークインフラ構築に関する教育機会は極めて限られており、特に実践的な演習環境の不足が課題である。大学教育においても、ネットワークインフラ構築を体系的に学ぶ授業は不足しており、和歌山大学においても夏季集中講義「インシデントレスポンス演習」のみが実践的な演習環境を提供している状況である。これには、次の 2 つの課題が関与していると考えられる。1 つ目は高額な機器を確保することが難しいということである。ネットワークインフラ構築に必要な機器は高価であり、教育機関が生徒数分の機器を準備することは困難である。さらに、これらの機器は他の演習に流用できないことが多く、教育予算に大きな負担を与えている。そして 2 つ目は学習タイミングの遅れである。実機を用いた学習を開始するタイミングが遅れると、学習者が技術を習得するまでに多くの時間を要する。これにより、教育効果が十分に発揮されない可能性がある。

ネットワークインフラ構築技術者の育成を促進するためには、実機に触れる前に基礎知識を効率よく学べる教育環境が必要である。そこで本研究では、ネットワークインフラ構築の基本的な考え方を実践的かつスムーズに学べる演習教材を提案する。この教材では、次の 2 要素に重点を置

いて設計を行った。1 つ目は簡単でわかりやすい演習を通じて、ネットワークインフラ構築の基礎的な知識を身につけることである。そして 2 つ目はグループワークを活用し、協働学習を通じて効率的な理解を促進することである。

2. 関連研究・関連システム

2.1 関連研究

ネットワークインフラ構築においては、手順や設定の誤りがシステムの不具合を引き起こすだけでなく、元の状態への復元が困難になるという課題が存在する。特に初学者にとっては、こうした問題が学習の障壁となることが多い。

その解決策として提案されているのが、コンテナ仮想化環境を活用したインフラ構築演習環境[3]である。この研究では、学習者の設定ミスを個別に指摘する機能や、復元機能を備えた演習環境の構築が試みられている。しかし、評価対象がウェブサーバの構築に限定されており、ファイアウォールやスイッチなどの機器の配置は含まれていないため、ネットワークインフラ全体の理解には限界がある。

加えて、ネットワーク構築の教育を支援するカードゲームの製作[4]では、TCP/IP や OSI 参照モデルの座学を終えた学習者を対象に、実践的な感覚と知識を養うための教育支援ツールが開発されている。グループワークを通じて学習効率を高める工夫もされており、アンケート結果からその有用性が示されている。

本研究との対比として、既存研究が OSI 参照モデルの第 3 層（ネットワーク層）を中心にしているのに対し、本研究では第 2 層（データリンク層）に基づいた教育支援ツールの構築を目指している点が特徴的である。

2.2 関連システム

「IT インフラ構築実践 1 ～要素技術を横断的に捉え、IT インフラを構築する～」は、トレノケート社が提供する 3 日間のネットワークインフラ構築演習である[5]。この演習では、企業の IT インフラで使用される Web、DNS、セキュリティ、認証などの各種サーバの役割や構成方法を、Windows および Linux ベースのサーバ構築演習を通じて学習する。また、ネットワーク、ストレージシステム、サーバ仮想化技術など、データセンター技術に関する知識も学び、IT インフラに関する全般的な理解を深めることができる。

問題点として、費用が数十万円と高額であることが挙げられる。さらに、仮想サーバでの構築演習が中心であり、実機の配置方法についての学習機会が限られている。この既存技術はシステム管理者も対象としているが、配置方法の指導が含まれていないため、管理者に求められる知識を十分に習得することが難しいと考えられる。

3. 提案手法

3.1 実施人数と対象

本提案手法の実施において、参加人数は4人または5人を想定している。ただし、1人や6人以上でも実施可能である。少人数（1～2人）で実施する場合と比べて、複数人で行うことで意見交換や相談が活発になり、学習効果の向上が期待される。一方、6人以上の大人数で実施する場合には、意見がまとまりにくくなるうえ、一部の参加者が発言しづらくなる可能性がある。加えて、進行の遅延や全員の進捗状況を均一に保つ難しさが課題として挙げられる。

このことは、「小グループ学習における適切なグループ構成人数」[6]においても、6人で学習するよりも4人で学習するほうが学習に対するコミットメントが高い結果を得ることができている。

円滑な進行を図るため、参加者に加えて1名のファシリテータを配置する。ファシリテータは、進行を管理し、意見交換を円滑に進められるよう調整する役割を担う。加えて、サーバやネットワーク機器の適切な配置方法やインフラ構築全般に関する十分な知識を有していることが求められる。さらに、演習終了後の結果をフォローアップし、構築されたネットワークが正しく動作しているか、設定が課題のテーマに沿っているかを判断する役割も担う。

演習に参加するメンバーは、サーバやスイッチなどの基本的なネットワーク機器の役割や機能について理解していることが前提である。事前に必要な知識の説明を行うが、その内容は、大学の基礎的なネットワーク工学の授業や情報システム設計の講義で扱われる範囲を対象とする。具体的には、以下の内容を含む。

- サーバ、スイッチ、ファイアウォールなどの基本的な役割や接続方法
- VLANの仕組みと活用方法

事前説明を実施する際、ファシリテータは参加者に対して、図1のような説明資料を用いて、問題で使用するスライドや各問題の内容を説明する。加えて事前説明では、今回の演習で使用する機器について詳しく解説し、授業で学んだ内容を振り返る機会を提供する。

DB(データベース)サーバ

- システムが取り扱うデータを一元管理し、データの保存や更新、バックアップを行うことサーバ
- クライアントのリクエストに対してデータ検索や書き換え、削除などの処理を実行し、リクエストに対する結果を返すといった操作をする
- データベースを利用しているサーバと分けておくことで負荷を減らすことができる



図1 事前説明で用いたスライドの例

このような事前説明により、演習の目的や取り組み方を参加者が理解した上で、効率的かつ効果的に実施できるようにする。

3.2 演習の実施形式

本演習では、共有可能なGoogleスライドを使用して実施することを想定している。具体的には、事前に用意した部屋のレイアウトを模した枠組みが描かれたスライドと、機器類が配置されたスライドを共有し、参加者がスライド上の機器をコピーして枠内に配置する形式で進行する。スライドには、サーバ、スイッチ、ファイアウォールなどの機器が用意されており、参加者はそれらを部屋のレイアウトを模した枠組みに配置し、与えられた条件を満たすネットワークインフラを構築する。これにより、機器の配置を視覚的に学ぶことができる。加えて、LANケーブルや光ファイバケーブルを模した線を使って機器間の接続をシミュレートし、ネットワーク構築の基礎を体験的に理解することができる。本演習において、Googleスライドを用いるという性質上オンラインで実施することも可能であるが、コミュニケーションの機会が多くなるため、対面形式で行うことが望ましい。

演習の各問題の制限時間は15分と設定する。問題に対する解説は、ファシリテータが用意した解答例を基にスライドを活用して行う。加えて、各参加者が作成した解答については、全ての問題が終了した後に、それぞれに対してコメントを行う。

3.3 演習の進め方

演習では、事前資料による説明、スライドを用いた問題の実施の順に行う。問題は合計3問用意した。

4. 実験

ここでは、演習の概要について説明する。本演習は、インシデントレスポンス演習を受講した37名の学生を対象に実施した。対象者の多くは、ネットワークインフラ構築に関する授業を履修していない学生である。演習は前章で示した通り、以下の流れで実施する。

(1) 事前資料による説明

(2) 演習問題の実施

実際に行った演習は、当初は対面形式で実施する予定だった。しかし、8月26日と27日に予定されていたインシデントレスポンス演習は、台風の影響によりオンライン授業形式へ変更となり、Discord上で実施した。演習の実施形態については、表1に示す通りである。

表1 演習の実施形態

	1日目	2日目
グループの数	2つ	3つ
1グループあたりの人数	8人	7人
1問あたりの制限時間	5分	15分

演習終了後、当日中に演習の答案に対するフィードバックをDiscord上に掲載した。

演習終了後には、演習の有用性を確認するために、選択式のアンケートを、演習参加者に対して実施した。加えて、自由記入項目も導入した。

5. 実験結果・考察

5.1 アンケート結果のまとめ

本演習の評価結果から、ネットワークインフラ構築の初学者を対象とした目的は概ね達成されたと考えられる。参加者は演習を通じてネットワークインフラ構築に関する基本的なイメージを掴むことができ、多くの参加者が難易度に対して意欲を示した。特に、演習内容はネットワークインフラ構築への興味喚起や理解促進に効果を発揮しており、将来的なITインフラエンジニア育成への貢献が見られた点は評価に値する。

一方で、難易度については一部で「やや難しい」との声があり、特に後半の問題では理解が難しいと感じた参加者が存在した。今後は教材や演習内容の調整が必要であり、説明の具体性向上や問題の分量調整、事前知識補足資料の追加が課題として挙げられる。また、演習時間についても参加者の意見が分かれたため、時間配分のさらなる最適化が求められる。加えて、参加者からは「スライドを用いた演習の簡便さ」や「問題の簡潔さ」が好評であったが、演習後の改善提案として、問題スライドを常時確認可能にする仕組みや、背景デザインのグループ化など細部の改善が求められた。

5.2 考察

まず、関連研究・関連技術と比較し評価を行う。初めに、ITインフラ構築実践1と比較すると、本演習ではゲーミフィケーションを取り入れている点が特徴であり、この要素によって参加者が熱心に取り組むことができたと考えられる。そして、“コンテナ仮想化環境を活用したネットワークインフラ構築演習環境の提案”や“ネットワーク構築の教育を支援するカードゲームの製作”と比較すると、本演習ではOSI参照モデル第2層におけるネットワークインフラ構築の全体像を理解する助けとなった。加えて、データリンク層に関連する各種機器やプロトコルの相互作用がネットワーク設計においてどのように最適化されるべきかについても、参加者の理解が深まったことがアンケートから読み取れる。

次に、アンケート結果を基に演習の有用性を確認する。本研究では、ネットワークインフラ構築に関する教育を支援するための演習教材を制作し、その結果、参加者はネットワークインフラ構築について理解を深めることができた。一方で、演習の難易度に関しては「少し難しい」との声もあり、特に第3問では難易度を下げる工夫が必要である。

しかし、「事前学習で得た知識を活用しながらネットワークインフラ構築の基本的な考え方を実践的に学ぶ」という目的は達成されたと考えられる。

6. 今後の課題

まず第3問では「理解できなかった」という回答が一定数見られた。難易度を調整するために、説明を具体的にすると、問題を分割して段階的に進める、事前に基礎知識を補足する資料を配布するなどの対応が必要である。

そして、オンライン形式では、説明が十分に伝わらなかったり、共同作業が制約されるといった問題が指摘された。

これらを改善するため、対面形式の実施や、オンラインでもインタラクティブな環境を構築する工夫が求められる。

加えて、Googleスライドを活用することで演習の利便性は高まったものの、背景デザインのグループ化やスライドの常時確認が可能な仕組みなど、細部の改善が必要である。問題の改善案としては、説明の具体性を高める、問題の分量や複雑さを調整する、あるいは事前知識の補足資料を追加するなどの方法を検討すべきである。

参考文献

- [1] IPA 独立行政法人情報処理推進機構 DX 動向 2024
<https://www.ipa.go.jp/digital/chousa/dx-trend/cid2eo0000002cs5-att/dx-trend-2024.pdf>, (参照 2025-01-16)
- [2] IPA 独立行政法人情報処理推進機構マナビ DX
<https://manabi-dx.ipa.go.jp/>, (参照 2025-01-16)
- [3] 津村隆弥, 橋浦弘明, 樫山淳雄, 高瀬浩史
”コンテナ仮想化環境を活用したインフラ構築演習環境の提案”
電子情報通信学会 2019 年総合大会情報・システム講演論文集 2, D-13-1, p.104
- [4] 山口樹音 和歌山大学システム工学部システム工学科
ネットワーク情報学メジャー
2023 年度卒業論文”ネットワーク構築の教育を支援するカードゲームの製作”
- [5] トレノケート IT インフラ構築実践1～要素技術を横断的に捉え、IT インフラを構築する～
https://www.trainocate.co.jp/reference/course_details.aspx?code=NFC0029G, (参照 2024-11-19)
- [6] 堤明純, 石竹達也, 的場恒孝
”小グループ学習における適切なグループ構成人数”
https://www.jstage.jst.go.jp/article/mededjapan1970/31/2/31_271/article/-char/ja/, (参照 2025-02-08)