

2024 年度 卒業論文

タイトル

指導教員 須田 宇宙 准教授

千葉工業大学 情報ネットワーク学科

須田研究室

2132100 氏名 中野 星花

2132151 氏名 吉田 将梧

提出日 2024 年 1 月 17 日

目次

1	緒言	5
2	学習について	6
2.1	初等中等教育の在り方	6
2.1.1	個別最適な学びについて	6
2.1.2	探求的な学習について	6
2.1.3	協働的な学びについて	7
2.1.4	GIGA スクール構想	7
2.2	高等教育の在り方	7
3	ネットワーク管理実習	8
3.1	概要	8
3.2	OSI 参照モデル	8
3.2.1	概要	8
3.2.2	階層化	8
3.3	各層のデータ通信	9
3.4	先行科目	10
3.4.1	情報社会とビジネス	10
3.4.2	情報ネットワーク概論	10
3.4.3	LAN	10
3.4.4	情報リテラシ演習	10
3.4.5	Web プログラミング演習	11
3.4.6	ネットワークプログラミング演習	11
3.5	授業内容	12
3.6	ユーザ管理・サーバの設定	13
3.6.1	TCP/IP	13
3.6.2	IP アドレッシング手法	13
3.6.3	ルーティング	14
3.6.4	名前解決	14
3.6.5	SMTP サーバ	14
3.6.6	実験に必要なになる知識	15
4	知識の体系化について	16
4.0.1	概要	16
4.1	学習における体系化の重要性	16

5	研究概要	17
5.1	対話学習の内容	17
5.2	学習者 2 の知識の体系化の度合い	19
5.3	実際の対話の例	20
5.3.1	知識の体系化の度合いが低い場合	20
5.3.2	知識の体系化の度合いが極端に低い場合	22
6	評価	23
6.1	インタビュー内容	23
6.2	考察	27
7	結言	28
8	謝辞	29
9	付録	31

表目次

1	先行科目	10
2	ネットワーク管理実習の学習内容	12
3	ネットワーク管理実習の学習内容	15
4	対話例	21
5	対話例	22
6	調査結果	23
7	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されている部分がある	23
8	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されている部分がある	24
9	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されていない . .	25
10	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されていない . .	26

図目次

1	知識の体系化の度合い	16
2	実験に用いた資料	18
3	学習者 B の知識の体系化の度合い：低い	19
4	実験に用いた資料	20
5	実験に用いた資料	31
6	実験に用いた資料	32
7	実験に用いた資料	32
8	実験に用いた資料	33
9	実験に用いた資料	33
10	実験に用いた資料	34
11	実験に用いた資料	34
12	実験に用いた資料	35
13	実験に用いた資料	35
14	実験に用いた資料	36
15	実験に用いた資料	36

1 緒言

近年、労働人口の減少、グローバル化の進展や技術革新等により、現代社会の構造や雇用環境が急速に変化している。このような時代背景から、教育を通して変化に対応し協力して課題を解決する力、情報を判断し再構築して新たな価値を生み出す力、複雑な状況で目的を見直す力が求められている。文部科学省でも、必要となる知識や技能を獲得し、問題の解決に向けた学習活動を行う過程で、対話を通じて他者の考え方を吟味し自分の考え方の適用範囲を広げることが重要だとしている。また、関連する知識の要素同士の関係を明確にすることを、学習における体系化と呼ぶ。

しかし、講義や書籍を通じた受動的な学習では、知識を得ることはできても、それを整理し一貫した構造としてまとめる機会が少ない。この結果、新しい情報を既存の知識に結びつけることが難しくなり、学習内容の定着や理解が促進されにくい。一方、体系化は学習内容を整理し関連付けることで、知識を深く理解し応用可能にする効果がある。例えば、ネットワーク設計の演習では、OSI 参照モデルを具体的な事例と結びつけることで、知識が体系化される。

知識を体系化させる手法について、学習者同士に学んだ知識がある上で対話学習を行うと、学んだ知識が体系化されると言われている。しかし、学んだ知識を体系化させる対話において、知識の体系化を促す要因が明確ではない点が問題である。

そこで本研究では、対話相手の知識の体系化の度合いが極端に低い場合、学習者の知識の体系化にはつながらないという仮説をたて、対話相手の知識の体系化の度合いが学習者の体系化に及ぼす効果について比較し検証することを目的とする。

2 学習について

近年、人工知能、ビッグデータ、IoT、ロボティクス等の先端技術が高度化してあらゆる産業や社会生活に取り入れられた Society5.0 時代が到来しつつある。また、労働人口の減少、グローバル社会の進展や技術革新等により、現代社会の構造や雇用環境が急速に変化している。このような時代背景から、教育を通して変化に対応し協力して課題を解決する力、情報を判断し再構成して新たな価値を生み出す力、複雑な状況で目的を見直す力が求められている。

2.1 初等中等教育の在り方

令和 3 年 1 月の中央教育審議会の答申では、初等中等教育において、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、個別最適な学びと協働的な学びを「令和の日本型学校教育」の姿として提唱している [1]。

一方、情報化が加速度的に進む Society5.0 時代において求められる力の育成に関する課題が指摘されている。具体的に、言語能力や情報活用能力、デジタル時代において、複数の文書や資料から情報を読み取って根拠を明確にして自分の考えを書くこと、情報の質や信ぴょう性を評価することなどの能力に低いことである。また、デジタルデバイスの使用について、学びに使う機会が少ないという問題もある。

2.1.1 個別最適な学びについて

ICT を活用することにより学びの場において、教員による一斉指導に加え、学習者個人の能力や特性に応じた教材を用いた主体的な学習が可能になった。個に応じた学習では、個人の理解度や誤答傾向に応じた問題の作成や、教員が学習履歴の管理などの支援を行うことが容易になった。

一方で、個別学習で基礎知識を習得した後、その知識を深めるためには、他者との交流や意見交換を通じて多角的に学ぶ機会が必要となる。

2.1.2 探求的な学習について

探求学習では、「変化の激しい社会に対応して、探求的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を育成することを目標にしている」。探求の過程において、課題の発見と解決に取り組むという過程がある。しかし問や課題は、学習者が持っている知識や経験だけでは生まれないこともある。従って、他者の考えを自己の常識に照らして違和感を抱く問題があることなどを発見し、課題発見につなげる機会が必要になる。また、課題解決能力は、学習者自身が必要な知識を取捨選択し、整理し、すでに持っている知識や体験と結びつけながら身につけることができる。

2.1.3 協働的な学びについて

協働学習とは「主体的で自律的な学びの構え，確かに幅広い知的習得，仲間と共に課題解決に向かうことのできる対人技能，さらには，他者を尊重する民主的な態度，といった『学力』を効率的に身につけていくための『基本的な考え方』」を指す。

学習者が主体的で自律的な学力をつけることは，一对多の講義形式のような，学習者が受け身で学ぶ授業では困難である．なぜなら受け身の学習では，知識や技能が，教師から学習者へと受け渡しされ，授業の中で学習者にどのような学びが起こっているのかは重要ではなく，テストなどの結果に関心が置かれるからである．

従って，学習者自身が授業で教わった知識を主体的に深めるために，他者と協働しながら問題解決に挑むことが必要になる．協働学習では，学習者同士が意見を交換し，異なる視点や考え方に触れることで，多様な理解が促進される．これにより，個人の思考が広がり，より豊かな学びが実現することが研究で明らかになっている [2]．また，仲間と共に学ぶ過程で，コミュニケーション能力や対人関係のスキルが育まれ，他者を尊重する態度が培われる．

このように，協働学習は，学力向上だけでなく，社会で求められる幅広い能力を効果的に育成するための重要な学習方略である．

2.1.4 GIGA スクール構想

文科省より 2019 年に提唱された GIGA スクール構想とは，Society5.0 時代を生きる子供たちに対して，教育 ICT 環境の充実を図り，教員や児童生徒の力を最大限に引き出すことを目指す取り組みである．「基礎的読解力，数学的思考力などの基礎的な学力や情報活用能力」をベースとした技術革新や価値創造の力を育成するため，ICT を活用できるような教育環境の整備が求められていると述べている．全国の児童生徒向けの 1 人 1 台に端末と，高速大容量の通信ネットワークを一体的に整備するための経費が盛り込まれ，GIGA スクール構想を進めていくこととなった．

2.2 高等教育の在り方

現代社会は，生産年齢人口の減少や技術革新等により，社会構造や雇用環境が急速に変化している．従って，今後どのように社会が変化していくかを予測することが困難になっている．そのことから，一人一人が持続可能な社会を支えることが求められており，その能力を生かして個人と社会の成長につながる新たな価値を生み出していくことが必要である．また，高等教育の課題として，教育研究の目的は抽象的である点が挙げられる．従って，2012 年の文科省の「大学で育成する人物像と大学政策」には，育成すべき能力として課題探求能力をはじめ，専門的知識，汎用的能力，人格形成を掲げている [3]．

3 ネットワーク管理実習

3.1 概要

ネットワーク管理実習は、第6セメスターに開講されている科目である。この授業の目的は、インターネットの普及に伴い、各種組織から一般家庭に至るまで幅広く利用されているTCP/IPを基盤としたローカルエリアネットワーク（LAN）の管理に必要なスキルを習得することにある。しかし、LANの設計や構築を担う技術者は必ずしも十分に確保されているとは言えず、こうした状況に対応するためには実践的な学習の場が求められている。このような背景を踏まえ、本実習では、LANの構成単位であるサブドメインの設計・構築を行い、LANの構築に応用することで、LAN管理に必要な実践的スキルの習得を目指す。また、ネットワークを学ぶ上での基本的なフレームワークとしてOSI参照モデルがあり、このモデルを基に具体的なプロトコルや技術に関連付けて考えることで、通信の全体像をより深く理解することができる。

3.2 OSI参照モデル

3.2.1 概要

OSI参照モデルとは、コンピュータが通信するために利用するネットワークの機能を7つの階層（レイヤー）に分類して、機能を分割することで、複雑なネットワークプロトコルを単純化したモデルである。最初のネットワークの実装では、各メーカーや組織独自の通信プロトコルを用いていた。しかし、このモデルを用いるようになったことで、ネットワークの設計が体系化され、標準化が進展した。また、データをやり取りする際、機種や通信方式といった様々な違いを考慮しなければならない。データの送信側と受信側のコンピュータのプログラムがあらかじめ決められたマニュアル（プロトコル）に沿って通信し、OSI参照モデルに準拠するよう各種プロトコルが作られている。

3.2.2 階層化

アプリケーション層は、ユーザーが操作するアプリケーションの中で通信に関係する具体的な機能についての仕様や手順を定めて過程でファイル転送や電子メール、遠隔ログインなどを実現するためのプロトコルがある。

プレゼンテーション層では、データの表現形式を定義する。具体的に、アプリケーションが扱う情報を通信に適したデータ形式にしたり、また下位層から来たデータを上位層が処理できるデータ形式にするなどがある。

セッション層は、通信プログラムの確立や切断、転送するデータの切れ目の設定など一連の手順（セッション）を定義する。

トランスポート層は、宛先のアプリケーションにデータを確実に届ける際、通信の品質をコントロールする層である。信頼性重視やリアルタイム性重視など、用途に応じてプロトコルを使い分ける。通信を行う両端のノード（機器）だけで処理され、途中のルーターでは処理されない。

ネットワーク層は、宛先までデータを届ける役割を持つ。宛先が複数のネットワークアドレスでつながった先にある場合には、アドレス体系決めや、通信経路選択（ルーティング）の役割を持つ。

データリンク層は、物理層で直接接続されたノード間での通信を可能にする。0 と 1 の数字の列を意味のあるかたまり（フレーム）に分けて、相手に伝える。

物理層は、ビットの列（0 と 1 の数字の列）を物理的な信号に変換し、実際の通信媒体を通じて送信する。

これらのそれぞれ独立した役割を持つ 7 つの階層が、互いに連携して通信を実現している。

3.3 各層のデータ通信

送信側の各階層でデータが処理される際、上位の階層から受け取ったデータに、その階層独自の情報（ヘッダ）を付加して下位の階層に引き渡す。ヘッダには、その階層での通信制御やエラー検出、送信先情報など、通信を適切に管理するための情報が含まれている。また、データリンク層ではデータの末尾にトレーラを付加する場合がある。トレーラには、データが伝送中に損傷していないかを確認するためのエラー検出用の情報が含まれる。一方で、受信側ではこれが逆順に処理され、各階層で対応するヘッダやトレーラが解析されることで、元のデータがアプリケーション層に復元される。

3.4 先行科目

ネットワーク管理実習で必要になる知識は、表 1 に示した講義で学ぶことになっている。

表 1 先行科目

科目名
1 情報社会とビジネス
2 情報ネットワーク概論
3 LAN
4 情報リテラシ演習
5 Web プログラミング演習
6 ネットワークプログラミング演習
7 ネットワークプログラミング応用演習

3.4.1 情報社会とビジネス

情報社会とビジネス（1 セメスター，専門科目）では，情報ネットワーク学科で学習するにあたって，コンピュータ技術が社会や産業に与えている影響や，企業における情報ネットワーク技術の活用，情報化社会において求められる人物像などを学習する．学習支援手法の研究成果に基づくビデオと自他レポート吟味を用いた授業形態を取り入れている．

3.4.2 情報ネットワーク概論

情報ネットワーク概論（2 セメスター，専門科目）では，情報ネットワークにおいて，情報・通信の定義，情報の伝達・蓄積・処理でのデジタル技術の特徴，符号化，ネットワークの構成要素，伝送技術，セキュリティ等の基本的内容について学ぶ．また，代表的なネットワークである，電話・携帯電話ネットワーク，コンピュータネットワーク・インターネット・無線ネットワークの概要やネットワーク上でどのようなサービスが提供されているのかを知ることによって，現在の情報ネットワークの全容を把握できる．

3.4.3 LAN

LAN とは，限定したエリアで用いるネットワークのことである．代表的な例は，オフィスや家庭内などで使用するネットワークが挙げられる．LAN（5 セメスター，専門科目）では，LAN および無線 LAN について，概念やその方式，動作原理を学習する．

3.4.4 情報リテラシ演習

情報リテラシ演習（1 セメスター，専門科目）では，手続き型プログラミングのにおけるデータ構造や制御構造などの基本的な概念や操作を理解した上で，これらを適切に組み合わせることで

問題解決を行うプログラムを作成する能力を身につけることを目的としている。具体的に、論理演算・分岐や反復処理、配列などの基本概念を演習を交えて学習を行う。

3.4.5 Web プログラミング演習

スマートフォンやタブレットの普及に伴って、情報検索などに代表される各種 Web アプリケーションの利用が日常化している。Web プログラミング演習（2 セメスター，専門科目）では、アプリケーションの開発に必要不可欠となるプログラミングの基礎知識を学ぶとともに、Web アプリケーション開発に向けた基本知識の修得を目的とする。

プログラムの基本構造（順次・選択・繰り返し）や基本的なデータ型や構造，Web プログラミングにかかわる要素技術などを学ぶ。

3.4.6 ネットワークプログラミング演習

インターネットの急速な普及に伴って，ネットワークを利用したアプリケーションシステムの開発需要が増している。このような背景から，ネットワークプログラミング演習（4 セメスター，専門科目）では，実際に利用されるようなアプリケーションの開発等を題材にして，ネットワークアプリケーションプログラミングに関する技術を演習を通じて学ぶ。

3.5 授業内容

表 3 に各週の授業内容を示す.

表 2 ネットワーク管理実習の学習内容

週	授業内容
1	ガイダンス
2	ユーザ管理 アクセス権
3	シェルの基本
4	TCP/IP について
5	IP アドレッシング手法
6	ルーティングとルータ
7	パッケージのインストール
8	名前解決の仕組み
9	DNS を利用した問い合わせの仕組み
10	DNS を利用した問い合わせの仕組み
11	メール配信の仕組み SMTP サーバの構築
12	Web サーバの構築
13	期末テスト

3.6 ユーザ管理・サーバの設定

ユーザ管理やサーバの設定には UNIX コマンドを用いる。Unix は、1969 年に AT&T のベル研究所で開発が進められた OS であり、1970 年代には大学や研究所などで利用され始めた。シンプルな設計と効率性の高さから移殖・拡張が繰り返され、類似 OS である Linux を含めて UNIX 系 OS と呼ばれ今でも利用されている。Unix 系 OS は専用の入力画面にコマンドを打ち込んで操作する CUI 方式が採用されており、ファイルの操作や情報の取得などの作業をする際に使用される。

3.6.1 TCP/IP

「TCP/IP」という用語は、TCP (Transmission Control Protocol) と IP (Internet Protocol) の 2 つのプロトコルをスラッシュ「/」で挟む形で作られている。しかし、「TCP/IP」と表現した場合、これら二つのプロトコルだけを指すのではなく、UDP (User Datagram Protocol) なども含めたインターネットを支える様々な基盤プロトコルの総称を指す。インターネット上のホスト (通信機器) は IP アドレスと呼ばれる識別番号を利用して通信する。さらにポート番号と呼ばれるサービス番号を IP アドレスと合わせて利用することで、一つのホスト上で複数の通信を使い分けている。このサービス番号は信頼性を重視する TCP と、速度を重視する UDP の二つのプロトコルによって実現している。

3.6.2 IP アドレッシング手法

クラス A C の 3 種類のネットワークを利用することで、ホスト数の違いに応じて IP アドレスを柔軟に割り当てることができる。しかし、3 つの分類では煩雑になってしまうため、すでに割り当てたネットワークのホスト部を 1 ビット単位でネットワーク部に割り当て直すことで、1 つのネットワークから複数のサブネットを作り出す手法が提案された。この変更したネットワーク部を明示的に表現するため、IP アドレスと同じ 4 オクテットの表記を持つマスク情報 (表記例: [10 進数] 255.255.255.240, [2 進数] 11111111.11111111.11111111.11110000) が追加された。このマスク情報をネットマスクないしサブネットマスクという。この時、ネットワークアドレス部を 8 ビット単位ではなく 1 ビット単位で拡張したアドレスをクラスレスなアドレスと呼び、分割前の従来のクラスベースのアドレスをクラスフルなアドレスと呼ぶ。

3.6.3 ルーティング

インターネットでは、IP アドレッシングに基づき割り当てられたネットワークが互いに接続されている。これらのネットワーク間でパケットを転送することをルーティングといい、この中継を行う装置をルータという。ここで、ルータは接続するネットワークの数だけネットワークインタフェースを持つ。

また、離れたホストへ通信する際に多くのルータを経由する。この順路のことをルートという。そのため、ルータはパケットを中継する際にどのルータへパケットを渡せば目的のホストにパケットが届けられるかを知る必要がある。この情報を経路情報という。経路情報には目的のネットワークの存在する方向（インタフェース）とその優先度が書かれたルーティングテーブルを利用する。

3.6.4 名前解決

名前解決とは、IP アドレスとドメイン名である FQDN を相互に変換することを指す。この時、FQDN から IP アドレスを調べることを「正引き名前解決」と呼び、IP アドレスから FQDN を調べることを「逆引き名前解決」という。また、この仕組みを提供するサーバを DNS サーバという。

3.6.5 SMTP サーバ

SMTP サーバとは、メール送信の際に必要となるサーバーである。メールを送信の命令を受け取った SMTP サーバーは、送信メールを、送信先メールアドレスを管理する SMTP サーバーまで送る。

3.6.6 実験に必要な知識

本研究では13週にわたって行われる講義のうち、実験に必要な知識を扱っている講義に○をつけている。操作方法などを扱っている講義については本研究では取り扱わない。

表3 ネットワーク管理実習の学習内容

週	授業内容	本研究での取り扱い
1	ガイダンス	
2	ユーザ管理 アクセス権	
3	シェルの基本	
4	TCP/IP について	○
5	IP アドレッシング手法	○
6	ルーティングとルータ	○
7	パッケージのインストール	○
8	名前解決の仕組み	○
9	DNS を利用した問い合わせの仕組み	○
10	DNS を利用した問い合わせの仕組み	○
11	メール配信の仕組み SMTP サーバの構築	○
12	Web サーバの構築	
13	期末テスト	

4 知識の体系化について

4.0.1 概要

知識の体系化とは、学習によって得た個々の知識や情報を整理し、それらを関連付けて一貫性のある構造を構築することを指す。これにより、学習者は知識間の関係性や全体像を明確にし、深い理解を得ることができる。知識を単なる断片ではなく、関連性を持つものとして捉えることで、新しい情報を既存の知識に統合しやすくなり、学習内容の定着や応用が促進される。また、体系化によって、学習内容の全体像を把握することになるため、問題や課題が生じた際に、多くの知識を解決に使用することが出来る。知識同士が関連している状態を図1に示す。

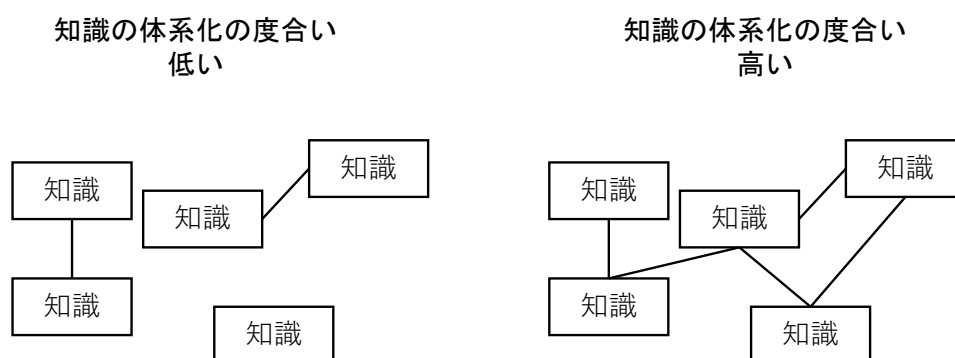


図1 知識の体系化の度合い

4.1 学習における体系化の重要性

学習において体系化は、学習内容を整理し、論理的な順序や構造に基づいて組み立てることで、知識の定着を助け、応用力や問題解決能力を向上させるために有効である。また、個人の取り組みだけでなく、対話や協働学習を通じた知識の共有や再構築も重要な役割を果たす。このことから、文科省が初等中等教育と高等教育に求めている資質・能力の育成に必要なものであると考える。

5 研究概要

学習者の知識を体系化させることを目指す上で、それに対する効果的な方法については、未だ完全には解明されていない部分がある。一般的には個人で学んだ知識を体系化させる学習を行うが、知識を習得した上で他者と対話を行うことで体系化されることがある。しかし、単なる対話だけでは十分な効果を得ることは難しく、その有効性を左右する要因として、対話相手の知識量やその知識の体系化度合いが挙げられる。この可能性を検証するためには、具体的な課題を設定し、それに対する対話を通じて学習者の知識がどのように体系化されるかを観察することが必要である。

本研究では、ネットワーク管理実習(6 セメスター, 専門科目)の一環として「メールが送信できない」という問題を課題として設定し、対話を通じて学習者が問題解決のための知識を体系化することを測定する。具体的には、実験者は対話相手の役になり、体系化の度合いを変えて対話を行うことを複数人に対して行う。このときある被験者群には知識の体系化の度合いが低い場合、他の被験者には知識の体系化の度合いが極端に低い場合で行い、それぞれの条件下で学習者が知識を体系化するまでに要する時間を比較する。また、対話学習後に知識が体系化されたかどうか確認するためのインタビューを行った。

この実験を通じて、対話相手の体系化度合いが学習者の知識の体系化に与える影響を明らかにし、知識の体系化を促進するための効果的な手法についての知見を得ることを目指す。

5.1 対話学習の内容

ネットワーク設計をともなう演習では、IP アドレス、ルータの設定、ネットワークの設定、DNS、SMTP など幅広い知識が必要とされる。さらに、ネットワーク管理実習では、これらの幅広い知識を用いて各自のネットワークを設計するため、それぞれの知識だけでなく、知識同士のつながりを知り、体系化する必要がある。また、個人で複数の知識を結び付け、体系化するよりも、他者との対話の中で知識の体系化を効率的に行えることから、本研究では、ネットワーク管理実習の内容で対話学習を行う。

今回は、「外部ネットワークのサーバにメールの送信ができない」という状況を想定する。また、想定した事象と正解については、ルータの設定において、RIP の設定項目の中に上流ネットワークが記載されていないという点に誤りがあるという指摘ができれば正解とし、実験終了とする。

4名の学生に実験を行い、被験者を学習者 1、実験者を学習者 2 とする。学習者 1 には、外部のネットワークにメール送信ができないという状況と、ホストとルータの起動の確認、ネットワークの接続の確認について事前に知識を提示する。

その後、体系化の度合いが低い学習者 2 と極端に体系化されていない学習者 2 それぞれと対話をし、システムエラーの原因について意見交換をする。実験には、実際の仮想マシン (VirtualBox) の画面を模した資料を用いて、載っている情報を見ながら対話を行った。図 2 は、実験に用いた資料の一部である。



図 2 実験に用いた資料

5.2 学習者 2 の知識の体系化の度合い

学習者 2 の知識の体系化の度合いについて、低い場合と極端に低い場合について比較する。知識が体系化されている部分については、図 3 に示すように、「外部のネットワークにメール送信ができない」という事前情報と、「同じネットワークにはメール送信が可能」という対話によって明らかになった情報の 2 点から、「ルータの設定に不備がある」と「SMTP サーバの構築はできている」の 2 点が理解できている状態を想定した。

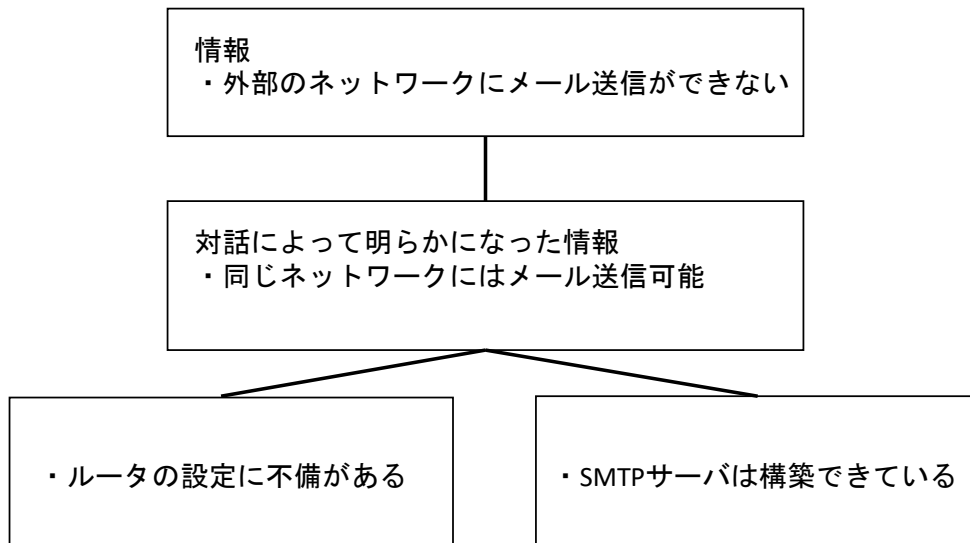


図 3 学習者 B の知識の体系化の度合い：低い

5.3 実際の対話の例

学習者 2 の知識の体系化の度合いが低い場合と知識の体系化の度合いが極端に低い場合の実際の対話の例を挙げる。

5.3.1 知識の体系化の度合いが低い場合

図 4 より、同じネットワークにはメールの送信が可能であるということが分かったため、SMTP、DNS サーバの構築はできている可能性があるという意見を伝える。また、外部のネットワークへの問い合わせができていないことから、ルータの設定に不備がある可能性があるという意見を伝える。このような対話例を表 5 に示す。



図 4 実験に用いた資料

表 4 対話例

学習者	発話内容
学習者 1	メールが送れない原因について何から考えればいいですか？
学習者 2	まず、同じネットワークにメール送信ができているから、それについて作業ができているものとできていないものについて考えてみる必要があります。
学習者 1	メール送信できているため、SMTP サーバや DNS サーバの構築はできている可能性が高いと思います。
学習者 2	確かに、資料から構築ができていることが確認できました。
学習者 1	他に考えられるものは何だと思いますか？
学習者 2	外部のネットワークへ問い合わせができていないことから、ルータの設定に不備があるかもしれません。
学習者 1	ルータの起動はしているんですよね。
学習者 2	ルータの起動だけではなくて、ルーティングや RIP の設定も確認しないとイケないと思います。
学習者 1	RIP の設定について、中継したいネットワークに学習者バックボーンが設定されていません。
学習者 2	つまり、この設定がされていなかったことで、外部ネットワークへメール送信ができていなかったということです。原因について判明しました。

5.3.2 知識の体系化の度合いが極端に低い場合

知識が体系化されていないため、教わったことを 1 から確認するような発話を行った。このような対話例を図に示す。

表 5 対話例

学習者	発話内容
学習者 1	メールが送れない原因について何から考えればいいですか？
学習者 2	メール送信ができていないため、SMTP サーバの設定について見直すといいのかなと思います。
学習者 1	確認したところ、設定に関して不備はなかったです。同じネットワークにはメール送信ができています点からも SMTP サーバの設定に関しては問題はないと言えますね。
学習者 2	そうですね。DNS サーバの設定について確認します。
学習者 1	メールが送信できたため、DNS サーバの設定はできていそうです。
学習者 2	確かに、DNS サーバが原因ではないと思います。
学習者 1	ルータの起動はしているんですよね。
学習者 2	はい。起動しています。
学習者 1	ではなぜ外部のネットワークに問い合わせできないのでしょうか。
学習者 2	ルータの設定に不備があるかもしれません。
学習者 1	上流ネットワークの情報が RIP の設定に含まれていませんでした。それが原因なら、RIP の設定に上流ネットワークの情報を追加すれば解決するはずです。

6 評価

この章では対話学習の評価について述べる．評価項目として，学習者 2 の知識の体系化の度合いが学習者 1 の知識の体系化につながったかどうかについて調べる．

実験結果より，対話相手の知識の体系化の程度が極端に低い場合にも，学習者の知識は体系化されたことが分かった．また，知識の体系化の度合いが低い場合は極端に低い場合と比較すると，学習者の知識の体系化に要した時間が短縮されたことも分かった．

表 6 調査結果

学習者 1 (被験者)	A	B	C	D
学習者 2 (実験者)	X		Y	
体系化の可否	可	可	可	可
体系化までの時間 (分)	27	29	14	16

6.1 インタビュー内容

学習者 2 にインタビューを行った．インタビューの内容は表 6.1 に応じた質問を行った．

表 7 インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されている部分がある

実験者 (質問)	被験者 A さん
対話学習を終えて，知識が体系化されたと感じましたか．	はい．
具体的にどの知識が体系化されましたか．	メールを送る仕組みについてちゃんと整理できた．特に，上流ネットワークにメールを送れないから，ルーターの設定に問題がある点がちゃんと結びついた．
普段の授業や学習で誰かと話すことで知識が体系化された経験はありますか．	はい．
普段の授業や学習に対話学習を用いることは必要だと思いますか．	知識を習得した後じゃないと対話が活発にならないため，座学には必要だとは思わない．

表8 インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されている部分がある

実験者（質問）	被験者 Bさん
対話学習を終えて、知識が体系化されたと感じましたか.	はい.
具体的にどの知識が体系化されましたか.	メールを送る上で必要になる知識やシステムの全体像について分かった. また, ルーターの設定について実はちゃんと理解できていなかったことが対話によって分かった.
普段の授業や学習で誰かと話すことで知識が体系化された経験はありますか.	はい.
普段の授業や学習に対話学習を用いることは必要だと思いますか.	実はちゃんと理解できていない知識について, 対話などのアウトプットで明確になるため, 座学でも知識を体系化させる機会が必要だと思う.

表9 インタビュー結果 学習者Bの知識の体系化の度合い：体系化されていない

実験者（質問）	被験者 Cさん
対話学習を終えて、知識が体系化されたと感じましたか.	感じたが、対話によって体系化ができたというより、調べたからなのではないかとも思った.
具体的にどの知識が体系化されましたか.	ルーターの設定の必要性について、メールが上流ネットワークに送れないというエラーを解決することを考えていくことでちゃんと理解できた.
普段の授業や学習で誰かと話すことで知識が体系化された経験はありますか.	はい.
普段の授業や学習に対話学習を用いることは必要だと思いますか.	学習の目的が知識の獲得であつたらいいと思うが、結局知識単体では役に立たないため、対話で知識が体系化されるのなら必要になると思う.

表 10 インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：体系化されていない

実験者（質問）	被験者 D さん
対話学習を終えて、知識が体系化されたと感じましたか.	時間はかかってしまったが、体系化されたと感じた.
具体的にどの知識が体系化されましたか.	実習中は、知識を習得しながら作業することに集中していたため、知識の体系化をできていなかったことが分かった. また、授業資料に沿って作業していたため、エラーが起きることがなかった. 従って、対話学習を通じてエラーの原因解明のためにシステムの全体像を改めて考えたことで、体系化された.
普段の授業や学習で誰かと話すことで知識が体系化された経験はありますか.	はい.
普段の授業や学習に対話学習を用いることは必要だと思いますか.	知識を誰かに説明するときに定着するようになったため、対話学習は活用する機会はあると思う.

6.2 考察

本研究では対話相手の知識の体系化の程度が学習者の知識の体系化の促進につながるかについて検証を行った。実験から、対話相手の知識の体系化の度合いが学習者の学習効果に影響を与えることが分かった。また、知識の体系化の度合いが高い教師との対話では、学習者が知識を教わることで、主体的に考察する機会が制限される可能性が考えられる。インタビュー結果からも、意見交換によって知識を体系化させることができたと分かった。

しかし、対話学習実験以前の学習者の知識の体系化の程度の調査をすることで、対話学習の効果に影響を与える要因をさらに明確にすることが可能であると考えられる。さらに、対話の中で学習者がどのように主体的な考察や質問を行うかについても注目する必要がある。

7 結言

近年, 情報や知識をただ習得するだけでなく, それを活用することの必要性について注目されている. 文部科学省でも, 必要となる知識や技能を獲得し, 問題の解決に向けた学習活動を行う過程で, 対話を通じて他者の考え方を吟味し自分の考え方の適用範囲を広げることが重要だとしている. また, 関連する知識の要素同士の関係を明確にすることを, 学習における体系化と呼ぶ.

しかし, 受動的な講義や個人の学習では, 単体の知識として得るだけになりやすく, その知識のつながりを意識し, 体系化の度合いを高めることが難しい.

一方, 学習者同士に学んだ知識がある上で対話学習を行うと, 学んだ知識が体系化されることが報告されている [4]. しかし, 学んだ知識を体系化させる対話において, 知識の体系化を促す要因が明確ではない点が問題である.

8 謝辞

本研究の遂行及び本論文の作成にあたり，須田研究室の仲間に多くの手助けを頂きました，深く感謝の意を表します．そして，本論文の作成にあたり多大なる御指導及び御助言を頂きました，須田宇宙准教授に深く感謝の意を表します．

参考文献

- [1] 文部科学省. 「令和の日本型学校教育」の構築を目指して ～全ての子供たちの可能性を引き出す, 個別最適な学びと, 協働的な学びの実現～ (答申) . https://www.mext.go.jp/content/20210126-mxt_syoto02-000012321_2-4.pdf, 2021.
- [2] 鈴木栄幸, 舟生日出男, 久保田善彦. 個人活動とグループ活動間の往復を可能にするタブレット型思考支援ツールの開発 (教育システム開発論文,<特集>1人1台端末時代の学習環境と学習支援). 日本教育工学会論文誌, Vol. 38, No. 3, pp. 225–240, 2014.
- [3] 文部科学省. 大学で育成する人物像と大学政策. https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/gijiroku/_icsFiles/afielddfile/2012/03/22/1318900_7.pdf, 2012.
- [4] 守山凜, 佐々木章人, 小谷敦哉, 若林遥大, 内田雅人, 川戸聡也. 高校と高専の連携によるアクティブラーニングを取り入れた情報セキュリティ教育. 情報教育シンポジウム論文集, 第2024巻, pp. 312–319, aug 2024.
- [5] 竹下隆史, 荒井 透村山 公保, 荻田幸雄. マスタリング TCP/IP 入門編第5版. オーム社, 2015.

[5] [2] [4] [3] [1]

9 付録



図 5 実験に用いた資料



図 6 実験に用いた資料

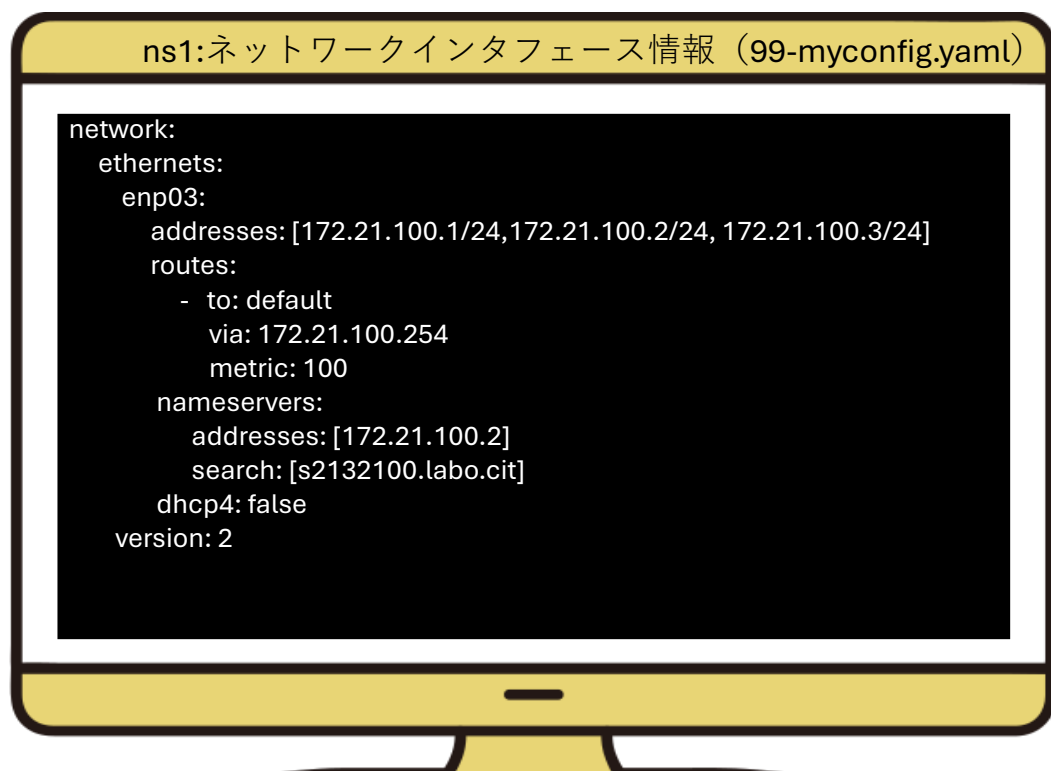


図 7 実験に用いた資料



図 8 実験に用いた資料

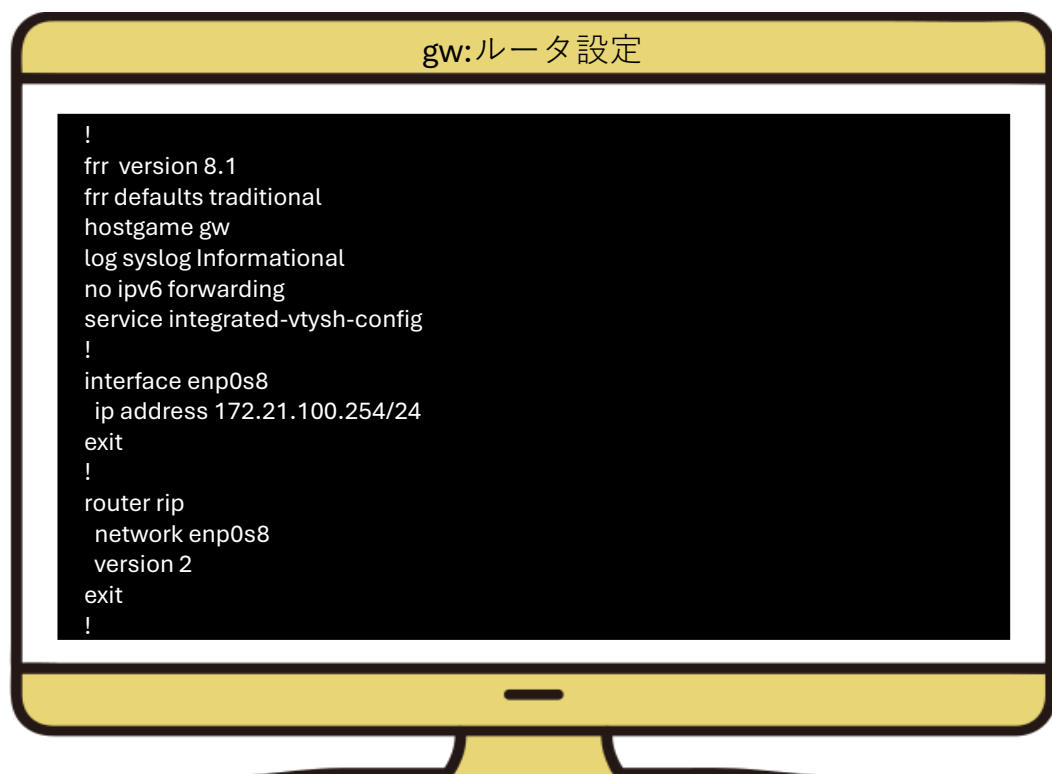


図 9 実験に用いた資料



図 10 実験に用いた資料



図 11 実験に用いた資料



図 12 実験に用いた資料



図 13 実験に用いた資料

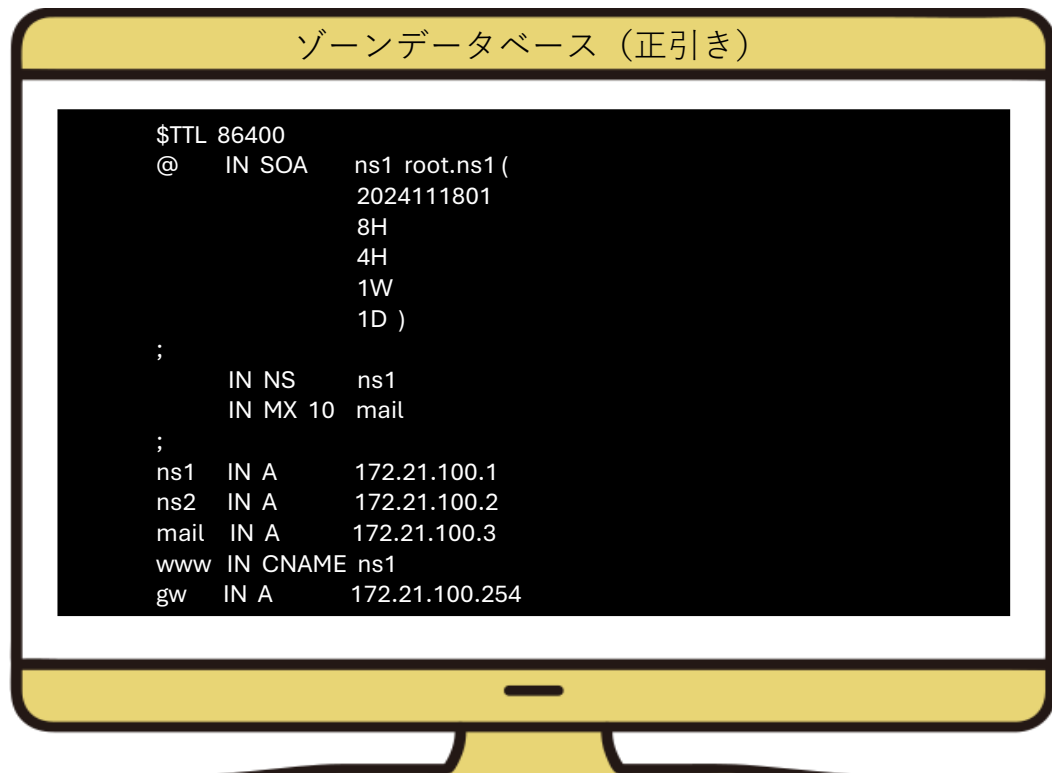


図 14 実験に用いた資料

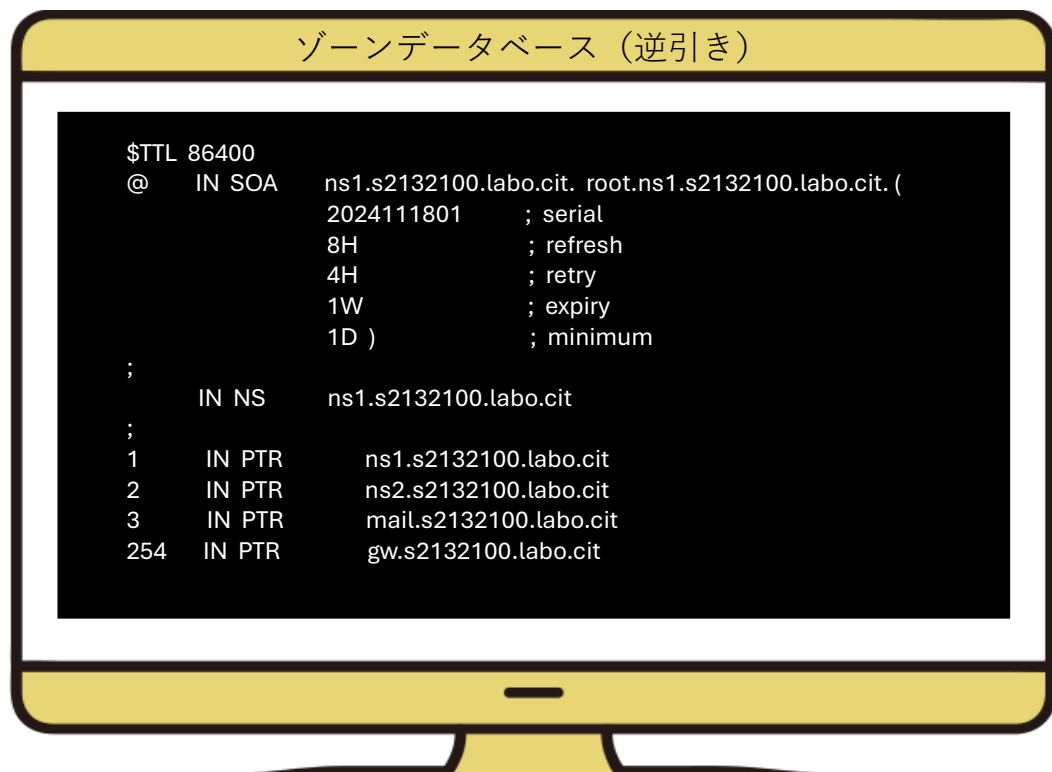


図 15 実験に用いた資料