

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

提出日 2024 年 1 月 17 日

目次

1	緒言	3
2	学習について	4
2.1	個別最適な学びについて	4
2.2	探求的な学習について	4
2.3	協働的な学びについて	5
2.4	知識の体系化について	5
2.4.1	概要	5
2.4.2	学習における体系化の重要性	5
3	OSI 参照モデル	7
3.1	概要	7
3.1.1	階層化	7
3.2	各層のデータ通信	8
4	演習・実習について	9
4.1	ネットワーク管理実習	9
4.2	概要	9
4.2.1	Unix コマンド	10
4.2.2	TCP/IP	10
4.2.3	IP アドレッシング手法	10
4.2.4	ルーティング	11
4.2.5	名前解決	11
4.2.6	SMTP サーバ	11
4.2.7	OSI 参照モデルと授業内容の関連付け	11
5	研究概要	12
5.1	対話学習の内容	12
6	評価	14
6.1	インタビュー内容	14
6.2	考察	18
7	緒言	19
8	謝辞	20
9	付録	22

表目次

1	ネットワーク管理実習の学習内容	9
2	ネットワーク管理実習の学習内容	11
3	知識の体系化の度合いと学習者が要した時間	14
4	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：低い	14
5	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：低い	15
6	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：なし	16
7	インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：なし	17

図目次

1	知識の体系化の度合い	6
2	学習者 B の知識の体系化	12
3	実験に用いた資料	13
4	実験に用いた資料	22
5	実験に用いた資料	23
6	実験に用いた資料	23
7	実験に用いた資料	24
8	実験に用いた資料	24
9	実験に用いた資料	25
10	実験に用いた資料	25
11	実験に用いた資料	26
12	実験に用いた資料	26
13	実験に用いた資料	27
14	実験に用いた資料	27

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ことが報告されている [1]。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高い程、学習者の知識の体系化の促進になると仮説をたて、対話相手の知識の体系化の度合いが及ぼす学習者の知識の体系化に要する時間を比較し検証することを目的とする。

2 学習について

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。

また、令和3年1月の中央教育審議会の答申では、「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。

個別最適な学びとは、ICT環境を活用した個に応じた指導の充実を図る。その際、個々の興味・関心・意欲等を踏まえた指導や、学習者自身が学習状況を把握し、主体的に学習を調整することができるよう促すことが求められる。

協働的な学びとは、探求的な学習や体験活動等を通じ、他者と協働しながら必要な資質・能力を育成する。このような活動を効果的に行うためには、個々が持つ知識を体系化しておくことが重要である。体系化された知識は、複数人の意見やアイデアを結びつけ、協働の場において相互に補完し合う基盤となる。また、体系化された知識は、他者との議論を通じて新たな構造を生み出し、価値を再構築する力を育むことにもつながる。

2.1 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。

2.2 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。

2.3 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．

2.4 知識の体系化について

2.4.1 概要

知識の体系化とは，学習によって習得した知識同士が関連している状態を指す．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．

2.4.2 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．

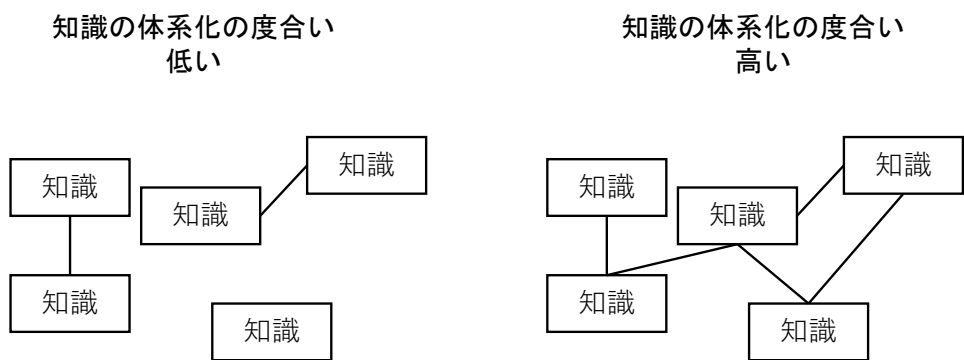


図 1 知識の体系化の度合い

3 OSI 参照モデル

3.1 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。

3.1.1 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。

3.2 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。

4 演習・実習について

大学のカリキュラムに、演習・実習を体系的に配置することで、自主的な姿勢で課題に取り組むように指導を実施している。

また、思考・判断のプロセスを説明するためのプレゼンテーション能力やコミュニケーション能力、グループでの共同作業を適確に実行し、協力関係をつくり上げていく能力を育成することが目的である。

4.1 ネットワーク管理実習

4.2 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。表1に各週の授業内容を示す。

表1 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

4.2.1 Unix コマンド

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。

4.2.2 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。

4.2.3 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。

4.2.4 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。

4.2.5 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。

4.2.6 SMTP サーバ

SMTP サーバとは、メール送信の際に必要なサーバである。メールを送信の命令を受け取った SMTP サーバは、送信メールを、送信先メールアドレスを管理する SMTP サーバまで送る。

4.2.7 OSI 参照モデルと授業内容の関連付け

OSI 参照モデルと授業内容を関連付けたものを表 2 に示す。

表 2 ネットワーク管理実習の学習内容

アプリケーション層	ユーザ管理 アクセス権
	パッケージのインストール
	名前解決の仕組み
	DNS を利用した問い合わせの仕組み
	メール配信の仕組み SMTP サーバの構築
	Web サーバの構築
プレゼンテーション層	シェルの基本
ネットワーク層	TCP/IP について
	IP アドレッシング手法
	ルーティングとルータ
トランスポート層	TCP/IP について

5 研究概要

5.1 対話学習の内容

ネットワーク設計をとまなう演習では、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 (6 セメスター、専門科目) 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」というエラーに対して、対話相手の知識の体系化の度合いが、学習者の知識の体系化に要する時間への影響を明らかにする。4 名の学生に実験を行った。また、被験者を学習者 A、実験者を学習者 B とする。

検証方法として、学習者 A と学習者 B には、知識を学び、体系化を行う段階の対話を行わせる。

学習者 B の知識の体系化の程度について図 2 に示す。学習者 B の知識の体系化の度合いが低い状態について図 2/reefig:B に示す。

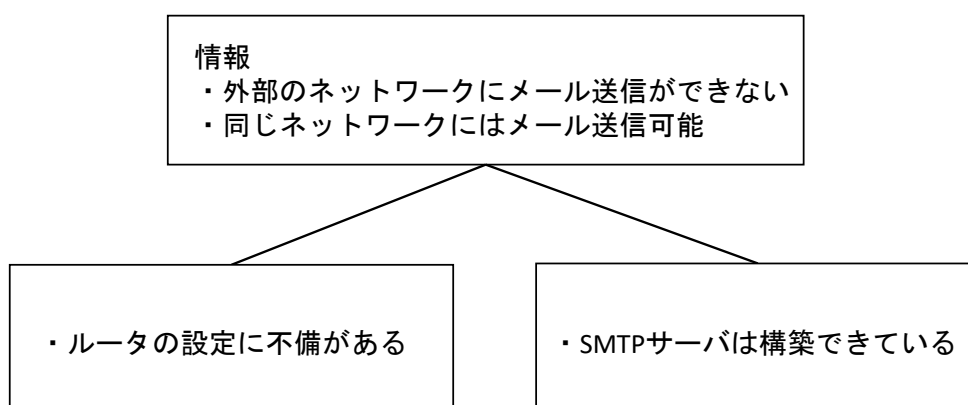


図 2 学習者 B の知識の体系化

学習者 A には、エラーについての説明、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 B と体系化されていない学習者 B それぞれと対話をし、システムエラーの原因を考えてもらう。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た。図 3 は、実験に用いた資料の一部である。

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。



図 3 実験に用いた資料

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 B の知識の体系化の程度が学習者 A の体系化の促進に影響したかどうかについて調べる。

知識の体系化の度合い	学習者	要した時間（分）
低い	被験者 A	14
低い	被験者 B	16
ない	被験者 C	27
ない	被験者 D	29

表 3 知識の体系化の度合いと学習者が要した時間

6.1 インタビュー内容

学習者 B 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 4 インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：低い

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5 インタビュー結果 学習者Bの知識の体系化の度合い：低い

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 6 インタビュー結果 学習者 B の知識の体系化の度合い：なし

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7 インタビュー結果 学習者Bの知識の体系化の度合い：なし

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 緒言

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 [1]. 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高い程, 学習者の知識の体系化の促進になると仮説を立て, 対話相手の知識の体系化の度合いが及ぼす学習者の知識の体系化に要する時間を比較し検証することを目的とした研究を行った. その結果, 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. 対話相手の知識が体系化されていない場合より, 少し体系化されている場合には学習者の知識の体系化の促進に繋がった.

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] 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.
 - [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] 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.
- [3] [2] [1]

9 付録



図 4 実験に用いた資料



図 5 実験に用いた資料

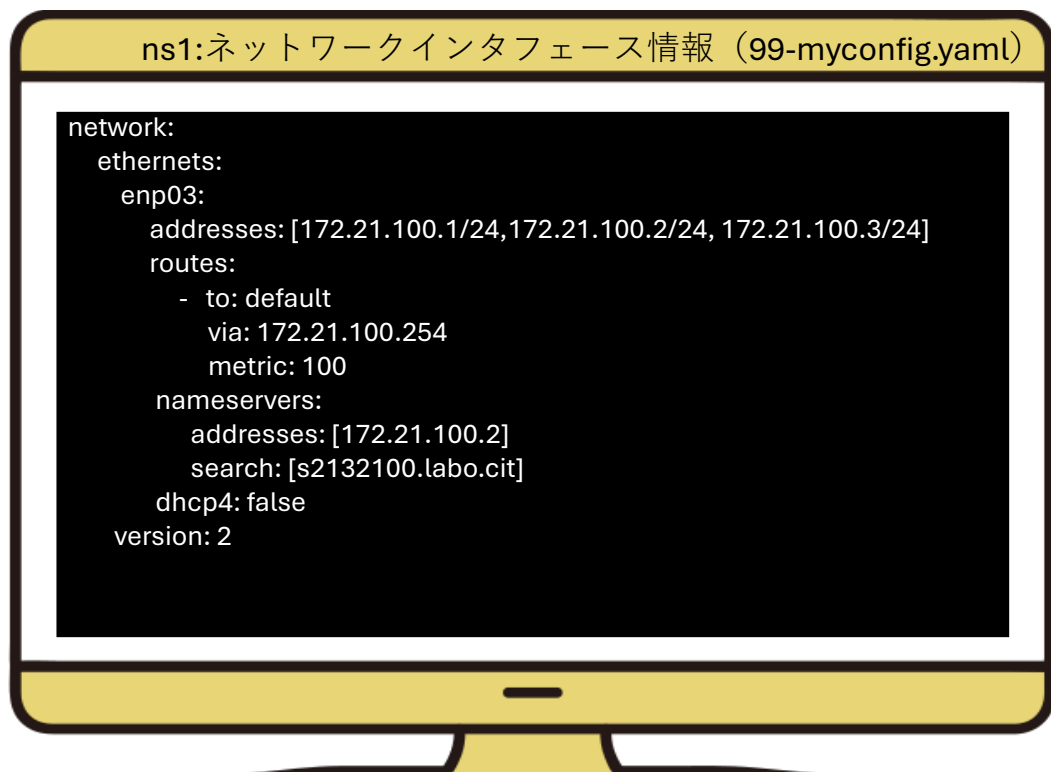


図 6 実験に用いた資料



図 7 実験に用いた資料

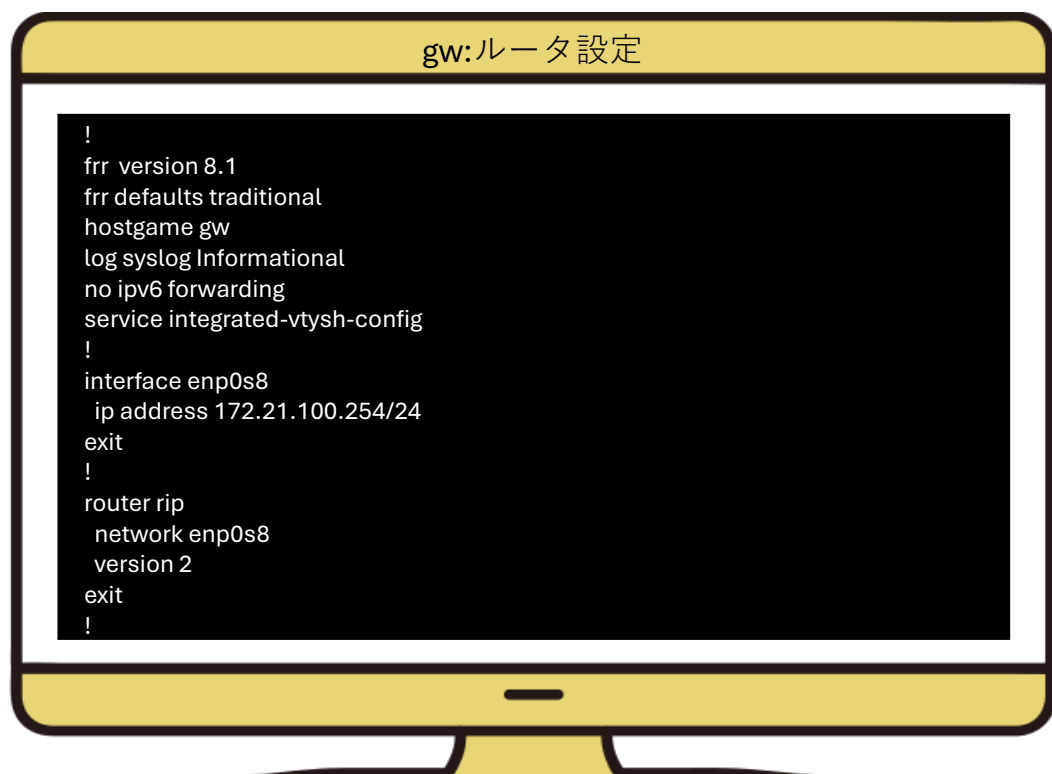


図 8 実験に用いた資料



図 9 実験に用いた資料

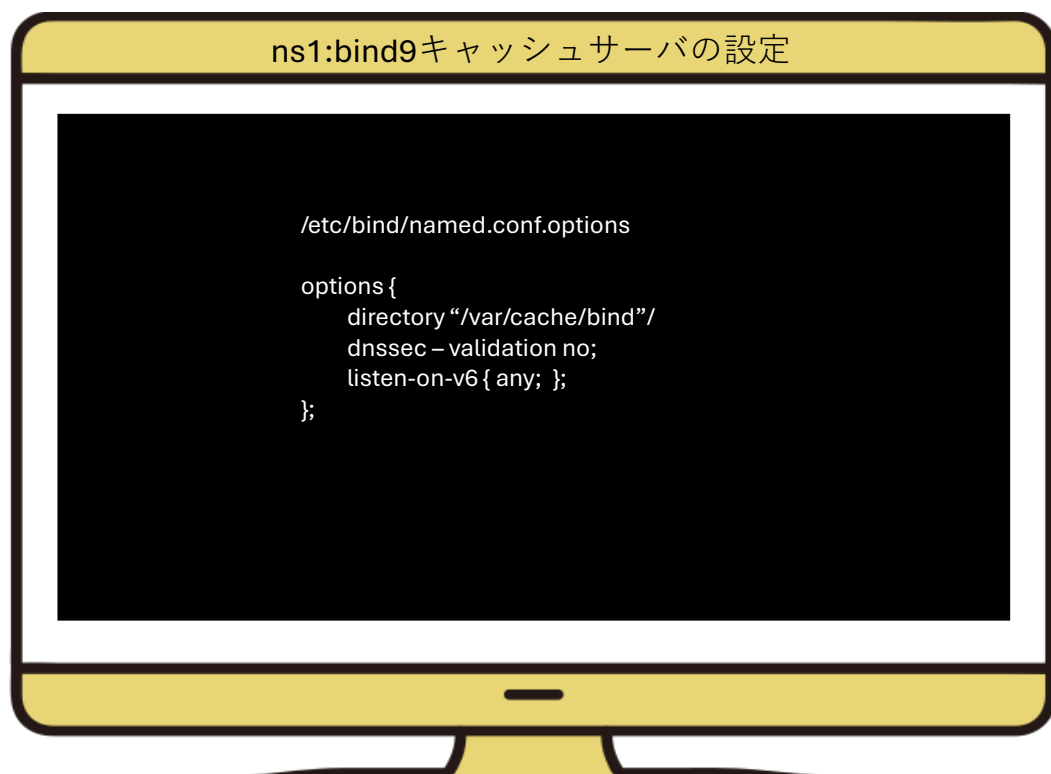


図 10 実験に用いた資料

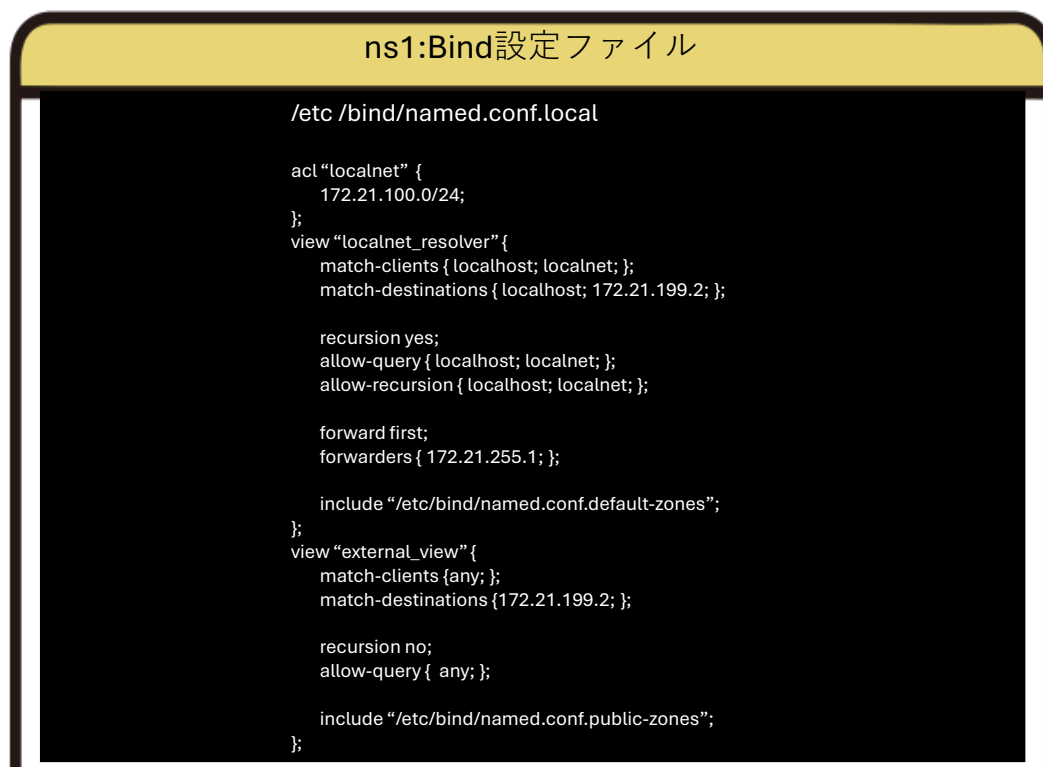


図 11 実験に用いた資料



図 12 実験に用いた資料

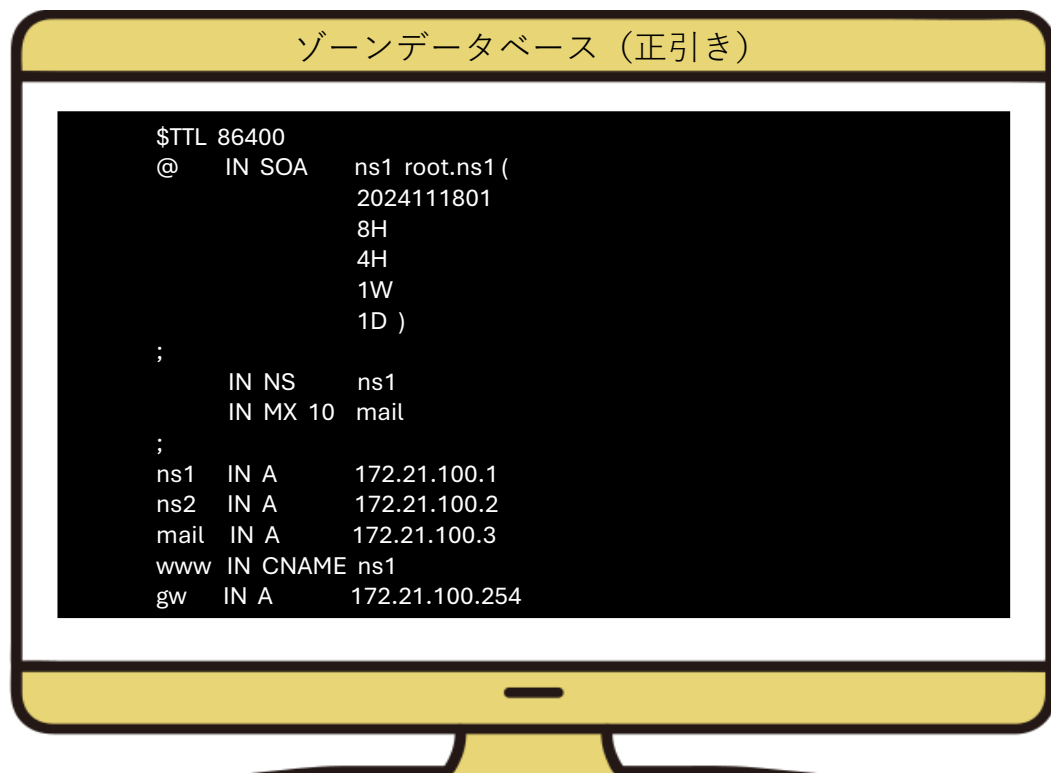


図 13 実験に用いた資料

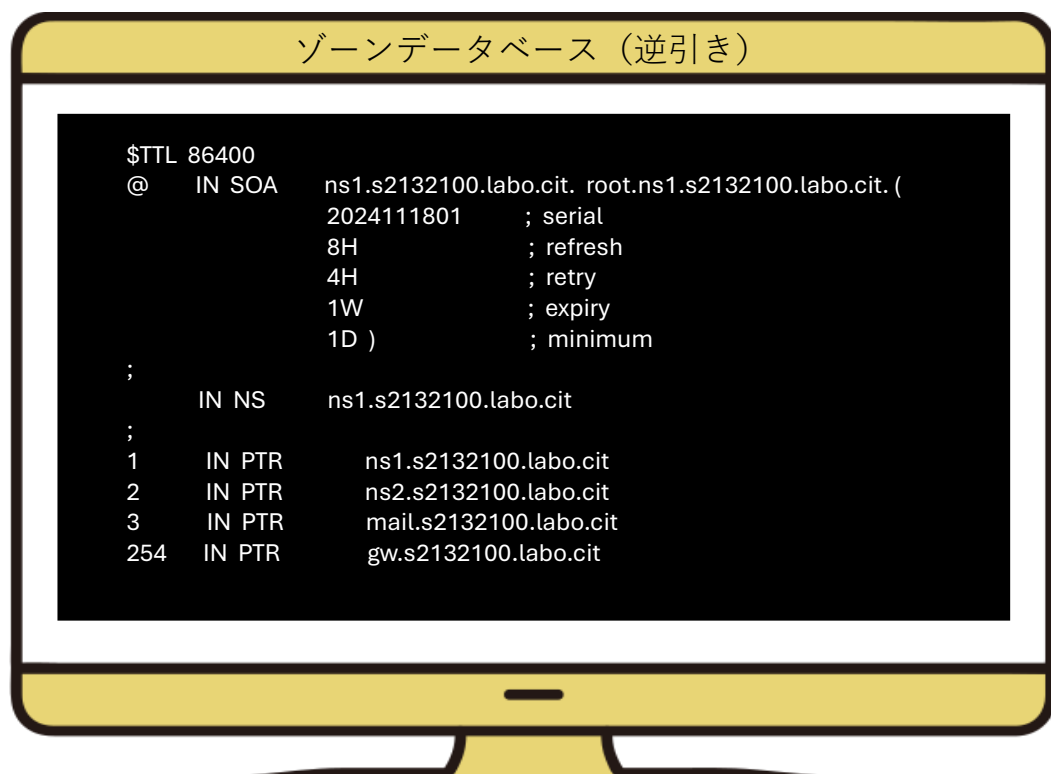


図 14 実験に用いた資料