

プレゼンテーションドキュメントを
用いたスライド調べ学習支援
に関する研究

後藤 充裕

電気通信大学大学院 情報理工学研究科

博士（工学）の学位審査論文

2022年9月

プレゼンテーションドキュメントを
用いたスライド調べ学習支援
に関する研究

博士論文審査会

主査 柏原 昭博 教授
委員 西野 哲朗 教授
委員 田中 健次 教授
委員 橋山 智訓 教授
委員 江木 啓訓 准教授

著作権所有者

後藤充裕

2022 年

Study of Supporting Slide-based Investigative Learning with Presentation Documents

Mitsuhiro Goto

Abstract

In recent years, the opportunities for using presentation documents (P-documents) as learning resources have been increased since the Web services such as SlideShare allow learners to learn P-documents in various fields. In general, P-documents usually consist of slides whose contents are often summarized clearly and precisely by means of keywords, figures and images so that learners can easily comprehend. In addition, there are many P-documents on the Web that are not organized or structured but are related to advanced fields. Using such P-documents makes it possible to learn about matters that are not published in textbooks or books. P-documents could be learned in an investigative way, in which learners do not tend to learn the contents of all the slides exhaustively but focus on particular slides they want to investigate. We call such learning with P-documents “slide-based investigative learning (SBI-learning),” and propose a framework and a support tool for SBI-learning.

In this study, we have designed a model of SBI-learning that consists of the following three phases: (1) slides search phase, (2) knowledge construction phase, and (3) learning viewpoint expansion phase. This model has been designed with reference to the web-based investigative learning model for Web resources that are not well structured for learning. However, the search process in phase (1) differs from

web-based investigative learning depending on the characteristics of P-documents targeted in this model. In this work, we focus on the slides search phase, and introduce a method for facilitating this phase.

In learning P-documents involving a relatively large number of slides (several dozen or so), it is difficult for learners to find only the slides they want to learn or should learn. It causes them to take more time for learning and to finish learning with incomplete knowledge. The main issue addressed in this thesis is how to facilitate the search of slides to be learned.

P-documents are generally divided into several semantic segments that embody themes and topics present. In order to efficiently find out slides to be learned in a P-document, it is necessary to grasp the contents and boundaries of the segments in the document and to select the slides based on the segments grasped. However, it is not so easy for learners to identify the segments and to find out slides from a P-documents since the roles of slides or the logical connections between the adjacent slides are not explicitly represented.

We propose a map (called “slide map”) that visualizes the structure of a P-document involving the roles of each slide and the logical connections between the adjacent slides. This map makes it easy to identify the contents and boundaries of segments in a P-document and to find out slides to be learned. We also implemented a tool for searching slides based on the map.

We conducted a case study involving 16 participants with the tool, whose purpose was to ascertain whether slide map could be more beneficial for searching the slides to be learned and understanding the presentation document than PowerPoint user interface. The results of the study showed that slide map facilitated search for slides to be learned and viewing of the slides intensively, and promoting learners' understanding of P-documents in a shorter time. We also confirmed from the a subjective evaluation questionnaire that the slide map had a high usability for searching for the slides and understanding the slides in detail.

This paper consists of seven chapters. The following is an overview of each chapter.

The introduction outlines the overview of the study and the background of the study, and the issues in learning with P-documents, and clarifies the scope of this study.

Chapter 2 describes SBI-learning proposed in this study. In this section, we explain the characteristics of P-documents as learning resources, details of the SBI-learning model, and related work on learning support using P-documents in order to clarify the position of this study.

In chapter 3, we clarify the issues in SBI-learning, and explain a framework that enables learners to identify segments and understand relationships between slides. We also illustrate a visualization method (slide map) based on the logical connection of Japanese conjunctions for segments and relationships between slides in P-documents.

In chapter 4, we demonstrate the outline of the SBI-learning tool using the slide map described in chapter 3 and its functions.

In chapter 5, we report the analysis of investigating to what extent logical connection type between slides appears in actual P-documents, and to what extent Japanese conjunctions in oral scripts of P-documents are described, whose purpose was to confirm whether the proposed method was feasible

In chapter 6, we describe the evaluation conducted to verify whether the proposed slide map was effective for slides search and understanding of slide contents using the proposed tool. We also discuss the limitation and the future outlook of the proposed tool according to the results of the evaluation.

We summarize the results of our study and discuss the future work in chapter 7.

プレゼンテーションドキュメントを 用いたスライド調べ学習支援 に関する研究

後藤 充裕

概要

様々なプレゼンテーションドキュメント(P-ドキュメント)がWebサービスを通じて入手可能になり、学習リソースとして活用する機会が増えてきている。一般に、P-ドキュメントは聴衆に伝えようとする情報が端的かつ的確に表現され、学ぶべき要点が分かりやすくまとめられていることが多い。また、Web上には先進的な分野に関するP-ドキュメントが多く存在するため、教科書や書籍で出版されていない事柄を学ぶことも可能となっている。このようなP-ドキュメントの学習では、ドキュメントに含まれる全てのスライドを網羅的に学ぶ必要は必ずしもなく、むしろ学びたいスライドだけに絞るといった調べ学習の形態で学ぶことができる点に大きな特徴がある。そこで、本論文ではP-ドキュメントを用いた調べ学習を「スライド調べ学習」と呼び、学習支援の枠組みやその支援ツールを提案する。

まず、本論文では、スライド調べ学習を(1)学びたい観点に関連するスライド(学習スライド)の探索、(2)学習スライド内容に関する知識構築、(3)学びたい観点を展開、の3つのフェイズに分け、スライド調べ学習モデルをデザインした。本モデルは、学習向け

に構造化が不十分な Web リソースを対象にした Web 調べ学習モデルを参考しているが、学習対象となる P-ドキュメントの特徴により、(1)のフェイズにおける探索プロセスが Web 調べ学習と異なる。

次に、(1)学習スライド探索フェイズに特に焦点を当て、その問題点と解決方法を論じる。数十枚程度の比較的スライド枚数が多い P-ドキュメントを対象にした場合、学習者が学びたいスライドのみを探すのが難しく、十分に学べないまま学習を終えてしまうことがある。効率的に学習スライドを探索するには、学習者自らで意味的なスライドのまとめ（セグメント）やスライド間の接続関係を見出さなければならない。しかしながら、目次が提供されないことが多い P-ドキュメントでは、全てのスライドを概観する必要があり、学習者にとって非常に負荷がかかり、煩雑な作業となる。

そこで、本論文では、学習スライド探索を促進するために、P-ドキュメントが内包しているセグメントやスライド間の接続関係の同定・把握を助ける可視化表現である「スライドマップ」を提案する。スライドマップは、日本語接続詞が持つ論理展開を利用して、スライドの役割やスライド間の接続関係を表すことで、学習者自身でのセグメント同定を支援し、学習スライド探索の煩雑さを解消することを目的とする。

また、このスライドマップを活用した支援ツールの実装と、16名の実験参加者による評価実験を実施した。実験の結果、提案するスライドマップを用いた支援ツールは、PowerPoint のユーザインタフェースと比較して、学習観点に関連した任意の学習スライドを短時間で探索することを可能にし、かつ探索した学習スライド内容の重点的な閲覧を促進した。また、PowerPoint と比較して、提示する情報量が増加しても、実験参加者の負荷を高めず、学習スライド内容の理解を同程度以上に促せることを確認した。また、主観評価のアンケートから、スライドマップに基づく支援ツールが高いユーザビリティを有していることを確認した。

本論文は全7章から構成される。以下に各章の概要を述べる。

序論では、本研究の内容を概観し、研究の背景や P-ドキュメント学習における問題点について述べ、研究の目的を明らかにする。

第 2 章では、本研究で提案するスライド調べ学習について述べる。ここでは、対象とする P-ドキュメントの特徴やスライド調べ学習モデルの詳細、P-ドキュメントを活用した学習支援の関連研究について述べ、本研究の位置づけを明確化する。

第 3 章では、学習スライド探索における問題点を明らかにし、セグメント同定やスライド間の接続関係の把握を支援する枠組み、P-ドキュメントに含まれるセグメントやスライド間の接続関係を日本語接続詞の論理展開に基づいた可視化するスライドマップについて述べる。

第 4 章では、3 章で述べたスライドマップを用いた学習スライド探索支援ツールの概要やその機能について論じる。

第 5 章では、スライドマップの実現性を確かめるために、既存の P-ドキュメントのスライドに対して、想定している接続関係が付与できるか、P-ドキュメントの口頭説明文中に日本語接続詞がどの程度記述されているかを分析し、その結果について述べる。

第 6 章では、学習スライド探索支援ツールにより、提案するスライドマップがスライド探索やスライド内容理解に有効であるかを検証するために行なった評価実験について述べるとともに、実験結果に基づいた実験計画や提案ツールの限界について論じる。

最後に、第 7 章では、本研究全体のまとめと今後の課題について述べる。

目次

| | |
|----------------------------|----|
| 第1章 序論..... | 1 |
| 1.1 背景..... | 1 |
| 1.2 研究課題・目的..... | 6 |
| 1.3 本論文の構成..... | 7 |
| 第2章 スライド調べ学習..... | 9 |
| 2.1 はじめに..... | 9 |
| 2.2 対象とするP-ドキュメント..... | 9 |
| 2.3 スライド調べ学習モデル..... | 12 |
| 2.3.1 学習スライド探索フェイズ..... | 15 |
| 2.3.2 知識構築フェイズ..... | 15 |
| 2.3.3 学習観点展開フェイズ..... | 16 |
| 2.4 関連研究..... | 18 |
| 2.4.1 学習者主体の学習環境..... | 18 |
| 2.4.2 P-ドキュメント検索技術..... | 19 |
| 2.4.3 P-ドキュメント構造の可視化..... | 20 |
| 2.4.4 P-ドキュメント内容の理解支援..... | 21 |
| 2.4.5 P-ドキュメントの概観支援..... | 22 |
| 2.5 まとめ..... | 23 |
| 第3章 学習スライド探索支援..... | 24 |
| 3.1 はじめに..... | 24 |
| 3.2 スライド探索時の問題点..... | 24 |
| 3.3 支援の枠組み..... | 26 |
| 3.3.1 スライドの役割の可視化..... | 27 |
| 3.3.2 スライドの接続関係の可視化..... | 29 |
| 3.4 スライドマップの例..... | 33 |
| 3.5 まとめ..... | 35 |
| 第4章 スライド探索支援ツール..... | 36 |
| 4.1 はじめに..... | 36 |

| | | |
|------------------------|-----------------------|----|
| 4.2 | ツール概要 | 36 |
| 4.3 | ユーザインタフェース | 38 |
| 4.4 | スライドマップ設定ファイル | 40 |
| 4.5 | まとめ | 42 |
| 第5章 スライドマップ生成に関する分析 | | 44 |
| 5.1 | はじめに | 44 |
| 5.2 | 目的・条件 | 44 |
| 5.3 | 手順 | 48 |
| 5.3.1 | 分析1: 接続関係の出現傾向の分析 | 48 |
| 5.3.2 | 分析2: 口頭説明文内の接続詞の記述傾向 | 49 |
| 5.4 | 結果 | 50 |
| 5.4.1 | 分析1 | 50 |
| 5.4.2 | 分析2 | 57 |
| 5.5 | 議論 | 59 |
| 5.6 | まとめ | 61 |
| 第6章 学習スライド探索支援に関する評価実験 | | 62 |
| 6.1 | はじめに | 62 |
| 6.2 | 目的 | 62 |
| 6.3 | 条件 | 63 |
| 6.3.1 | 実験用インタフェース | 64 |
| 6.3.2 | 実験用ドキュメント | 64 |
| 6.3.3 | 試行方法・回数 | 66 |
| 6.4 | 手順 | 67 |
| 6.5 | 結果 | 72 |
| 6.5.1 | スライド探索時のスライド閲覧時間や閲覧回数 | 72 |
| 6.5.2 | スライド探索後の理解度 | 76 |
| 6.5.3 | スライド探索時のユーザビリティ | 77 |
| 6.5.4 | スライド探索後の主観的な達成度 | 79 |
| 6.5.5 | 実験結果まとめ | 80 |
| 6.6 | 議論 | 82 |

| | | |
|-------------------|----------------------|-----|
| 6.6.1 | 実験結果に関する考察..... | 82 |
| 6.6.2 | 実験対象に関する考察..... | 84 |
| 6.6.3 | 実験条件の統制..... | 85 |
| 6.6.4 | 複数のP-ドキュメントへの対応..... | 87 |
| 6.6.5 | 学習スライドの理解支援..... | 87 |
| 6.6.6 | 学習観点の展開..... | 88 |
| 6.6.7 | スライド探索スキルの獲得..... | 89 |
| 6.6.8 | スライドマップの応用..... | 91 |
| 6.7 | まとめ..... | 93 |
| 第7章 結論..... | | 94 |
| 参考文献..... | | 98 |
| 研究業績(関連論文)..... | | 103 |
| 研究業績(その他の論文)..... | | 104 |
| 謝辞..... | | 106 |
| 著者略歴..... | | 107 |

目次

| | |
|--|----|
| 図 2-1 P-ドキュメントの作成・学習プロセス..... | 10 |
| 図 2-2 スライド調べ学習モデル..... | 14 |
| 図 2-3 Web 調べ学習とスライド調べ学習の比較..... | 17 |
| 図 3-1 学習スライド探索支援の枠組み..... | 26 |
| 図 3-2 スライドの役割による配置..... | 28 |
| 図 3-3 接続関係の各リンク表現..... | 31 |
| 図 3-4 スライドマップの例..... | 34 |
| 図 4-1 ツール概要..... | 36 |
| 図 4-2 ツールのユーザインタフェース..... | 38 |
| 図 4-3 スライドサムネイル拡大機能..... | 39 |
| 図 4-4 スライドジャンプ機能..... | 40 |
| 図 4-5 スライドマップ設定ファイルの例..... | 42 |
| 図 5-1 接続関係の付与結果の概要..... | 52 |
| 図 6-1 両条件でのユーザインタフェース表示イメージ..... | 64 |
| 図 6-2 理解度確認テストの例..... | 69 |
| 図 6-3 スライド探索平均所要時間の分析結果..... | 72 |
| 図 6-4 平均閲覧時間・平均閲覧回数の分析結果..... | 74 |
| 図 6-5 理解度確認テストの分析結果..... | 76 |
| 図 6-6 主観評価アンケートの分析結果..... | 77 |
| 図 6-7 スライドマップ特有機能のアンケート結果..... | 78 |
| 図 6-8 事後アンケート結果..... | 79 |
| 図 6-9 スライドマップの Learner-Adaptable Fading/Scaffolding..... | 90 |

表目次

| | |
|--|----|
| 表 3-1 接続関係の種類一覧..... | 30 |
| 表 5-1 接続関係の付与結果..... | 51 |
| 表 5-2 順接・逆接・対比の接続関係が付与されるスライド内容の割合 | 56 |
| 表 5-3 口頭説明文内の接続詞の記述回数..... | 58 |
| 表 6-1 各条件でのスライド配置数・内包リンク数..... | 65 |
| 表 6-2 各条件における学習観点と有効スライド..... | 66 |
| 表 6-3 事後アンケートの設問項目 | 69 |
| 表 6-4 SUS アンケートの設問項目 | 69 |
| 表 6-5 主観評価アンケートの設問項目..... | 71 |
| 表 6-6 スライドマップ特有機能のアンケートの設問項目..... | 71 |

第1章 序論

1.1 背景

科学技術の進歩により急速な変化を遂げる近年の情報社会において、膨大な情報の中から起きる問題・課題を見つけ出し、自ら考え、自ら行動して、解決へ導く「21世紀型スキル⁽¹⁾」が重要視されている。この21世紀型スキルには、自らが調べたい課題について、Web上の膨大な情報の中をICTツールを用いて主体的に探索し、必要な情報を選択的に収集する情報活用スキルや収集した情報を自らの視点に基づいて整理・再構成することで知識を構築し、解決策を導き出す思考・問題解決スキルなどがあり、情報社会を生きる上で必要不可欠なスキル⁽²⁾となりつつある。

こうした背景のもと、教育現場や企業研修、研究活動、生涯学習などの様々な文脈において、「情報を活用し、正解が一意でない問題・課題を解く」スキルの育成が図られている。一方、WebやICTツールを用いた学び方自体について、そのプロセスを明確に定めたものではなく、これらをどのように利用して学ぶかは個々の学習者に委ねられることが多い。例えば、学習向けに構造化されていない膨大かつ多種多様なWebリソースを対象にしたWeb調べ学習では、Webブラウザをツールとして使い、学習者自身の視点に基づいて学ぶべき項目や学ぶ順序である「学習シナリオ」を作成し、情報収集や知識構築の遂行を想定している。しかしながら、標準のWebブラウザを単に利用するだけでは、学習者自身での学習シナリオ作成を促すことはできず、学びたい項目について深く・広く調べきれないまま学習を終える傾向がある⁽³⁾。こうした問題に対し、Kashiharaら⁽⁴⁾は、Web調べ学習をモデル化し、モデル通りに調べ学習を遂行するための足場を築く認知ツールを開発し、Web調べ学習自体の学び方を提案している。

そして、近年、Webの発展に伴って、上述したWebリソース以外にも学習リソースとなりうるものが簡単に入手可能になってきている。その代表がPowerPoint⁽⁵⁾などのプレゼンテーションソフトにより作成されるプレゼンテーションドキュメント(以下、P-ドキュメントと呼ぶ)である。元々、P-ドキュメントは、発表内容を聴衆に分かりやすいように端的にまとめたもので、会議や講義、研修など様々なプレゼンテーションケースにおいて多く活用されてきた。

例えば、大学の講義では、講師が事前に作成したP-ドキュメントを投影しながら講義を行うスライド形式の講義が普及している。吉田ら⁽⁶⁾の調査によると、2008年の時点でおおよそ72%の講師が「教材の蓄積性や再利用性」のメリットを挙げ、プレゼンテーションソフトを利用した講義を行っている。また、学会や技術セミナー、所属するコミュニティでの勉強会などの発表でもP-ドキュメントが広く用いられるようになってきている。その理由として、P-ドキュメントは、教科書や書籍に比べて、記載内容が端的かつ的確に表現されることが多く、聴講者にとって理解すべき要点が分かりやすくなっているという点が挙げられる。実際、ICTに明るい大学生にとっては、P-ドキュメントは教科書よりも学びやすい有効な学習リソースであるという報告⁽⁷⁾や教科書ベースでの従来型の講義に比べて、P-ドキュメントを用いた方がその内容に興味を持ちやすいという報告⁽⁸⁾がある。

さらに様々なケースで活用されるこのようなP-ドキュメントはWebを介して共有され、教科書の代わりとして使われる機会も増えている。例えば、辻ら⁽⁹⁾の調査によると、社会情勢により大学での講義実施形態の主が遠隔講義となった近年では、「おおよそ90%の講師がP-ドキュメントを学生に配布した上で、講義を実施している」と報告されている。加えて、SlideShare⁽¹⁰⁾に代表されるP-ドキュメント共有サービスの登場によって、誰でも簡単にWeb上へ公開できる環境が整ってきている。元々、SlideShareには、最新の研究内容や社会問題に対する企業や国の取り組み事例など、体系化が不十分でも先進的な分野に関するP-ドキュメ

ントが共有されていた。さらに、2016年の時点で、「学術分野を中心とした先進的な分野のドキュメントのみならず、非学術分野のドキュメントも含めて、1,800万という数のP-ドキュメントが公開されている」というThelwallら⁽¹¹⁾の調査報告がある。この調査では、SlideShareにP-ドキュメントをアップロードするユーザーの内訳についての分析が実施されており、学術分野や教育分野に携わるユーザーは年々減少し、2016年時には全ユーザーの1割程度となってきたことも報告されている。これは、最新の研究内容や講義内容以外にも、様々な分野のP-ドキュメントを専門家や一般のユーザーがアップしており、それらのP-ドキュメントを利用できる状況になってきたことを示している。そのため、学習者が何か学びたい内容がある場合には、書籍では出版されていないような事柄も含めて、このようなWeb上のサービスを介してP-ドキュメントを入手して、すぐに学びを行える環境が整いつつある。

以上述べてきた通り、P-ドキュメントは本来のプレゼンテーションの視覚的な補助マテリアルとしての用途に留まらず、学習者がドキュメント内容を読み取り、学ぶりソースとしても活用されるようになってきている。

一方で、こうしたP-ドキュメントをどのように学ぶかについては、個々の学習者に委ねられており、Web調べ学習支援研究で進められてきた認知ツールも存在していないのが現状である。本章の初めに述べた通り、こうしたWeb上の学習リソースを用いた情報活用や思考・問題解決スキルは非常に重要であり、本研究は、P-ドキュメントを対象とした学びを通して、これらのスキル獲得に寄与することを目的とする。そのため、本論文ではP-ドキュメントの特徴を整理しながら、学習者がどのように学ぶべきか、その学びをどのように支援すべきかについて論じる。

通常、P-ドキュメントは、複数枚のスライドで構成され、各スライドは発表内容を端的に表すキーワードや図表、時には映像メディアを用いて作成される。作

成時には、発表内容から重要な概念や知識を取り出しスライドで表現する「分節化」と、教科書や書籍の章・節のような論理構造を検討し、各スライドの役割やスライド間の関係性を決定する「系列化」が行われる。そして、この分節化と系列化を繰り返すことで、記載内容が論理的に構造化された P-ドキュメントができる。P-ドキュメントでは、この論理構造を明示的に表現した目次に相当する情報が提供されないことも多いため、学習時にはスライド系列からこの論理構造を把握することが求められる。

こういった P-ドキュメントを学習リソースとした場合、学習者は自身の学びたい内容に関係するスライドをドキュメントの中から探索して、探索したスライドの内容を詳細に理解していく必要がある。また、スライド探索の結果、自身の学びたい内容に関係するスライドが存在しない場合や、より詳細な内容を理解したい場合には、別の P-ドキュメントを対象にして、前述したスライドの探索やスライド内容の理解を繰り返していくことになる。こういった学び方の具体例として、教育工学の研究者が「実験システムの有用性を示す評価手法」を学ぶために、自分の研究内容に類似した研究に関する P-ドキュメントを集め、各ドキュメントから「評価手法」に関して記載したスライドを探索し、各ドキュメントでの手法の概要やその違いについて学んでいくケースがある。また、環境問題に関心のある学習者が日本の環境問題対策について、関連する企業の取り組み事例の発表に関する P-ドキュメントを集め、「近年の環境破壊の要因」に関するスライドを学んでいく中で「諸外国における事例」についての興味を持ち、学ぶ内容を展開して、「諸外国における事例」に関連する別の P-ドキュメントを集めながら学んでいくケースもある。

こうした学び方は、従来の書籍を用いた学習のように、作成者の想定した学習シナリオに基づき記載された内容について、先頭から順に学んでいく系統学習⁽¹²⁾とは大きく異なる。系統学習は、学ぶべき項目を段階的に配置しその項目を順序

立てた学習シナリオを教師が作成し、そのシナリオに従って学習者に学ぶべき内容を教示する方式である。学習者にとっては、短期間に体系化された知識を習得できるメリットがある一方で、教示内容が学習者の興味・関心に沿っていない場合には、学習者が主体的に学べないというデメリットがある。

一方、P-ドキュメントを用いた学習は、学習者が主体的に学習目標を定めながら、構造が把握しにくい学習リソースから学ぶべき項目を探索し、学習目標に関連すると学習者が考える項目について、その学ぶ順序も含めて検討しながら、知識の整理・体系化を進めていくという「調べ学習⁽¹³⁾」的な学び方であるといえる。

本研究では、このようなP-ドキュメントを用いた調べ学習を「スライド調べ学習」と定義し、学習者がP-ドキュメントの先頭スライドから順に学ぶのではなく、学習者の学びたい観点（以降、学習観点と呼ぶ）に関連したスライドを1つのP-ドキュメント内から探索し、特定のスライド内容に絞って知識構築を進めることを想定している。また、現在スライド探索を行っているP-ドキュメント内に学習観点に関連した内容が十分に記載されていない場合には、別のP-ドキュメントを参照してスライド探索を繰り返すことも想定している。その上で、従来研究であるWeb調べ学習の知見を活用しながら、P-ドキュメントの特徴を考慮した学習支援を提案する。

柏原ら⁽⁴⁾⁽¹⁴⁾が進めてきたWeb調べ学習支援では、学習向けの構造化が不十分でかつ膨大な学習リソースが存在するWeb空間から、学習者が学ぶべきリソースをキーワード検索するだけでなく、検索結果のリソースを用いて学習者が調べたい課題（学習課題）に関する知識構築を進めたり、知識構築の過程で新たな学習課題を部分課題として展開しながら、課題に関連する項目を網羅的かつ体系的に学ぶためのモデルが提案されている。

そこで、本研究では、このWeb調べ学習のモデルを参考に、スライド調べ学習モデルをデザインした。本モデルでは、(1)学習観点に関連するスライド(以降、

学習スライドと呼ぶ)の探索, (2)学習スライド内容に関する知識構築, (3)学習観点からの別の P-ドキュメントの探索, の 3 つのフェイズでスライド調べ学習のプロセスを表現している。また, 本研究では, これら 3 つのフェイズのうち, 特に(1)学習スライド探索フェイズに焦点を当て, 学習支援方法を検討してきた。(1)のフェイズに焦点を当てた理由として, Web 調べ学習が対象とする Web リソースと本研究が対象とする P-ドキュメントという学習リソースの違いを考慮した支援方法の考案が求められるためである。

1.2 研究課題・目的

スライド調べ学習における学習スライド探索フェイズでは, 学習者自身で学習観点を満たす学習スライドを探索する必要がある。しかし, スライド調べ学習で学習リソースとする P-ドキュメントは, 書籍や教科書のように記載内容を示す目次に相当する情報が提供されないことが多い。そのため, 学習スライドを効率的に探索するには, 端的に表現された各スライドの内容を概観しながら, 発表内容を分節化した意味的に近い話題を持つスライドのまとめり (以降, セグメントと呼ぶ) やスライド同士がどのような関係性を持って接続されているか (以降, スライド間の接続関係と呼ぶ) を学習者自身で見出さなければならない。このようなスライド探索に必要な作業は, スライド枚数が多いほど煩雑となり, 探索時間を要したり, 学習スライドを見落とす恐れがある。

特に, 本研究では, 数十枚の比較的多い枚数のスライドで構成され, かつ, 研究発表や取り組み事例報告のように, 体系化が不十分でも先進的な分野の発表内容の P-ドキュメントを対象にする。こういった P-ドキュメントから学習スライドを探索するには, 隣り合う 1 枚 1 枚のスライドの接続関係を捉える前に, 意味的に関連している話題のまとめりであるセグメントを同定・把握しないと, 結果

として全てのスライド内容を確認することになり、目的とする学習スライドを十分に理解できないまま調べ学習を終えてしまうことに繋がる。

そこで、本研究では、学習スライド探索を支援するために、P-ドキュメントが内包しているセグメントやスライド間の接続関係の可視化表現の提案する。提案する可視化表現は、日本語接続詞が持つ論理展開に基づいて、スライド間の接続関係を表し、スライドの意味的なまとまりであるセグメント同定やセグメントに含まれるスライド間に存在する関係性を把握しやすくして、学習スライド探索の煩雑さを解消することを目的とする。

1.3 本論文の構成

本論文は全7章から構成される。以下に各章の概要を述べる。

序論では、本研究の内容を概観し、研究の背景やP-ドキュメント学習における問題点について述べ、本研究の目的を明らかにする。

第2章では、本研究で提案するスライド調べ学習について述べる。ここでは、対象とするP-ドキュメントの特徴やスライド調べ学習の学習モデルの詳細、P-ドキュメントを活用した学習支援の関連研究について述べ、本研究の位置づけを明確化する。

第3章では、学習スライド探索における問題点を明らかにし、セグメント同定やスライド間の接続関係の把握を支援する枠組み、P-ドキュメントに含まれるセグメントやスライド間の接続関係を日本語接続詞の論理展開に基づいた可視化手法について述べる。

第4章では、3章で述べた可視化手法を用いた学習スライド探索支援ツールの概要やその機能について論じる。

第5章では、可視化手法の実現性を確かめるために、既存のP-ドキュメントのスライドに対して本研究で想定している接続関係が付与可能であるか、P-ドキュ

メントの口頭説明文中に日本語接続詞が記述されているかを分析した結果について述べる。

第6章では、学習スライド探索支援ツールを用いて、提案する可視化手法がスライド探索やスライド内容の理解促進に有効であるかを検証するために行った評価実験について述べ、その結果を考察する。

最後に、第7章では、本研究全体のまとめと今後の課題について論じる。

第2章 スライド調べ学習

2.1 はじめに

本研究では、研究発表や事例紹介向けの P-ドキュメントを用いたスライド調べ学習を提案する。まず、本章では学習リソースとして用いる P-ドキュメントの特徴について述べる。次に、スライド調べ学習を(1)学習スライド探索フェイズ、(2)知識構築フェイズ、(3)学習観点展開フェイズの3つにフェイズに細分化し、各フェイズにおける学習プロセスをモデル化したスライド調べ学習モデルについて詳述する。最後に、P-ドキュメントの学習に関する関連研究を交えながら本研究の位置づけを明確にする。

2.2 対象とする P-ドキュメント

本研究では、数十枚程度のスライドで構成され、各スライドが「スライドタイトル」や「端的で分かりやすいスライド本文（キーワードや箇条書き）」、「本文に関連する図表」といった要素が記載されている P-ドキュメント⁽¹⁵⁾を対象にする。また、この P-ドキュメントは研究発表や取り組み事例報告のように、体系化が不十分でも先進的な分野の内容を過不足なく分かりやすく聴衆に伝えるために用いられるドキュメントを想定している。一方、P-ドキュメントには、ライティングトークや営業プレゼンテーションを目的に、視覚的に情報を伝えるインフォグラフィック⁽¹⁶⁾や 1 スライドの情報量を最小限にして 1 センテンスのみを記載する高橋メソッド⁽¹⁷⁾を多用するものも存在する。これらの P-ドキュメントは、聴衆に発表内容の一部を印象強く伝えるのに有効であるが、各スライドの位置づけや P-ドキュメント全体の構成が把握しにくい傾向にあり、本研究では対象外とする。

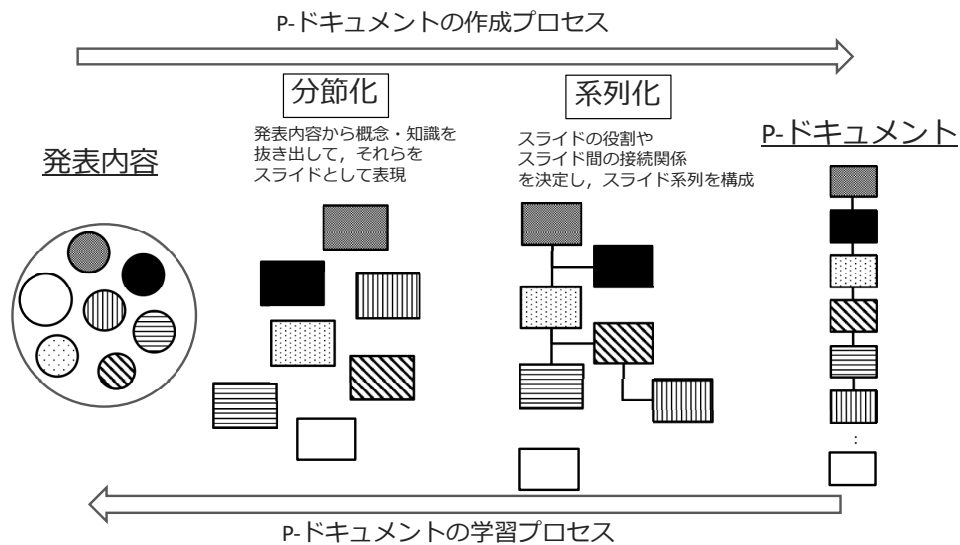


図 2-1 P-ドキュメントの作成・学習プロセス

谷田ら⁽¹⁸⁾や齋藤ら⁽¹⁹⁾は、本研究で対象とする発表内容を過不足なく分かりやすく聴衆に伝える P-ドキュメントの作成支援のためのプレゼンテーション構造を提案している。プレゼンテーション構造とは発表内容から「どのような内容を、どのような順序」で聴衆に提示するかを表現するものである。ドキュメント作成者は、この構造を意識することで聴衆に伝わりやすい P-ドキュメントの作成が行える。図 2-1 に示す通り、作成時には、発表内容から重要な概念・知識を取り出して各スライドとして表現する分節化と、論理構造を検討しながら各スライドの役割やスライド間の接続関係に基づいた系列化を繰り返す。このプロセスにより、意味的に関連した1枚以上のスライドの系列が1つのセグメントとしてまとめられる。各セグメントはテーマやトピックなどの主題のまとまりに対応しており、発表中の主題の切り替わりはセグメントの切り替わりとなる。そして、学習時には、図 2-1 に示す通り、上述してきた P-ドキュメント作成の順序を逆方向に辿り、P-ドキュメント中のスライドの役割やスライド間の接続関係を把握しながら、主題のまとまりであるセグメントを同定する。そして、同定したセグメント内容やセグメントに含まれる各スライドの内容を理解しながら、学習を進めていくこ

とになる。こういった P-ドキュメント内容の理解について、亀和田ら⁽²⁰⁾は、聴衆がプレゼンテーション聴講時に、1枚のスライドに閉じた内容に関する理解である「ノード理解」と複数枚のスライドにまたがる関係性の理解である「リンク理解」の2種類の理解を進める必要があると述べている。そして、聴衆にリンク理解を促すには、スライドという形で断片化された内容に対して、スライド間の橋渡しを上手く行い、複数のスライドにまとまった内容を伝えることが重要であると述べている。このスライド間の橋渡しとは、本研究で対象とする「各スライドの位置づけ」や「スライド間の接続関係」を聴衆が理解することに他ならない。こうした橋渡しの理解を上手く行うことで、複数のスライドをまとめたセグメントや各スライド内容の理解を促せるといえる。

P-ドキュメント中のセグメントについては、先行研究⁽²¹⁾で研究グループに蓄積された P-ドキュメントに対して「研究背景」、「問題点」、「研究目的」などの典型的なセグメントを同定し、セグメントの系列に基づいて学習者自身での P-ドキュメント作成支援を提案している。一方、本研究では、このような典型的なセグメントに限らず、発表内容に対して意味的に関連した主題を表現するスライド系列をセグメントと定義して、このセグメントが複数含まれるような P-ドキュメントを対象としている。特に、知識や概念が十分に体系化されており、各セグメントを明瞭に表現できる数学や物理などの分野ではなく、研究発表や取り組み事例紹介のように複数のセグメントが含まれているが、体系化が不十分なためセグメントの区切りを把握しにくい分野の P-ドキュメントを学習対象と想定している。

各セグメントには、ある主題が記載されることになるが、セグメントに含まれる各スライドは主題を説明する役割以外に、その主題を補強または反駁して補足説明する役割を担うスライドに区別することができる。例えば、伝わりやすい論理構造を重視するパラグラフライティング⁽²²⁾でも、主題を主張するトピックセン

テンスと主題を補足するサポーターセンテンスが区別されている。また、批判的視点から主題の位置づけを明確にする思考法であるクリティカルシンキング⁽²³⁾でも、主題を補強する場合と主題を反駁する場合が区別されている。本研究では、これらの手法を参考に、P-ドキュメントにおけるスライドの役割を3つに区別することはある程度妥当であると考え、これら役割を持ったスライドを含むP-ドキュメントを対象にする。

さらに、Kohlhase⁽²⁴⁾が指摘しているように、PowerPointに代表されるP-ドキュメント作成ツールは、個々のスライド内容の作成に主眼を置いており、複数のスライドが関わるセグメントやスライド間の接続関係の表現に対しては、「セクションの区切り」⁽²⁵⁾を入れるという限定的な機能の提供に留まっている。そのため、P-ドキュメントでは、セグメントやスライドの役割、スライド間の接続関係は明示的に表現されない傾向にある。加えて、1.2節でも述べた通り、P-ドキュメントは、教科書や書籍で明示されている「章や節」などの記載内容を一覧できるようにまとめた目次に相当する情報が提供されないことが多く、記載内容の論理構造が把握しにくいものであるといえる。

本研究では、以上述べてきた特徴を持つP-ドキュメントを学習リソースとして用いる「スライド調べ学習」を提案する。本節以降では、このスライド調べ学習における学習支援の枠組みについて詳述する。

2.3 スライド調べ学習モデル

本研究で想定しているスライド調べ学習は、「全てのスライドの内容を網羅的に学ぶ」ものではなく、数十枚のスライドで構成されるP-ドキュメントを学習リソースとして、学習者の学習観点を満たすスライドを探索し、「探索したスライドに絞ってその内容を重点的に学び、知識構築を進める」ものである。そして、知識構築が1つのP-ドキュメントで十分に行えない場合や、学んできた内容を

より詳細に理解したいと学習者が考えた場合には、元々の学習観点を展開し、別の P-ドキュメントを対象に再度スライド探索を行い、学習観点からの学びが満たされるまで、知識構築を繰り返すことを想定している。そのため、P-ドキュメントの記載内容の構造について、目次に相当する情報が提供されない状況でも把握しやすくするだけではなく、学習者自身での学びたい内容に関するスライドの効率的な探索や探索したスライド内容の理解の促進を支援する必要がある。

そして、こういった学習向けに構造化されていないリソースを対象に、学習観点について学ぶべき項目や学ぶ順序である学習シナリオを学習者自身で作成しながら進める学び方は、PBL(Problem-Based Learning)⁽²⁶⁾として位置づけられる学びであり、21 世紀型スキル⁽¹⁾として位置づけられる情報活用スキルとそれに基づく問題解決能力の育成に寄与する。

Kashihara⁽⁴⁾らは、P-ドキュメントと同じように目次に相当する情報が提供されない、非構造的な Web リソースを対象に学習者が調べたい課題（学習課題）について、主体的に Web 空間を探索しながら、学習シナリオを作成し、課題を理解するための項目や項目間の関係を体系的・網羅的に学ぶ Web 調べ学習の学習モデルとその支援ツールを提案している。Kashihara らのモデルでは、Web 調べ学習が(1) Web リソース探索フェイズ: 調べ学習の学習課題に関する Web リソースを学習リソース群として収集、(2) Navigational Learning フェイズ: 収集した学習リソース群を探索しながら学習課題について学び、学んだ内容をキーワードとして抽出し、それらキーワード間の関係付けを通して知識を構築、(3) 学習シナリオ作成（課題構造化）フェイズ: 構築した知識構造を振り返り、関連付けした項目の中からより詳細に学ぶ必要のある項目を部分課題として展開し、新たな Web リソースを探索という 3 つのフェイズで構成されるとしている。本研究で

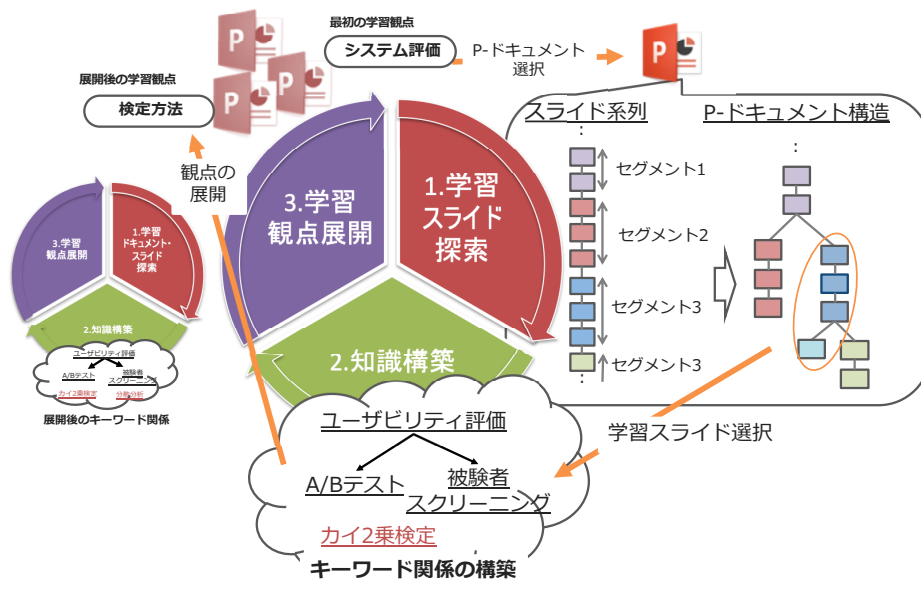


図 2-2 スライド調べ学習モデル

も、この Web 調べ学習モデルを参考に、P-ドキュメントを学習リソースとするスライド調べ学習をモデル化した。

スライド調べ学習モデルは図2-2に示すように、3フェイズで構成されており、学習者が学習観点からの学びを満すまで、この3フェイズを繰り返すモデルとなっている。以下では学習者が各フェイズでどのようなプロセスでスライド学習を進めていくかを詳述する。なお、スライド調べ学習では、P-ドキュメントのもとになる発表内容をまとめた原稿やプレゼンテーション時の聴衆に配布するレジメであったり、プレゼンテーションを収録したビデオといった他の学習リソースを併用せずに、P-ドキュメントのみを学習リソースとして用いて短時間に学習を進めることを想定している。当然、他のリソースを用いることで、学ぼうとするP-ドキュメントを用いたプレゼンテーション内容自体はより正確に再現できる。一方で、原稿やレジメを参照したり、再生時間を要するビデオを用いることで、他のリソースを閲覧する時間が必要になり、学びたい内容に注力した学びが難しくなるため、P-ドキュメントのみを学習リソースとする。

2.3.1 学習スライド探索フェイズ

本フェイズでは、1つのP-ドキュメントから学習観点を満たす学習スライドを探索し、詳細を学ぶスライド自体やその順序を決定する。まず、学習者は、各スライドの内容やスライド間の接続関係を概観しながら、主題の区切りとなるセグメントを同定していく。

具体的には、記載されている内容から主題を説明するスライドなのか、主題を補足するスライドなのか、スライドの役割を判断したり、スライド間に存在する因果関係や包含関係などの関係を把握しながら、主題がどのスライドで区切れるかを判断することで、セグメントの同定を行う。

次に、同定したセグメントを参考に、より詳細に内容を確認するセグメントを選択し、選択したセグメント内に学習スライドが存在するかを探索し、学習スライドを選択する。もし、選択したセグメント内に学習スライドが存在しない場合には、別のセグメントを選択し、再度学習スライド探索を進めていく。そして、選択したスライドの学ぶべき順序を決定し、次フェイズにおいて、学習スライド内容を詳細に理解しながら知識構築を行う。

また、現在の探索しているP-ドキュメントに学習観点を満たすスライドが含まれていないと判断した場合にも、学習観点を満たす別のP-ドキュメントを新たに探索し、学習スライド探索を進める。なお、探索対象となるP-ドキュメントは、所属するグループが所有するローカルなリポジトリやスライド共有Webサービス上に格納されており、キーワード検索や分類カテゴリ名などを用いて、学習者が任意のP-ドキュメントを取得することを想定している。

2.3.2 知識構築フェイズ

本フェイズでは、学習スライド探索フェイズで選択した学習スライド中に含まれる重要な概念や知識をキーワードとして抜き出し、キーワード同士を関連付けることで、知識構築を進める。キーワードの関連付けでは、繋がりががあると判断

できるキーワードをリンクするだけでなく、キーワード間に因果関係や包含関係など、リンクの属性を含めて関連付けをしながら、学習者自身での知識構築を促す。

また、知識構築を通して、前のフェイズで選択した学習スライドから知識・概念を表すキーワードが十分に抜き出せなかったり、別の学習スライドが必要だと学習者が感じた場合には、前のフェイズの学習スライド探索を再度行って、新たに学習スライドを選択し知識構築を進める。

2.3.3 学習観点展開フェイズ

本フェイズでは、関連付けした知識構造を振り返り、関連付けした項目から知識構築が不十分な点や詳細に学ぶべき点を確認し、学習観点を展開する。例えば、「Aという行動をすべきか、すべきでないか」という学習観点について学んでいる学習者が「Aという行動のデメリットばかりを調べていることが多い」、「Aという行動のメリットの事例ばかりを調べていて、事例と因果関係のある情報を調べていない」といったことを構築した知識構造から振り返り、一部のキーワードばかりの関連付けを行っている点に気付くことを期待している。そして、関連付けが少ないキーワードに対して、「Aという行動のメリットを調べる」、「Aという行動のメリットの根拠を調べる」といったことを新たな学習観点として展開し、別のキーワードを関連付けを付けることを想定している。

そして、展開した新たな学習観点を満たす学習スライドが含まれるP-ドキュメントを探索し、学習スライド探索フェイズや知識構築フェイズを進めながら、再度、本フェイズでの知識構築の振り返りを行う。こうして、新たな学習観点が生起しなくなり、学習者自身で「十分学んだ」と納得するまで、この3フェイズを繰り返す。なお、「学習観点を満たすように十分に学んだ」と学習者自身で判断しやすくするには、前フェイズで構築した知識構造を診断するなどして、学びへの振り返りを支援することが必要になる。一方で、既定された正解がないスライド調

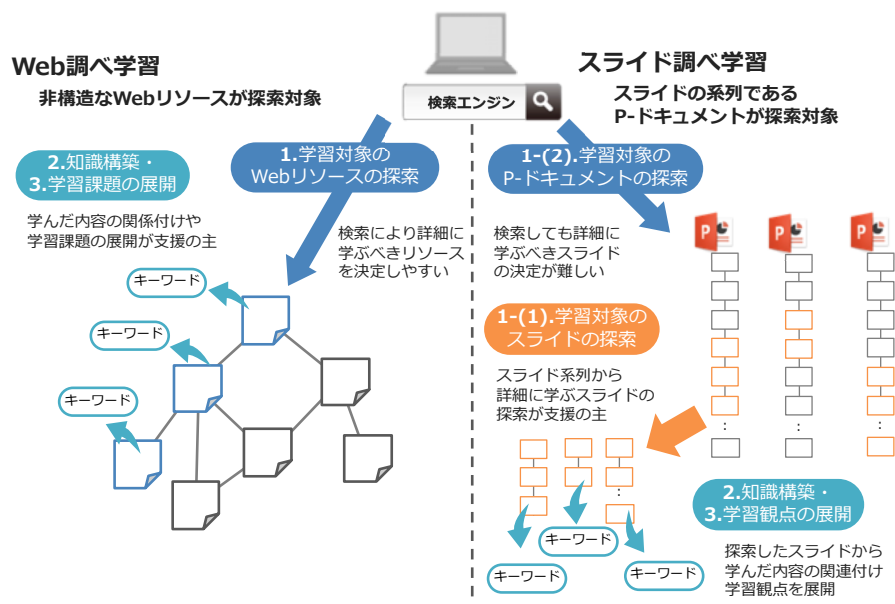


図 2-3 Web 調べ学習とスライド調べ学習の比較

べ学習において、こういった振返りを精度良く支援すること自体が難しく、一つの課題となる。ただし、学習者自身による振返りを促すこと自体に大きな価値があり、不完全でも振返りを促すための観点の提示が重要となる。

以上述べてきたスライド調べ学習の3つのフェイズのうち、学習スライド探索フェイズ以外は、Web 調べ学習モデルの各フェイズに対応している。一方、学習スライド探索フェイズについては、図 2-3 に示す通り、「非構造的」Web リソースと「スライドの系列」である P-ドキュメントという学習リソースの違いにより、学習者が実施する探索プロセスに差異が生じる。

Web 調べ学習では、学習課題を表すキーワードを検索エンジンを用いて検索して、検索結果としてキーワードに関連する Web リソースを探索し、収集できるため、内容を詳細に確認する学習リソースを決定しやすい。そのため、学習者の興味・関心の同定を促しながら、学習モデルの後段にある知識構築や学習シナリオ作成フェイズにおける学習支援が主となる。一方、スライド調べ学習では、学

習観点を表すキーワード検索を行っても、内容を詳細に確認する学習スライドの決定が難しい。そのため、キーワード検索により任意の P-ドキュメントを探索・収集した後に、学習者自らドキュメント内容を詳細に確認する必要があり、学習モデルの前段にある学習スライド探索フェイズの支援が鍵を握る。その理由は、現状のスライド共有サービスでの検索機能では、セグメント単位まで絞り込んだ検索結果の取得がそもそも難しいためである。既存のテキスト検索技術をスライド検索に応用した場合にも、検索キーワードに関連するセグメントではなく、スライド 1 枚 1 枚の単位で検索結果が提示されることになる。その結果、検索に引かなかったスライドの内容だけを断片的に学んで、知識構築を不十分なまま終わってしまう恐れがある。

そこで、本章以降では、P-ドキュメントを学習リソースとした時の学習スライド探索フェイズにおける学習支援について焦点を当て、その問題点や解決方法について論じる。

2.4 関連研究

2.4.1 学習者主体の学習環境

コンピュータ技術の進歩により、電子的な学習リソースや学習ツールの開発が進み、学習者主体のオープンエンド型の学習環境（Open-Ended Learning Environments: OELEs）が整備されたきた。Salomon⁽²⁷⁾はこうした OELEs を用いた学習を成功させるには、学習者が自身で立てた学習目標や学習シナリオに沿って学んでいる状態を、OELEs で提供される情報技術を活用して、自発的に認知できるかが重要であると述べている。本研究で取り扱うスライド調べ学習のように、学習向けの構造化が不十分なリソースを対象にした学びは、まさにこうした OELEs での学びであり、学習目標や学習シナリオを学習者に認知させ、知識構築を支援する学習ツールの設計・開発が必要になる。同じように Land⁽²⁸⁾は、OELEs

では、学習者が重要な情報に注目し一貫した説明を構築できることが重要であり、学習者の背景知識が乏しい場合には、自己調整を支援しながら学ぶ戦略の提供が必要になると述べている。一方で、それをどのように利用して学ぶかは学習者に委ねられているのが現状で学習者への指導に注意を払う必要があると主張している。そのため、本研究では2.3節で述べたモデルに沿ってスライド調べ学習を遂行する経験を学習者に積ませることで、P-ドキュメント内容理解の学び方の学びを支援し、P-ドキュメントという新しい学習リソースの活用する機会の拡充を図る。以降では、P-ドキュメントを対象にした学習支援に関する従来研究について述べていく。

2.4.2 P-ドキュメント検索技術

講義や会議、研修などのシーンで作成されたP-ドキュメントやその場で実施されたプレゼンテーションのビデオが遠隔講義や学習向けの学習リソースとして大量に蓄積される状況において、P-ドキュメントやビデオに含まれる情報の利活用性を高める情報アクセス技術が多く提案されている。Liewら⁽²⁹⁾は、スライド内のテキスト・画像特徴やP-ドキュメント中の位置やスライドに含まれる画像数といったプレゼンテーション特有の特徴を用いたスライド検索を提案している。また、羽山ら⁽³⁰⁾は、スライド検索結果を、従来のWeb検索のような検索クエリに合致したテキストとその周辺のテキストをスニペットとしてそのまま提示するのではなく、スライド内のタイトルやリード文といったテキスト構造に基づいてスニペットを再構成し、該当するスライド画像と共に提示することで、任意のスライド内容の把握を支援している。Kan⁽³¹⁾は、研究発表P-ドキュメントを対象に、スライド内容に対応した論文中の節を対応付けて、スライド画像と共に検索結果として提示する手法を提案している。これらは、検索キーワードに応じたスライドを見つけやすくすることから、スライド調べ学習における学習スライド探索に関する重要な知見となる。ただし、検索結果がスライド単位で提示されることか

ら、発表内容を断片的に捉えやすくなり、亀和田らの定義による「ノード理解」に終始してしまうことになる。一方、本研究では、複数のスライドにまたがった内容の理解も含めた支援を目的とする点が異なる。

次に、講義プレゼンテーションを収録したビデオから、学習者が確認したいパートへのアクセスを容易にする手法の提案も多く行われている。内容理解を促すために、収録したビデオをセグメントに分割することは重要であるが、手動でのセグメンテーションには非常に手間がかかるという問題⁽³²⁾が生じる。そこで、ビデオに含まれるプレゼンタの音声・映像特徴を用いてセグメント分割を自動化する研究も多く行われている。Soares⁽³³⁾らはプレゼンタの音声の基本周波数やスペクトル密度といった低次の特徴と、発話しているキーワードといった高次の特徴を組み合わせて、主題の区切りを検出する手法を提案している。Shahら⁽³⁴⁾は、ビデオ、スライド、字幕といった映像中の視覚的特徴や文字的特徴の組み合わせにより、主題の区切りを高精度に検出する手法を提案している。これらは、本研究と同じく複数のスライドにまたがった内容の理解を目的にしたものであるが、P-ドキュメントの情報だけでなく、プレゼンテーションの収録ビデオが持つ情報を用いている点が本研究と異なる。そして、関連研究における学習文脈では、ビデオを視聴してその内容を理解する必要があるが、ビデオの再生実時間分の時間が必要になり、学習には一定の時間を要することになる。一方、本研究では、P-ドキュメントをそのまま用いることで、飛ばし読みなどをしながら、学びたい内容に注力して短時間で学びを実施する点が異なる。

2.4.3 P-ドキュメント構造の可視化

情報アクセス技術ではない従来研究の別の切り口として、P-ドキュメント内の構造を可視化して内容理解を支援する研究も行われている。坂本ら⁽³⁵⁾は、スライド内のキーワード出現頻度を用いて内容が類似した複数のスライドを1つのセグメントと自動判定し、P-ドキュメントをいくつかのセグメントに分割する手法

を提案している。Wang ら⁽³⁶⁾は、スライド本文の箇条書きのレベル、スライド中の画像をもとにしてトピック内容や包含関係を推定し、スライド間の関係をツリー上に表現することで、関係性を意識した閲覧を可能にしている。また、北山ら⁽³⁷⁾は、スライド内や口頭説明文のキーワード出現頻度を利用して、スライド間の意味的な関係を自動付与し、P-ドキュメントをセグメント分割する手法を提案している。これらの手法では、スライド内のキーワード出現頻度をもとにしてスライド内容の類似性や意味的な関係性を捉えている。そのため、同一のキーワードで各スライドの内容が記載されない場合には、手法の適用が難しい場合がある。本研究では、スライドの記載内容に依存しないスライド間の接続関係に着目し、学習者自身でのセグメント同定を支援する点が異なる。

2.4.4 P-ドキュメント内容の理解支援

プレゼンテーション内容の理解促進を目的とした研究として、Marsh ら⁽³⁸⁾による事前に P-ドキュメントスライドを一覧にしたハンドアウトを聴衆に共有することで、要点をまとめずにスライド内容をただコピーするようなノートを取る回数が減り、プレゼンテーション後の理解度テストの成績が向上するという報告がある。また、井上ら⁽³⁹⁾による聴講者がプレゼンテーションを聞きながら重要な知識・概念をキーワードとして抜き出し、講義理解マップという構造化された形でノートを取ることで理解支援を促す講義プレゼンテーションの理解支援手法や Tomoto ら⁽⁴⁰⁾による講義用の P-ドキュメントに含まれる重要な知識・概念をキーワード群として聴講者に提示して、構造化されたノートテイキングを支援する手法が提案されている。これらの研究結果は、スライド調べ学習における知識構築フェイズに大きく関わる知見である。本研究では、この知見を用いて、スライド系列として提示される情報から、自らの学習シナリオに沿って重要な知識・概念をキーワードとして如何にして上手く抜き出すか、またそれらキーワードの関係性をどのようにしてうまく構造化するかを検討している。

2.4.5 P-ドキュメントの概観支援

最後に、P-ドキュメントの概観を目的とした研究について整理する。Wang ら⁽⁴¹⁾は、スライド内のテキストをもとにワードクラウドを生成し、各スライド内容の把握を助けるクイックブラウジング手法を提案している。この手法では、任意のスライドに含まれるキーワードの文字サイズや色がワードクラウド中でハイライトされ、どのような内容が書かれているかを概観可能にしている。これは、スライド内容の概観を目的にしており、セグメントを捉える上で有効な場面もある。一方、スライド間の接続関係の把握にまで踏み込んでいない点は本研究のスコープと異なる。Shimada ら⁽⁴²⁾は、講義プレゼンテーション前に P-ドキュメント中の要点スライドのみを抽出し、プレゼンテーション内容を要約した P-ドキュメントの生成手法を提案している。また、この報告の中で、要約版のドキュメントを用いることで短時間の予習でも講義プレゼンテーションの理解度が向上したという結果を示している。数十枚に渡る講義向けの P-ドキュメントの要点を短時間で把握する上で、要約版の提示が有効であることを示しており、スライド調べ学習の学習スライド探索フェイズや知識構築フェイズに関する重要な知見であるといえる。一方で、要約版は、講義を行う講師の想定している学習シナリオにより生成されているため、本研究に適用する場合には、学習者が作成した学習シナリオに応じた要約版の生成を検討する必要がある。

以上述べてきた通り、P-ドキュメントを対象にした学習支援に関する従来研究は様々な切り口で存在している。一方で、従来研究は、今までの情報検索や要約といったメディア処理技術の新しい適用先として P-ドキュメントを採用しているものが多く、OELEs で重要な学習目標や学習シナリオを学習者自身に認知させ、学び方自体を学ばせるように設計された学習支援ツール・システムに至っていないものが殆どである。さらに、本研究で提案するスライド調べ学習のように、Web 上の P-ドキュメントを横断的に探索しながら、様々なスライドに記載され

ている内容を構造化し、学習者自身での知識構築を支援するという構想を持った研究は少ない。そのため、本研究では、従来研究で明らかになった知見も活かしながら、各フェイズにおける支援手法を検討し、スライド調べ学習全体を支援する学習環境の実現を目指す。

2.5 まとめ

学習リソースとして用いる P-ドキュメントの特徴を整理し、P-ドキュメントを用いたスライド調べ学習モデルを提案した。このモデルは先行研究である Web 調べ学習支援における Web 調べ学習モデルを参考にしながら、P-ドキュメントを対象にすることで生じる学習プロセスを考慮してデザインしたことを述べた。最後に、P-ドキュメントを用いた学習の関連研究との比較を行いながら、提案するスライド調べ学習のように Web 上の P-ドキュメントを横断的に探索し、知識構築を行う本研究の位置づけを明確にした。

第3章 学習スライド探索支援

3.1 はじめに

本研究では、スライド調べ学習における P-ドキュメント中の学習スライド探索を対象にして、学習者自身で学習観点を満たすスライドの探索を可能とする情報提示手法を提案する。まず、手法の提案に向けて、学習スライド探索フェイズにおける問題点について論じる。その上で、効率的な学習スライド探索を支援するためにスライドの役割やスライド間の接続関係に着目したアプローチについて述べる。

3.2 スライド探索時の問題点

スライド探索では、各スライドの内容の概覧することと、スライドの役割やスライド間の接続関係を判断しながらセグメントを同定して、学習スライドを選択することを同時並行的に行うことになる。言い換えれば、P-ドキュメント作成者がドキュメント作成時に意図した論理的な構造や主題の区切りを学習者自らで把握して、スライド系列から任意のスライドを探し出し、どのように知識構築するかを決定する作業である。

しかしながら、この同時並行的なプロセスは学習者にとって、非常に煩雑で負荷が大きい。セグメント同定を伴う学習スライド探索の支援は、従来の書籍⁽⁴³⁾⁽⁴⁴⁾や Web 調べ学習支援⁽⁴⁾とは進め方が大きく異なる。以降では、それぞれの支援との比較について述べる。

まず、書籍では、作成者の意図した学習シナリオに基づいて話の流れや「章や節」などの論理的な構造が記載されるという特徴がある。増永⁽⁴³⁾や森本⁽⁴⁴⁾によると、書籍の 1 形態である教科書は「章や節、パラグラフ」などの論理的な構造に

基づいて項目が記載され、目次として一覧できる形で各項目の関係性が明示される。こういった書籍を用いた学習では、学習者がこの目次や索引を用いて学習観点に関係する項目を探索することになる。学習者がある項目を選択すれば、その項目が含まれる章や節といった論理的な構造を参照しながら、学習すべき項目の順序やその範囲を決定でき、作成者の意図した学習シナリオに沿った学びが行える。一方、P-ドキュメントでは、論理的な構造が明瞭に記載されないことが多いため、学習スライド探索には学習者自身で作成者の意図する話の流れやこの論理的な構造を把握する必要がある。

また、Web 調べ学習支援⁴⁾では、P-ドキュメントと同じく論理的な構造が明瞭に記載されない非構造な Web リソースを対象にしているが、この研究における主たる支援対象は学習者の興味・関心を同定し、それに応じた Web リソースを提供することにある。学習者の興味・関心はキーワードの形で表現され、そのキーワードに基づいて学習すべき Web リソース空間を探索しながら、学習課題に関連する項目や項目間の関係を学習者自身が網羅的・体系的に学んでいくことを期待する。そして、学びの中で、さらに詳細に学ぶべき興味・関心を部分課題として見出し、それらを構造化しながら学習シナリオを学習者自身で作成していくものとなっている。Web リソースの探索では学習課題のキーワードに関連するリソースを検索結果として取得・収集し、検索結果から詳細に学ぶべきリソースを決定することになる。一方、P-ドキュメントでは、学習者の興味・関心を同定する前に、作成者の意図した話の流れや論理的な構造を理解して、セグメントを同定する必要がある。2.3 節でも述べた通り、P-ドキュメントをキーワード検索しても、現状のスライド共有サービスでの検索機能では、スライド単位での検索結果の取得ができず、P-ドキュメント単位での検索となる。この検索結果から、学習者自身で学習スライドを探索するには、セグメント同定が必要になる。もし、

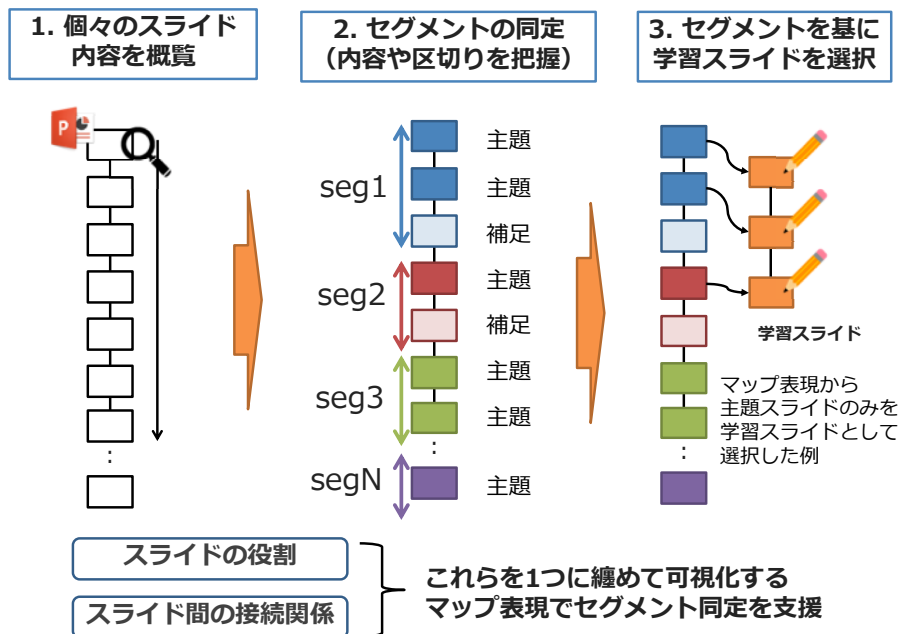


図 3-1 学習スライド探索支援の枠組み

セグメント同定しないまま探索を進めるとなると、全てのスライドについて内容を網羅的に確認することになり、学習スライドを探しきれないまま、学習を終えてしまう可能性がある。

3.3 支援の枠組み

そこで、本研究では、学習スライドを効率よく探索可能にするために、図 3-1 に示す(1) 個々のスライド内容の概観、(2) 概観したスライド内容に基づくセグメントの同定、(3) 同定したセグメントからの学習スライドの選択の3つのステップを支援する。特に、学習者がスライド内容を概観しながら、同時並行的に行うセグメントの同定と学習スライドの選択をシームレスに実施できることが重要であり、スライドの「役割 (主題の説明, 主題の補足説明)」とスライド間の「論理的な接続関係」の把握を助ける情報提示手法を提案する。本研究ではこの提示手法の考案にあたり、学習者の認知負荷を考慮し、Cognitive Theory of Multimedia Learning (以下、CTML)⁽⁴⁵⁾ に基づいた検討を行った。

CTMLは言語的情報(テキスト, 音声, ナレーションなど)と画像的情報(イラスト, 写真, アニメーションなど)を活用したマルチメディア学習における学習者の情報処理モデル理論である。この理論では, 複数のモダリティを用いて情報量を考慮した情報提示が学習時の認知負荷に悪影響を及ぼさずに, 知識獲得の点で有効であることを示している。CTMLでは, 言語的情報と画像的情報が学習者内の別の認知機能で処理され(二重チャンネルの前提), 1つの認知機能で処理できる情報量には上限がある(容量制限の前提)とされている。また, 学習者が提示された情報を能動的に選択・体系化・統合して処理する(能動的処理の前提)ことも述べられている。

そこで, 本提示手法では, CTMLの二重チャンネルを考慮し, 言語的情報が主となる「スライド内容」の概観を妨げないように, 「スライドの役割やスライド間の接続関係」を画像的情報として, 2種類の情報モダリティにより提示する。次に, 画像的情報で「スライドの役割やスライド間の接続関係」を提示する場合には, CTMLの容量制限を考慮して, スライドの役割や接続関係をシンプルな表現で可視化して提示する。最後に, CTMLの能動的処理を考慮して, 「スライド内容」を概観しながら, 同時に「スライドの役割やスライド間の接続関係」を把握できるように, スライド内容を表示する画面に並べて, スライドの役割やスライド間の接続関係をマップ形式で提示することにした。本研究では, このマップによる可視化表現を「スライドマップ」と呼ぶ。以降では, スライドマップ構成要素や具体例について詳述していく。

3.3.1 スライドの役割の可視化

自らの意見・考えを主張するプレゼンテーションでは, 「主題の説明(以下, 主題説明)」と「主題の補足説明」をそれぞれスライドとして提示しながら, 聴衆への説明を実施することが多い。また, 「主題の補足説明」では, 「主題に説

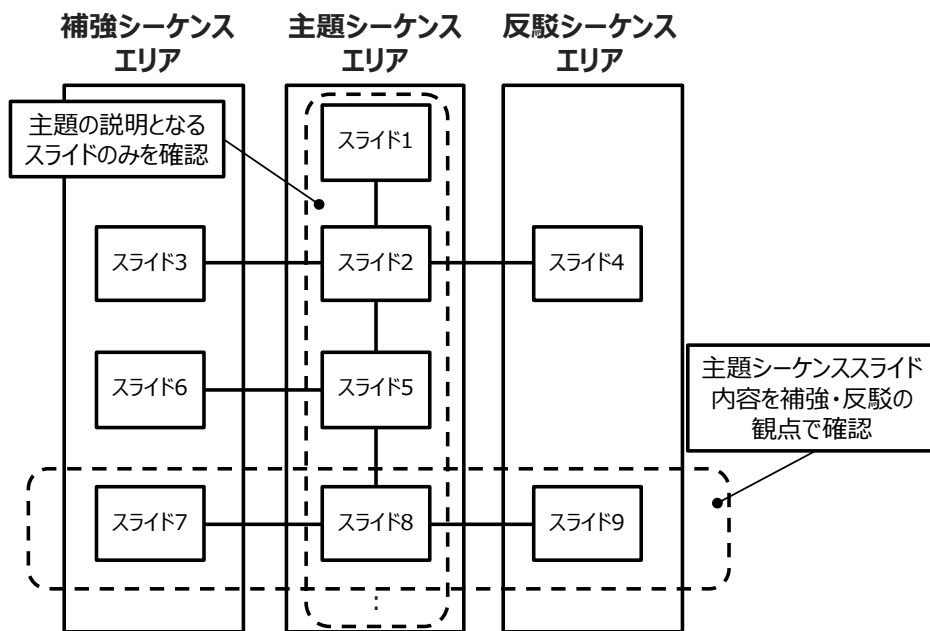


図 3-2 スライドの役割による配置

明を付け加えて補強する（以下、補強説明）」だけでなく、「主題を批判的視点で反駁し位置づけを明確にする（以下、反駁説明）」ことがある。このようなスライドごとに持つ役割を可視化することで、学習者に対してスライド内容の概観する際の補足情報を提供する。例えば、今確認しようとしているスライドが「主題の説明」の役割を持っているなら優先的に確認し、「補足説明」の役割を持っているなら他のスライドを先に確認するといった判断が可能になる。

本研究では、上述したスライドの役割に応じて、図 3-2 に示す通り、主題シーケンスエリアと補強シーケンスエリア、反駁シーケンスエリアの 3 つのエリアで構成されたスライドマップによる可視化を行う。スライドマップ上では、スライドをノード、スライド間の接続関係をリンクとして視覚的に表現する。

まず、主題シーケンスエリアには「主題説明」のスライドを配置する。学習者は、このシーケンスに属するスライドのみを概観することで、P-ドキュメント中に含まれる主題としてどういったスライドがあるかを確認できる。補強シーケン

スエアには「補強説明」、反駁シーケンスエアには「反駁説明」のスライドをそれぞれ配置する。そして、主題シーケンスエア内の「主題説明」のスライドからリンクされている「補強説明」や「反駁説明」のスライド内容を概観することで、「主題説明」のスライド内容をより詳細に確認することができる。なお、P-ドキュメントでは、各スライドの役割が明示的に表現されることは少ない。本研究では、3.3.2 項で述べるスライド間の接続関係により、各スライドがどのような役割を持ち、どのエアに配置するかを決定する。

最後に図 3-2 を用いて、スライドの役割による P-ドキュメントの概観例について説明する。図 3-2 中央部の「スライド 1, 2, 5, 8」のように、主題説明のスライドのみを縦断的に概観して、P-ドキュメントにどういった主題が含まれているかを確認できる。また、図 3-2 下部の「スライド 7, 8, 9」のように、主題説明のスライドから横方向に繋がったスライドを確認することで、主題であるスライド 8 の内容について補強（スライド 7）または反駁（スライド 9）する説明を確認できる。

3.3.2 スライドの接続関係の可視化

スライド間の接続関係については、日本語文法における接続詞に着目し、接続詞が持つ論理展開を利用して表現する。日本語接続詞は、話し言葉や書き言葉の違いのみならず、対象とする文章ジャンル（手紙や新聞、評論、公用文、論説的文章など）によって様々な分類観点（市川⁽⁴⁶⁾：論説的文章における 8 分類、田中⁽⁴⁷⁾：論説的文章における 3 分類、伊藤ら⁽⁴⁸⁾：実験的分類による 6 分類など）があり、その意味を一意に定義することは難しいとされている⁽⁴⁹⁾。そこで、本研究では、新聞の社説やコラム、小説、エッセイといった様々な文章をもとにした石黒⁽⁵⁰⁾の分類を参考に、10 種類の日本語接続詞の種類に基づいて、スライド間の接続関係の表現を検討した。石黒の分類を採用した理由として、プレゼンテーションは聴衆に分かりやすく伝えるという話し言葉的な側面と論理的に話を

表 3-1 接続関係の種類一覧

| 接続関係の種類 | 接続関係の機能 | 接続詞の例 |
|---------|-----------------------|-----------|
| 1. 換言型 | 先行表現を分かりやすく端的に言い換える | つまり, むしろ |
| 2. 補足型 | 先行文脈で欠けていた理由や条件を補う | なぜなら, ただし |
| 3. 逆接型 | 条件関係に反した帰結を予告する | しかし, ところが |
| 4. 対比型 | 相違点・対立点のある事柄を並べる | 一方, または, |
| 5. 順接型 | 条件関係に従った帰結を予告する | だから, それなら |
| 6. 転換型 | 話の切れ目を示し, その後展開を予告する | さて, では |
| 7. 結論型 | それまでの話をまとめる | このように |
| 8. 並列型 | 共通点・類似点のある事柄を並べる | そして, かつ |
| 9. 例示型 | 先行文脈が具体的に理解できるような例を示す | 例えば, 特に |
| 10. 列挙型 | 共通点・類似点のある事柄に順序をつけ並べる | 第一に, 最初に |

展開するという書き言葉的な側面の両面を持っており、特定の文章ジャンルに特化した分類よりも、様々な文章をもとにした分類を用いた方が、スライド間の接続関係を漏れなく表現できるためである。

表 3-1 に、接続関係の種類と機能、および各接続に用いられる代表的な接続詞を示す。例えば、「例示」型の接続関係は、2つのスライドが「ある内容の概要」と「その具体的な例」となる関係にあることを表しており、前者のスライドである「ある内容の概要」の内容だけを概要すれば、その主題の確認を短時間で実施できる。同じように「補足」型の接続関係は、2つのスライドが「ある内容の説明」と「その理由・条件の補足説明」となる関係にあることを表しており、こちらも前者のスライドの内容だけを概観すれば、その主題の確認を短時間で実施できる。さらに、スライド間の接続関係の種類を検討する中で、論理展開を伴わずに2枚のスライドが並べられることを考慮し、「単純接続」型という接続関係を用意した。したがって、表 3-1 の 10 種の接続関係と合わせて、合計 11 種類でスライド間の接続関係を表現する。

そして、2.2 節で述べた通り、本研究では、研究発表や取り組み事例報告といった、他者に分かりやすく発表内容を伝えるように、各スライドが端的に記載されている P-ドキュメントを対象にしている。具体的には、1 スライドに 1 つの主題説明もしくは主題の補足説明が記載されているドキュメントや、1 スライドに

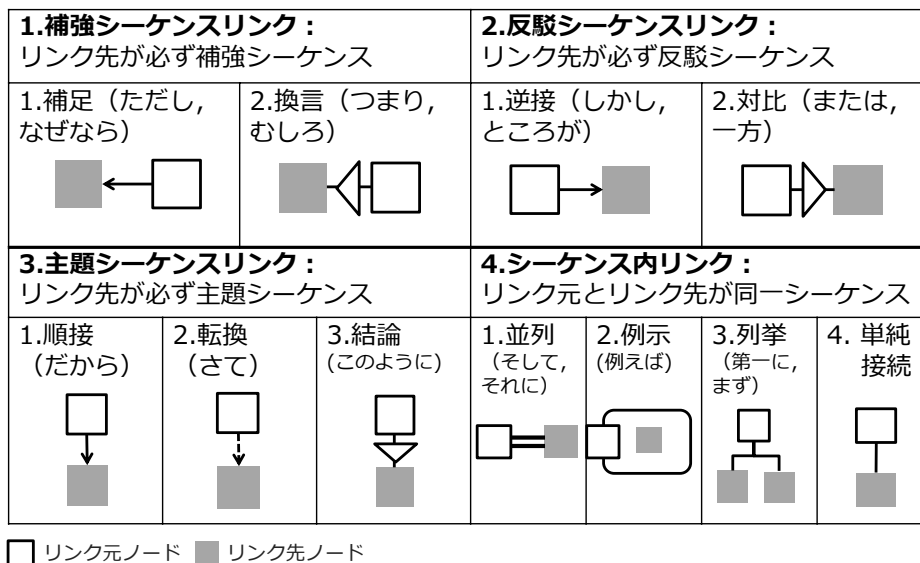


図 3-3 接続関係の各リンク表現

最大2つの主題説明や主題の補足説明が記載されているドキュメントを対象とする。前者の場合には、今まで述べてきた通りに隣り合うスライド間の接続関係を捉えれば良い。一方、後者の場合には、スライド前半の記載内容（1つ目の主題や補足）と後半の記載内容（2つ目の主題や補足）を接続するのに、スライド内に接続詞が記載されることを想定している。また、これらに当てはまらないケースとして、1スライド内に、様々な主題が接続詞を使って詰め込まれているスライドも想定される。そのようなスライドは他者に分かりやすく伝えるための論理展開が十分に検討されずに作成されたスライドであることから、本研究では対象としない。なお、現状では、スライドマップが学習スライド探索にそもそも有効であるかの検証を優先しており、1スライドに1つの主題のみが記載されるものを対象に、ツール実装や評価実験を行っている。今後、1スライドに2つの主題や補足が記載される場合を想定し、そのスライドを仮想的に2スライドとして扱うような対応も検討する。

また、図 3-3 に示す通り、接続関係の種類により、ノード間のリンクの表現を視覚的に変化させることで、学習者が直感的に接続関係を把握できるようにする。このリンクの視覚的な表現は、3.3 節で述べた CTML の二重チャンネルの前提を考慮した画像的情報による提示や容量制限の前提を考慮したシンプルな表現という要件に基づいて検討し、リンクの持つ意味をテキスト情報でラベルとして表示しなくても、意味が捉えられるようにデザインした。そして、接続関係がある 2 枚のスライドのうち、ドキュメント先頭側に配置されるスライドをリンク元ノードと、ドキュメントの末尾側に配置されるスライドをリンク先ノードと呼び、リンク表現はこれら 2 つのノードを接続する。また、リンク表現は 4 つのカテゴリに分けられ、このカテゴリに応じてリンク先ノードの配置シーケンスエリアを決定する。

(1) 補強シーケンスリンク

リンク元ノードが配置されたシーケンスエリアに関わらず、リンク先ノードを補強シーケンスエリアに配置し、リンク元ノードと接続する。

(2) 反駁シーケンスリンク

リンク元ノードが配置されたシーケンスエリアに関わらず、リンク先ノードを反駁シーケンスに配置し、リンク元ノードと接続する。

(3) 主題シーケンスリンク

リンク元ノードが配置されたシーケンスエリアに関わらず、リンク先ノードを主題シーケンスに配置し、主題シーケンスエリアに配置されたノードの最も末尾のノードと接続する。

(4) シーケンス内リンク

リンク元ノードが配置された同一のシーケンスエリアにリンク先ノードを配置し、リンク元ノードと接続する。

また、スライドマップ上でセグメントは明確に表現されないが、上述したリンク表現やスライド内容を踏まえて、学習者自らで同定することを想定している。例えば、「転換」型のリンクがあれば、そのリンクの前後で主題が切り替わりがあることを示しており、セグメントの区切りを判断できる。また、「例示」型や「並列」型のリンクで1つのリンク元ノードに、多くのリンク先ノードが接続されている場合には、同じ主題について記載されていることを示しており、それらノードは1つのセグメントに属していると判断できる。「列挙」型のリンクがあり、次の「列挙」型のリンクが出現した場合には、その2つの「列挙」型リンクに挟まれている複数のノードは1つのセグメントに属していると判断できる。

3.4 スライドマップの例

図3-4に、筆者の研究室に所属する学生が卒論発表に用いたP-ドキュメントをもとに作成したスライドマップを示す。このマップを用いて学習者がセグメントを同定する流れを説明する。

まず、スライド4とスライド6の間に「転換」型のリンクがあることから、スライド4からスライド6に移る際に主題の転換が起きている。学習者はここから、スライド6より前のスライド1-5が1つのセグメントとなり得ると判断できる。次に、スライド10-13はスライド9と「例示」型のリンクで繋がっているため、スライド9-13は一つのセグメントになることが判断できる。これは、「転換」型のリンクで区切られていない一つの例である。同様に、スライド14-16やスライド17-19も「例示」関係があり、各スライドに実際に記載されている内容を見ると「評価実験結果1」と「評価実験結果2」となっており、それぞれ別のセグメントになっていることが同定できる。同時に、「評価実験結果2」は「評価実験結果1」の内容を反駁的に説明していることも把握できる。

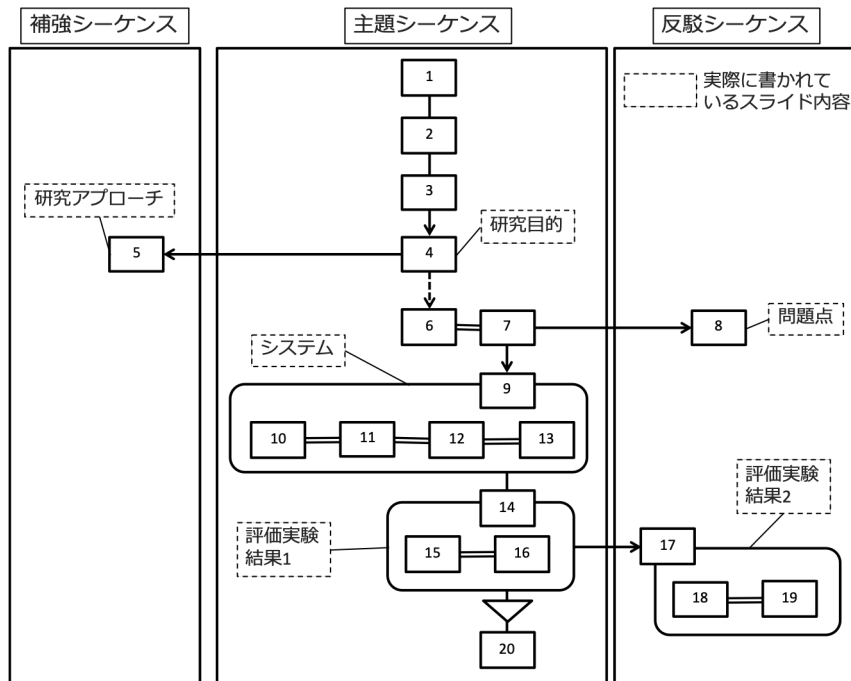


図 3-4 スライドマップの例

また、今回対象とした P-ドキュメントは、発表時間が限定されている卒論発表に関するものであり、このような発表は多くの時間を「システム開発」や「評価の説明」に費やす特徴がある。この特徴を反映するように、大部分のスライドが主題シーケンスに属しているが、このマップから「支援システム」の概要はスライド 9 に、「評価実験」の概要はスライド 14 に記載されていることが読み取れる。そして、学習者が「支援システムの特徴」について学ぼうとしている場合には、スライド 9～13 の内容を学べば良いことが、今回のマップから把握することができる。

以上述べてきた通り、スライドマップを用いることで、P-ドキュメント中の全てのスライド内容について先頭のスライドから順に理解しなくても、P-ドキュメント中にどのようなセグメントが存在しているかを同定することが可能になる。また、同定したセグメントやスライドの役割、スライド間の接続関係を手がかりとして、学習スライドを探索すべき範囲を絞り込み、効率的な探索が可能になる。

3.5 まとめ

スライド調べ学習の学習スライド探索フェイズにおける問題点として、学習者がスライド内容を概観しながら、同時並行的にスライドの役割やスライド間の接続関係を把握しながら主題の区切りとなるセグメントを同定し、学習スライドを選択することは認知負荷の高いプロセスであることを述べた。そして、このプロセスにおけるセグメント同定の負荷を軽減するために、スライド間の接続関係を日本語接続詞の機能に基づいて捉えることで、スライドの役割を決定する手法を論じた。そして、学習者の認知負荷が高まらないように、Cognitive Theory of Multimedia Learning に基づいて提示する情報表現を検討したスライドマップについて述べた。

第4章 スライド探索支援ツール

4.1 はじめに

本章では、スライドの役割やスライド間の接続関係を可視化するスライドマップを用いたスライド探索支援ツールを提案する。まず、本ツールの持つ具体的なユーザインタフェースやその機能の説明を交えながら、学習スライド探索をどのように進めるかを述べる。さらに、本ツールを通したスライド探索を通したスライド探索スキルの獲得支援についても説明する。

4.2 ツール概要

本ツールの概要を図 4-1 に示す。Microsoft 社の PowerPoint 2013 のアドインとして実装しており、Windows PC 上の PowerPoint が実行できる環境にて、ス



図 4-1 ツール概要

タンドアローンで動作する。ツールの利用には、通常の PowerPoint と同じように P-ドキュメントファイルを読み込み、PowerPoint の標準ユーザインタフェースを用いて各スライド情報を表示する。そして、P-ドキュメントに対応したスライドマップの設定ファイルを読み込むことで、PowerPoint ユーザインタフェースの操作に連動するスライドマップを表示する仕組みとなっている。スライドマップの表示には、各スライドのサムネイル画像も必要になるが、この画像データは読み込んだ P-ドキュメントファイルから自動的に生成する。学習者は、表示されたスライドを概観しながら、スライドマップを用いて P-ドキュメント中のスライドの役割やスライド間の接続関係を把握し、セグメントを同定しながら、学習スライドを探索する。学習者が表示するスライドを切り替えると、スライドマップ中の表示も連動して切り替わるため、今表示しているスライドと周囲のスライドの関係性を捉えやすくなる。こうして、P-ドキュメントの構造把握とスライド内容の概観・理解をシームレスに行き来しながら、学習スライド探索が効率的に実施できるように支援する。そして、本ツールにより、スライド探索が効率化することで、学習者が学ぶべき内容を絞りやすくなり、スライド内容の理解促進にも効果がある。

また、図 4-1 でも示したとおり、本ツールは、P-ドキュメントファイルに加えて、スライドマップ設定ファイルやサムネイル画像を読み込ませるだけで利用可能なシンプルな設計のツールとなっている。そのため、PowerPoint の標準機能との連携がしやすく、スライド調べ学習の別フェイズにおける支援機能の拡張も容易に行える。例えば、知識構築フェイズにおいて、表示しているスライド中の重要なキーワードを選択して知識構築をする場合に、キーワード選択したスライドがスライドマップ上のどこに位置するかをハイライト表示するような拡張が簡単に行える。これにより、選択した学習スライドの全てのスライドから漏れなくキーワードを選択して、知識構築を進めているかを確認することができる。また、

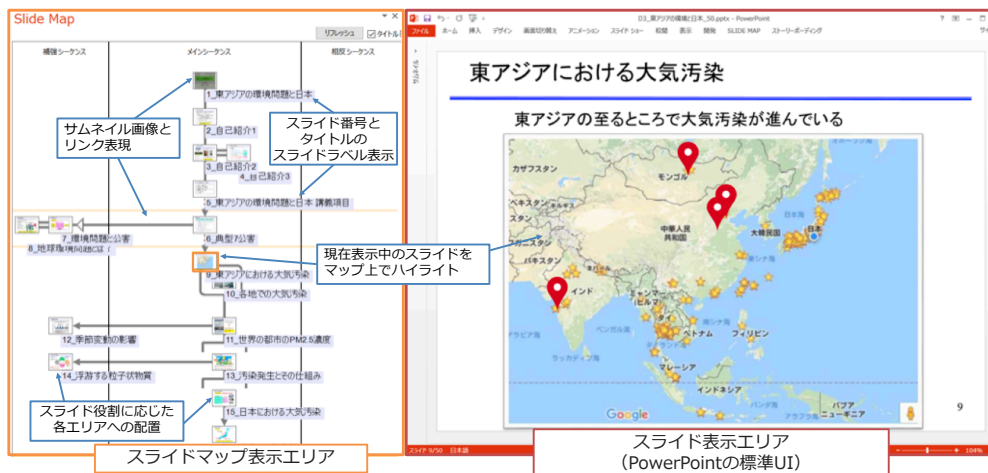


図 4-2 ツールのユーザインタフェース

P-ドキュメント作成中にスライドマップを平行して構築し、スライドの役割やスライド間の接続関係を意識した作成支援を行う場合にも、PowerPoint 側の機能でスライドの追加/削除、タイトルの変更などを行った操作結果を、スライドマップに即時に反映するという拡張にも対応できる。スライドマップ設定ファイルも外部ファイルとしているので、設定ファイルを自動生成するシステムと連携するといった拡張も可能である。

4.3 ユーザインタフェース

図 4-2 に本ツールのユーザインタフェースの表示例を示す。本ツールは、各スライドのサムネイル画像をノード、スライド間の接続関係をリンクとしたスライドマップを図 4-2 左部に示すスライドマップ表示エリアに表示する。各スライドのサムネイル画像は接続関係に対応したシーケンスエリアへ配置され、スライド番号とスライドタイトルをまとめたスライドラベルが、対応するスライドのサムネイル画像付近に表示される。この表現により、学習者が個々のスライドの詳細を読み込まずに各スライドを概観可能としている。なお、スライドラベルは表示・非表示が切り替えられるようになっており、学習者がリンク表現を重点的に見た

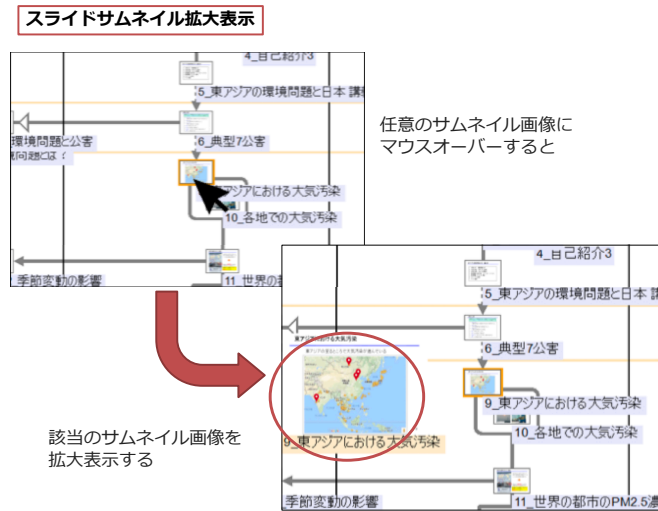


図 4-3 スライドサムネイル拡大機能

い時には、スライドマップ表示エリア右上のチェックボックスを操作することで、各ラベルを非表示にしてマップを確認できる。図 4-2 右部のスライド表示エリアで現在表示されているスライドは、スライドマップ上で対応するサムネイル画像がハイライトされるようになっている。こういった情報表現により、学習者が内容を詳細を理解しようとしているスライドとその周囲のスライドの関係を一目で確認できるようになっている。

加えて、図 4-3 や図 4-4 に示す通り、スライドマップは学習者の操作に合わせてインタラクティブに情報を提示する機能を有している。1つは、スライドサムネイルの拡大表示機能である。学習者がスライドマップ中の任意のサムネイル画像にマウスオーバーすると、対応するサムネイル画像を拡大表示し、スライド表示エリアの表示切替えをせず、各スライド概要を確認できる。図 4-3 では、スライド 9 のサムネイル画像にマウスオーバーすることで、スライドサムネイル画像を拡大表示し、記載されているテキストやイラストをマップ上で確認できる例を示している。

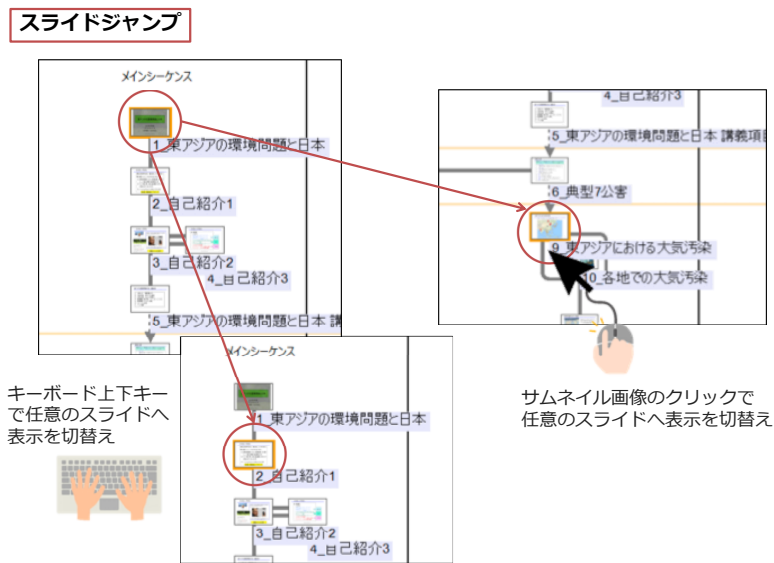


図 4-4 スライドジャンプ機能

もう1つは、スライドジャンプ機能である。マップ表示エリア上でキーボードの矢印キーを操作することで、スライド表示エリアのスライドを連動して切り替えることができる。また、マウス操作により、表示したい任意のスライドのサムネイルをクリックすることで、そのスライドの表示を切り替えることもできる。図4-4では、スライド1からスライド2へキーボード操作でスライド表示を切替えたり、スライド9のサムネイル画像をクリックしてスライド表示を切り替える例を示している。これらのスライドマップ上でのインタラクティブな情報提示機能により、学習者が気になるスライドの内容を即座に確認可能とし、学習スライド探索を支援する。

4.4 スライドマップ設定ファイル

スライドマップは、事前に定義した TSV (タブ区切り) 形式のスライドマップ設定ファイルをツールに読み込ませることで表示できる。設定ファイルは図 4-5 に示したスライドごとに1行ずつ記述する独自フォーマットになっている。以下で各要素の詳細を述べる。

(1) スライド番号

P-ドキュメント先頭のスライドを1として、スライド系列順に2, 3...と設定されるP-ドキュメント中で一意となる番号である。

(2) リンク元スライド番号

この行のスライドをリンク先ノードとした時に、リンク元ノードになるスライド番号である。「並列」型や「例示」型など、複数のスライドのリンク元になる場合もあるため、複数行で同じリンク元スライド番号が設定されることもある。また、P-ドキュメントの先頭のスライド(スライド番号1のスライド)では、リンク元のスライドが存在しないため、リンク元スライド番号を0に設定する。

(3) リンク種類

図 3-3 に示した 11 種類のリンク種類のいずれか 1 つを設定する。ツール実装の都合上、「順接」型→Resultative, 「並列」型→Parallel, 「換言」型→Paraphrase のように設定したい接続表現に対応する英語表記を本要素に記述する。

(4) スライドタイトル

スライドラベルで表示するテキストとなり、各スライドに記載されているタイトルを設定する。

(5) サムネイル画像の格納ディレクトリパス

スライドマップ中で表示するサムネイル画像を格納するディレクトリパスを設定する。各スライドのサムネイル画像のファイル名をスライド番号をもとに作成(スライド番号1なら001.png, スライド番号2なら002.pngという命名規則とする)し、このディレクトリパスに格納しておくと、本ツールがスライドごとの画像ファイルを読み込み、マップ上で表示できる。

| スライド番号 | リンク元 スライド番号 | リンク種類 | スライドタイトル | サムネイル画像 格納パス |
|--------|----------------|--------------|--------------------|-----------------|
| slide# | parent# | link_type | title | thumbs_dir |
| 1 | 0 | simple | スライド間の接続関係の可視化に基づく | Z://code//img |
| 2 | 1 | simple | 概要 | Z://code//img |
| 3 | 2 | paraphrase | 目次 | Z://code//img |
| 4 | 3 | parallel | 背景 | Z://code//img |
| 5 | 2 | simple | 対象とするP-ドキュメント | Z://code//img |
| 6 | 5 | supplement | P-ドキュメント学習時の問題点 | Z://code//img |
| 7 | 5 | contrast | 研究目的 | Z://code//img |
| 8 | 7 | parallel | 目次 | Z://code//img |
| 9 | 5 | simple | 提案するスライド調べ学習モデル | Z://code//img |
| 10 | 9 | illustration | 1.学習スライド探索フェイズ | Z://code//img |

図 4-5 スライドマップ設定ファイルの例

なお、本ツールでは、任意の PowerPoint ファイルを指定し、サムネイル画像の格納ディレクトリパスを指定すると、上記設定ファイルの雛形と各スライドのサムネイル画像ファイルを自動的にエクスポートできるようになっている。エクスポートされる設定ファイルの雛形は、P-ドキュメントファイルから読み取れるスライド番号やスライドタイトルといった要素が記述され、リンク元スライド番号とリンク表現は空き要素になったファイルとなる。この雛形に、マップ作成者やマップ自動生成システムがリンク元スライド番号やリンク表現を設定することで、任意の P-ドキュメントファイルに対応したスライドマップをツール上で表示できるようになる。

4.5 まとめ

4章では、PowerPoint のアドインとして実装したスライド探索支援ツールの概要やその機能について述べた。本ツールの特徴は、P-ドキュメント中のスライド表示画面と同時にスライドマップを表示することで、表示中のスライドの役割や、表示中のスライドと周辺のスライドがどのような接続関係となっているかを把握しやすくし、学習スライド探索時の問題であった学習者の負荷軽減を図る点に

ある。また、スライドマップを表示するための設定ファイルのフォーマットについても述べ、接続関係の種類や接続するスライドの情報を入力することでスライドマップを表示できる仕組みとなっていることを示した。

第5章 スライドマップ生成に関する分析

5.1 はじめに

本章では、提案するスライドマップの実現性を確認し、自動生成における知見を得るために、既存の P-ドキュメントについて、筆者らが手動で分析した結果について述べる。本分析は、スライド間の接続関係の出現割合（分析 1）とスライド間の接続関係を捉えるために着目している日本語接続詞が P-ドキュメントの口頭説明文内での記述されている回数やその傾向（分析 2）について実施した。

5.2 目的・条件

本分析の目的は 2 つある。1 つは、3.3.2 項で述べたスライド間の各接続関係が実際の P-ドキュメント中にどの程度の割合で出現するかを分析し、スライド間の接続関係に着目したスライドマップの実現性の確認である（分析 1）。もう 1 つは、接続関係を機械的に捉えるのに必要な日本語接続詞に着目し、P-ドキュメントの口頭説明文内での記述傾向を分析し、スライドマップの自動生成における知見の獲得である（分析 2）。

そして、提案するスライド間の接続関係に着目したアプローチが適用可能なドキュメントの種別や要件を明らかにするため、以下に示す様々な P-ドキュメントを対象として本分析を実施した。

P-ドキュメント[1]: SlideShare で公開されている P-ドキュメント

- ドキュメント作成者: P-ドキュメントを公開している SlideShare ユーザ
- 分析ドキュメント数: 19 ドキュメント

- **ドキュメント内容:** 学会以外のセミナーや勉強会などでの発表に用いられた SlideShare の各話題カテゴリで閲覧数の多いドキュメント。
- **分析スライド数:** 838 枚(平均スライド数は 44.1 枚 / ドキュメント)
- **口頭説明文:** 全てのドキュメントに説明文が記述されていない

P-ドキュメント[2]: 大学教員が作成した研究発表・講義の P-ドキュメント

- **ドキュメント作成者:** 学習・教育工学研究を行っている他大学の教員
- **分析ドキュメント数:** 10 ドキュメント
- **ドキュメント内容:** 学習・教育工学研究の研究発表
- **分析スライド数:** 216 枚(平均スライド数は 21.6 枚 / ドキュメント)
- **口頭説明文:** 一部のドキュメントに説明文が記述されている

P-ドキュメント[3]: 学生が作成した研究発表の P-ドキュメント

- **ドキュメント作成者:** 筆者所属の研究室の学部生 4 名および修士 2 年生
- **分析ドキュメント数:** 8 ドキュメント
- **ドキュメント内容:** 学習・教育工学研究の卒論・修論発表
- **分析スライド数:** 194 枚(平均スライド数は 24.3 枚 / ドキュメント)
- **口頭説明文:** 全てのドキュメントに説明文が記述されている

なお、P-ドキュメント[1]は、SlideShare の検索機能を用いて、以下の条件に当てはまるドキュメントを収集した。

1. 「検索対象ドキュメント種別: プレゼンテーションのみ, ドキュメント記述言語: 日本語のみ, ドキュメントアップロード時期: 指定無し, 話題カテゴリ: 後述」の検索フィルタ条件に合致
2. 閲覧数が多い「Popular (人気) ドキュメント」として検索が可能

3. スライド枚数が20枚~60枚程度

検索条件1は、P-ドキュメント検索時に一般的に用いるであろうパラメータを設定した。SlideShareではP-ドキュメント以外にも、ポスターや原稿もアップロード可能であることから、検索対象のドキュメント種別を「プレゼンテーションのみ」とした。そして、本研究では、日本語接続詞の機能に着目しているため、ドキュメント記述言語は「日本語のみ」とした。加えて、ドキュメントのアップロード時期は、P-ドキュメントの記載方法に大きく影響することは無いとして、「指定無し」とした。話題カテゴリは、1つの分野に偏ることなく、様々な分野のP-ドキュメントを分析できるようにするために、SlideShareに用意されている全39種のカテゴリをランダムに選択した。本分析では、全カテゴリのおよそ半数に当たる19種（Art & Photo, Business, Career, Data & Analytics, Design, Economy & Finance, Education, Entertainment & Humor, Food, Government & Nonprofit, Healthcare, Leadership & Management, Lifestyle, Sales, Self Improvement, Spiritual, Sports, Travel, Technology）を選択し、カテゴリごとの検索結果の最上位に出たP-ドキュメントを1ドキュメントずつ収集した。

検索条件2のPopularドキュメントとして検索可能なドキュメントを収集したり、検索条件3のスライド枚数に上下限値を設けた理由は、実際にスライド調べ学習時を行う際に利用されやすいと思われる要件に絞ったドキュメントを分析対象とするためである。スライド調べ学習では、キーワード検索やカテゴリ分類に基づいて、学習スライド探索を行うP-ドキュメントを決定することを期待しており、検索結果の上位に表示されることが多いPopularドキュメントが用いられやすいと想定している。また、スライド調べ学習では、数十枚のスライドからセグメントを同定しながら、必要なスライドだけを部分的に学ぶことを想定している。そのため、セグメントを同定しなくても全てのスライド内容を確認できるよ

うな少ないスライド枚数の P-ドキュメントでは効果的な支援が行えない恐れがある。そこで、ドキュメントが内包するセグメント数が最低でも 4~5 セグメント程度となり、支援無しでのセグメント同定が煩雑となるように、スライド枚数 20 枚を下限値とした。

次に、スライド枚数の上限値を設定した理由について説明する。SlideShare で公開されている P-ドキュメントの中には、2.2 節でも述べたように、1 スライドに 1 センテンスのみを口語的に記載する高橋メソッド⁽¹⁷⁾のようなスライド表現を多用したドキュメントが存在する。高橋メソッドは、1 枚のスライドに記載する文字数や図表の利用を最低限として、通常のスライド 1 枚に記載する内容を 4-5 枚のスライドに分割して表現する手法である。この手法は、強調したい一部の内容やキーワードを聴衆に印象付ける点では有効だが、P-ドキュメント全体における各スライドの位置づけや話題の構成が把握しにくい傾向がある。本研究のアプローチであるスライド間の接続関係は、「スライドタイトル」や「本文（箇条書きや端的な文でのテキスト記述）」、「必要に応じて、本文に関連する図表」を各スライドの要素とするような一般的な P-ドキュメントを想定している。仮に、高橋メソッドを用いた P-ドキュメントに本研究のアプローチを適用すると、単純接続が極端に多くなることが想定される。そこで、本分析では、高橋メソッドのような手法を対象外とした。こういった P-ドキュメントの収集にあたり、SlideShare 内を検索しながら、スライド枚数が 60 枚を超えると高橋メソッドを多用するドキュメントが多くなる傾向があったため、スライド枚数の上限値を 60 枚と設定して、各話題カテゴリに含まれる一般的な P-ドキュメントを収集した。

5.3 手順

5.3.1 分析 1: 接続関係の出現傾向の分析

分析者（筆者）1名にて、P-ドキュメント[1], [2], [3]の全てのドキュメントに対して、以下の手順で実施した。

- (1) 各スライドの記載内容および口頭説明文を確認し、前のスライドとの関係性を確認した。
- (2) 確認した前スライドとの関係性が 11 種類のスライド間の接続関係のいずれに該当するかを判断し、その接続関係をスライド間の関係性として付与した。
- (3) ドキュメント中の全てのスライド間の関係性に接続関係の付与を行い、その出現傾向について分析した。

なお、手順(1)の前スライドとの関係性の確認において、接続詞がスライド内容および口頭説明文中に直接的に記述されていないことがある。そういった時に、分析者が前スライドと後スライドの内容から論理展開がなされていると判断できる場合には、該当する接続関係を付与することとした。このように実施した理由として、スライド内容はキーワードベースで端的に書かれることが多く、接続詞が省略されやすい傾向にあることや、ノート部への口頭説明文の記述量や記述方針もドキュメント作成者によって異なり、全ての作成者がプレゼンテーションで用いる口頭説明文の全てをノート部へ詳細に記述していないことが挙げられる。実際、今回分析対象した P-ドキュメントのうち、P-ドキュメント[3]には口頭説明文の記述があったが、P-ドキュメント[2]は一部のドキュメント(10 ドキュメント中 5 ドキュメント)のみに記述されていた。また、SlideShare から取得した

P-ドキュメント[1]は、スライドデータのみが取得可能で、口頭説明文は取得できなかった。

5.3.2 分析 2: 口頭説明文内の接続詞の記述傾向

分析者(筆者)1名にて、5.4.1項で述べた通り、口頭説明文が取得できたP-ドキュメント[2]の一部(5本)とP-ドキュメント[3]の全て(8本)を合わせた計13本のドキュメントを対象に、以下の手順で実施した。

- (1) 各スライドのノート機能に記述された口頭説明文を PowerPoint の API を用いて抽出した。
- (2) 抽出した口頭説明文のテキストデータを形態素解析エンジンである MeCab⁽⁵¹⁾を用いて分析し、品詞名により接続詞を判定し、対応する各スライドに判定した接続詞を割り当てた。
- (3) 各スライドの内容と口頭説明文、(2)で割り当てられた接続詞を分析者が確認し、以下のいずれのパターンに該当するかを判断した。なお、1スライドに複数の接続詞が割り当てられる場合もあり、その場合には、各接続詞がどのパターンに該当するかをそれぞれ判断している。

接続詞の利用パターン

- (a) 前スライドの口頭説明文との接続
- (b) 1スライド内の口頭説明文同士を接続
- (c) 後スライドの口頭説明文との接続

本分析で口頭説明文を利用した理由は、スライド内容を記載する際には、キーワードベースで端的に書かれ、接続詞が省略されやすい傾向にあり、プレゼンテーション中に接続詞が口頭説明で補足されることが多いためである。

5.4 結果

5.4.1 分析 1

表 5-1 に P-ドキュメント種別ごとに、各接続関係の付与スライドの枚数、および P-ドキュメント [1]～[3] の結果を合計した各接続関係の付与スライドの枚数を示す。あわせて、P-ドキュメント種別ごとに各接続関係の付与スライドの平均と分散（表 5-1 中の「平」が平均、「分」が分散を表す）を示す。リンクカテゴリがその他の「先頭スライド」とは発表タイトルや作成者名が記述されたスライドで、このスライドよりも前にスライドが存在しないため、「単純接続」とは区別して接続関係を付与した。P-ドキュメント種別 D_i ($i = 1, 2, 3$) 列の各付与枚数に併記されているパーセンテージの値は、式(1)の通り、P-ドキュメント種別 D_i における各接続関係 $conn$ が付与されたスライドの枚数 $Slide(D_i, conn)$ を、P-ドキュメント種別 D_i の全スライド数 $Slide_{all}(D_i)$ で平均した割合 $P(D_i, conn)$ となっている。

$$P(D_i, conn) = \frac{Slide(D_i, conn)}{Slide_{all}(D_i)} \quad (1)$$

また、全ドキュメント合計列の各付与数に併記されているパーセンテージの値は、式(2)の通り、P-ドキュメント種別 D_i における各接続関係 $conn$ が付与されたスライドの枚数 $Slide(D_i, conn)$ の合計値を、P-ドキュメント種別 D_i の全スライド数 $Slide_{all}(D_i)$ の合計値で平均した割合 $P_{all}(conn)$ となっている。

$$P_{all}(conn) = \frac{\sum Slide(D_i, conn)}{\sum Slide_{all}(D_i)} \quad (2)$$

例えば、P-ドキュメント [1] において、補強シーケンスリンクカテゴリに含まれる「換言」の接続関係が付与されたスライド数は 29 枚となり、割合としては P-

表 5-1 接続関係の付与結果

| リンク カテゴリ | 接続関係 の種類 | P-ドキュ メント[1] | P-ドキュ メント[2] | P-ドキュ メント[3] | 全ドキュ メント合計 |
|----------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 補強シーケ ンスリンク | 1. 換言 | 29枚 (3.5%) 平:1.4 分:1.2 | 3枚 (1.4%) 平:0.3 分:0.4 | 2枚 (1.0%) 平:0.3 分:0.4 | 34枚 (2.7%) 平:0.9 分:1.3 |
| | 2. 補足 | 61枚 (7.3%) 平:3.6 分:2.6 | 4枚 (1.9%) 平:0.4 分:0.5 | 1枚 (0.5%) 平:0.1 分:0.3 | 66枚 (5.3%) 平:1.8 分:2.3 |
| 反駁シーケ ンスリンク | 3. 逆接 | 16枚(1.9%) 平:0.5 分:0.5 | 3枚 (1.4%) 平:0.1 分:0.3 | 9枚 (4.6%) 平:1.1 分:0.6 | 28枚 (2.2%) 平:0.8 分:0.7 |
| | 4. 対比 | 12枚(1.4%) 平:0.8 分:1.0 | 8枚 (3.7%) 平:0.9 分:0.6 | 2枚 (1.0%) 平:0.3 分:0.4 | 22枚 (1.8%) 平:0.6 分:0.7 |
| 主題シーケ ンスリンク | 5. 順接 | 69枚 (8.2%) 平:3.6 分:1.6 | 22枚 (10.2%) 平:1.8 分:0.8 | 15枚 (7.7%) 平:1.9 分:0.8 | 106枚 (8.5%) 平:2.9 分:1.8 |
| | 6. 転換 | 28枚 (3.3%) 平:1.5 分:0.9 | 8枚 (3.7%) 平:0.8 分:0.7 | 5枚 (2.6%) 平:0.6 分:1.0 | 41枚 (3.3%) 平:1.1 分:1.1 |
| | 7. 結論 | 49枚 (5.8%) 平:2.8 分:1.3 | 15枚 (6.9%) 平:1.4 分:0.7 | 8枚 (4.1%) 平:1.0 分:0.0 | 72枚(5.8%) 平:1.9 分:1.3 |
| シーケンス 内リンク | 8. 並列 | 124枚(14.8%) 平:6.5 分:4.8 | 46枚 (21.3%) 平:4.8 分:1.5 | 64枚 (33.0%) 平:8.0 分:3.2 | 234枚(18.8%) 平:6.3 分:4.1 |
| | 9. 例示 | 187枚(22.3%) 平:10.4 分:6.6 | 22枚 (10.2%) 平:2.4 分:1.7 | 20枚 (10.3%) 平:2.5 分:1.0 | 229枚(18.3%) 平:6.2 分:6.1 |
| | 10. 列挙 | 100枚(11.9%) 平:4.8 分:1.9 | 28枚 (13.0%) 平:2.6 分:1.5 | 17枚 (8.8%) 平:2.1 分:1.6 | 145枚(11.6%) 平:3.9 分:2.6 |
| その他 | 単純 | 144枚 (17.2%) | 47枚 (21.8%) | 43枚 (22.2%) | 234枚 (18.8%) |
| | 接続 | 平:9.9 分:4.0 | 平:4.3 分:0.7 | 平:5.4 分:3.4 | 平:6.3 分:3.7 |
| | 先頭 | 19枚 (2.3%) | 10枚 (4.6%) | 8枚 (4.1%) | 37枚 (3.0%) |
| | スライド | 平:1.0 分:0.0 | 平:1.0 分:0.0 | 平:1.0 分:0.0 | 平:1.0 分:0.0 |
| スライド 合計数 | 838枚(100%) 平:44.1 分:10.0 | 216枚 (100%) 平:21.6 分:2.9 | 194枚 (100%) 平:24.3 分:8.3 | 1248枚(100%) 平:33.7 分:13.5 | |

ドキュメント[1]のスライド合計数 838 枚中の 3.5%のスライドに付与されたことを示している。また、P-ドキュメント[1]において、「換言」の接続関係の付与は平均:1.4枚、分散:1.2枚となることを示している。同じように、全ドキュメント合計において、「換言」の接続関係が付与されたスライド数は 34 枚となり、割合としては、全ドキュメント合計の全スライド数 1248 枚中の 2.7%のスライドに付与されたことを示している。全ドキュメント合計において、「換言」の接続関係の付与は平均:0.9枚、分散:1.3枚となることを示している。また、加えて、

表 5-1 中の太字は、「単純接続」と「先頭スライド」を除いた 10 種の接続関係のうち、付与割合の値が上位 5 位の接続関係をドキュメントごとに表している。

そして、図 5-1 に、表 5-1 中の各ドキュメントと全ドキュメント合計の付与割合について、円グラフで表現したものを記す。グラフ中の赤枠で囲われている接続関係は、表 5-1 の太字と同じく、付与割合が上位 5 位の接続関係を表している。

まず、P-ドキュメントの種別が、提案するアプローチの適用可能性に影響するかについて述べる。表 5-1 の P-ドキュメント[1]への付与結果より、「単純接

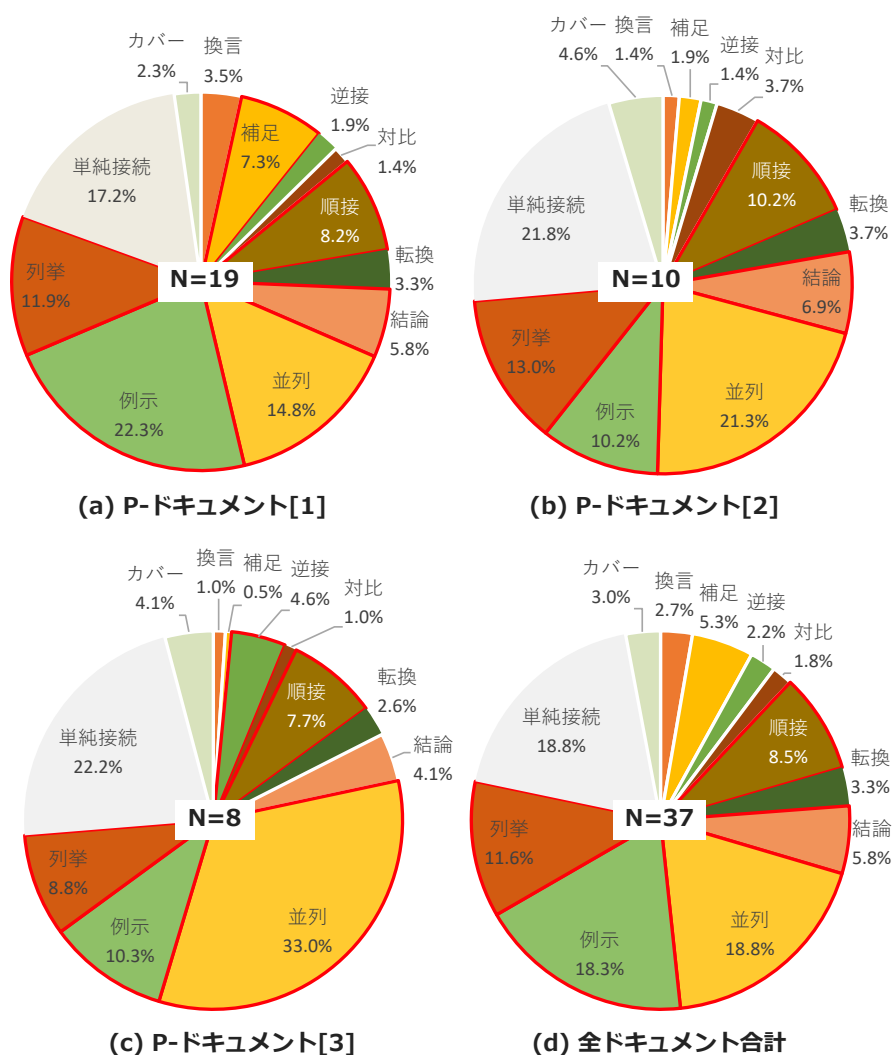


図 5-1 接続関係の付与結果の概要

続(17.2%)」と「先頭スライド(2.3%)」を除いた、全体の約80%のスライドに対して、スライド間の接続関係が付与できたことがわかる。同じように、P-ドキュメント[2]とP-ドキュメント[3]でも、「単純接続([2]:21.8%, [3]:22.2%)」と「先頭スライド([2]:4.6% [3]:4.1%)」を除いた、全体の約75%のスライドに対して、スライド間の接続関係が付与できている。5.3節でも述べた通り、今回分析したP-ドキュメント[1]は、実際のスライド調べ学習で利用されそうな検索条件を想定してランダムに収集したドキュメントであり、こういった条件でSlideShareから取得したドキュメントに対しては、その話題カテゴリに影響されずスライド間の接続関係が付与できることを示している。また、今回分析したP-ドキュメント[2]や[3]は、「タイトル」や「本文」、「図表」といったスライドの各要素を伴って各スライド内容が記載され、論理展開を伴うスライド系列が構成されており、スライド間の接続関係を容易に付与することができた。

一方、P-ドキュメント[1]の一部のドキュメントでは、「スライドタイトルが記載されない」、「図表のみがスライドに貼り付けられている」といった基本的な要素が含まれないスライドが存在した。しかし、それらのスライドも論理展開を伴うスライド系列として構成されていたことから、前後のスライド内容をもとにして、スライド間の接続関係を付与することができた。したがって、SlideShareのようなWeb上でのP-ドキュメント共有サービスで取得できる多くのドキュメントに対して、提案するアプローチは適用可能であるといえる。P-ドキュメント[2]と[3]は、大学教員(P-ドキュメント[2])と筆者所属の研究室の学生(P-ドキュメント[3])といったように、ドキュメント作成の経験・スキルに違いのある作成者がそれぞれ作成している。いずれのドキュメントでも、スライド間の接続関係を付与することができ、特定の研究室のP-ドキュメントのみに適用可能なものではなく、一般的に研究発表や講義を目的としたP-ドキュメントに対しても、提案するアプローチは適用可能であるといえる。

これらの結果より、スライドの基本的な要素にてスライド内容が記載されていれば、P-ドキュメントの種別が提案アプローチの適用可能性に影響することは少なく、いずれの P-ドキュメントでも提案するスライドマップによるスライド探索支援が実施できることが示唆された。ただし、P-ドキュメント[1]について、高橋メソッドのような1スライドに1センテンスのみを記載するようなスライドの基本的な要素にて作成されていない P-ドキュメントに対しての分析は行っておらず、提案アプローチの適用が難しい可能性はある。

次に、付与された接続関係の詳細について述べる。表 5-1 や図 5-1 の全ドキュメントの合計において、付与された接続関係の多くは、シーケンス内リンクや主題シーケンスリンクに属している。「単純接続」と「先頭スライド」を除いて、付与割合が高い接続関係を見ていくと、前のスライド内容の類似内容を説明し主張する内容を広げる「並列 (18.8%)」、前のスライドの内容を具体化して説明する「例示 (18.3%)」、これから話す内容を順序付けて説明する「列挙(11.6%)」、前のスライド内容を根拠として主の話題を主張する「順接 (8.5%)」、前スライドまで述べてきた内容を纏めてもう一度説明する「結論(5.8%)」といったプレゼンテーションの主題を様々な切り口で説明するような接続関係が高い割合で付与されたことがわかる。

一方、反駁シーケンスリンクに属する「逆接 (2.2%)」と「対比 (1.8%)」は、付与割合は低いですが、今回分析した全ての P-ドキュメントにおいて、どちらかの関係が必ず1回は付与されており、重要な接続関係であるといえる。そして、補強シーケンスに属する接続関係の付与割合としては高くないが、分析を通して一定割合での付与が確認できた。この結果より、想定した 11 種の接続関係を用いれば、P-ドキュメント中のスライドの接続関係を漏れなく表現できることが示唆された。

さらに、P-ドキュメントの種別による各接続関係の付与割合の違いについて、表 5-1 や図 5-1 の P-ドキュメント[1]～[3]において、付与割合の上位 5 位目の接続関係が異なっている点から詳述する。P-ドキュメント[1]では、「補足」の接続関係の付与割合が高い。これは、学会以外のセミナーや勉強会などでの発表では、聴衆の前提知識が一定ではないこともあり、プレゼンテーション中に聴衆の理解状況に応じて、主題の説明を補足するスライドを準備している傾向を表している。P-ドキュメント[2]では、「結論」の接続関係の付与割合が高い。これは、経験豊富な大学教員の P-ドキュメントでは、発表内容を印象深く聴衆に残すように、前で説明した内容を再度まとめて説明する傾向を表している。P-ドキュメント[3]では、「逆接」の接続関係の付与割合が高い。これは、筆者が所属する研究室の卒論・修論発表において、研究テーマで解こうとする研究課題の設定を正しく聴衆へ伝えるために、逆接的な説明スライドを用いて説明する傾向を表している。

また、付与割合の上位となる「例示」や「並列」の接続関係についても、P-ドキュメントの種別から詳述する。例えば、P-ドキュメント[1]では、コンテンツデザインや働き方におけるノウハウなど発表者の経験則や書籍サーベイに基づいてまとめたルールを勉強会やセミナーで紹介する形式のドキュメントが多い。こういった発表では「ルール 1：〇〇をする」といったスライドで概要を説明した後、「ルール 1 の例：××」といった具体例を説明するスライドを提示し、複数回繰り返していく。そのため、P-ドキュメント[1]において、他ドキュメントより「例示」の接続関係が多く用いられる傾向にある。一方、P-ドキュメント[2]や[3]では、研究発表や講義を対象とし、発表内容を説明するのに、前のスライドに類似する内容を説明しながら主張内容を広げる「並列」の接続関係が多く用いられていると考察した。このように、P-ドキュメントの種別により、付与されやすい接続関係の傾向が異なるため、これらを考慮して付与されやすい接続関係を優先したスライドマップの自動生成ルール設計が行えると期待している。

表 5-2 順接・逆接・対比の接続関係が付与されるスライド内容の割合

| スライド内容 (スライドメタデータ) | 順接 | 逆接 | 対比 |
|--------------------|--------|-------|-------|
| 背景 | 0.0% | 50.0% | 50.0% |
| 先行研究 | 28.6% | 57.1% | 14.3% |
| 研究の課題 | 36.4% | 63.6% | 0.0% |
| 研究目的 | 100.0% | 0.0% | 0.0% |
| 研究アプローチ | 71.4% | 0.0% | 28.6% |
| 評価方法 | 62.5% | 0.0% | 37.5% |
| 結果 | 100.0% | 0.0% | 0.0% |

ここでは、接続関係が付与されるスライド内容について考察する。スライド内容の分析するにあたり、谷田ら⁽¹⁸⁾の提案するスライドメタデータを分析者が付与し、各スライドをスライドメタデータに基づいて分類した。本スライドメタデータは、研究発表におけるスライド内容について定義されたものであることから、研究発表に該当する P-ドキュメント [2] と [3] を対象に、スライドメタデータを付与して分析を行った。これらの P-ドキュメントでは、「順接」や「逆接」、「対比」の接続関係が必ず 1 回以上使われており、これら接続関係とスライド内容の関係を詳述する。

表 5-2 に「順接」や「逆接」、「対比」の接続関係が付与されたスライド内容の割合を示す。この割合は、分析対象の P-ドキュメント中の各スライド内容に対して、3 つの接続関係の付与割合を示しており、背景の内容を表すスライドに対しては、「逆接」と「対比」の接続関係が 50.0% ずつ付与されたことを表す。まず、「逆接」の接続関係は、P-ドキュメントの前半である、背景や先行研究、課題などの発表内容の前提条件や問題提起を話す際に利用されることが多い傾向にある。次に、「順接」の接続関係は P-ドキュメントの中盤から後半である、研究目的や評価など発表内容の必然性や重要性を話す際に利用されることが多い傾向にある。さらに「対比」の接続関係については、背景や先行研究、研究アプ

ローチや評価方法といった提案内容の明確化を図るために、他の研究での事例との比較において用いられることが多い傾向にある。

これらの傾向からスライドの配置位置やスライド内容を考慮しながら接続関係を付与することで、スライドマップの生成をより正確にできる。例えば、P-ドキュメントの後半に配置されたスライドに「逆接」の接続関係が付与するマップがあった場合には、「逆接」の接続関係の付与が誤っているという可能性がある。こうした場合には、マップ作成者へスライドマップ作成の再考を促しマップの修正を行ったり、スライドマップの自動生成ルールとして、別の接続関係を付与するようにするといった活用が期待できる。

5.4.2 分析 2

まず、今回分析した 13 本の P-ドキュメントの全スライド枚数 286 枚の中で、口頭説明文内に接続詞が記述されていたスライド枚数は 157 枚となり、全体の 55.9%のスライドに口頭説明文への接続詞の記述が確認できた。そして、記述された接続詞が表す接続関係の種類は「順接」，「逆接」，「列挙」，「転換」，「結論」となった。全スライド中の約半分のスライドにのみ、接続詞が記述された理由は、全ての作成者が詳細に口頭説明文を記述していないという点が挙げられる。例えば、大学教員が作成した P-ドキュメント [2] では、一部のドキュメントのみに口頭説明文が記述されていた。これは、大学教員のようにプレゼンテーション経験が豊富な作成者は、プレゼンテーション中に口頭説明文を確認しなくても、説明を行うことができるため、そもそも口頭説明文を記述しなかったり、重要な箇所のみを記述することが多いためである。また、卒論・修論の学生が作成した P-ドキュメント [3] は、完成が発表直前になることも多々あり、スライド内容を記載する事が優先されやすく、口頭説明文としては、プレゼンテーション中に漏らさずに話す必要がある重要なフレーズを優先して記述し、それ以外については詳細に記述しないということも多い。そういった要因から接続詞の記述が

表 5-3 口頭説明文内の接続詞の記述回数

| 記述パターン | 記述回数 (記述パターンの割合) |
|-------------------|------------------|
| パターン(a) 前スライドとの接続 | 85 回 (27.0%) |
| パターン(b) スライド内での接続 | 214 回 (68.2%) |
| パターン(c) 後スライドとの接続 | 15 回(4.8%) |
| 合計 | 314 回(100.0%) |

省略されてしまった可能性がある。また、P-ドキュメント[1]は SlideShare から取得した P-ドキュメントであるが、SlideShare 上の P-ドキュメントは PDF 形式で取得する形となっている。そのため、通常の P-ドキュメントで口頭説明文を記述するノート部が存在せず、全ての P-ドキュメントにおいて、口頭説明文が取得できなかった。

次に、表 5-3 に口頭説明文内の接続詞の記述パターンとその回数に関する分析結果を示す。今回の分析では、接続詞が口頭説明文内で合計 314 回記述されたことが分かった。前述した通り、接続詞が記述されたスライド枚数が 157 枚だったことに対して、接続詞が記述された回数の値が上回っている理由は、1 枚のスライドに接続詞が複数回記述されたケースがあったためである。また、表 5-3 中の割合(%)は、全 314 回中で各パターンがどの程度の割合となったかを示している。例えば、あるパターンにおいて、この割合が 50%だとすれば、全部で 314 回中の 157 回がそのパターンとして記述されたことを表す。

今回の分析結果から、最も多かったパターンは、パターン(b): 68.2%であり、スライド内での口頭説明文同士の接続に利用されることが多い傾向となった。この理由として、1 枚のスライドに多くの内容を記載してしまうケースが多々あり、口頭説明文が長くなってしまふ点が挙げられる。長い口頭説明文を伝えるために、スライド内での論理展開が必要になり、接続詞が記述されたためである。

さらに、前後スライドとの接続関係となるパターン(a): 27.0%や(c): 4.8%について見ると、パターン(a)の出現割合が多かった。この理由として、実際のプレゼ

ンテーションでも、次のスライドに表示を切り替えて、新しく表示したスライドの口頭説明の冒頭で接続詞を用いるケースは多く、そういったケースでの口頭説明文の傾向が反映されているといえる。

これらの結果から、口頭説明文から取得できる接続詞が表す接続関係は限定的であり、接続詞が利用されるパターンも考慮する必要があることがわかった。スライドマップの自動生成に向けては、スライド内容や口頭説明文の記述量も踏まえて、パターン(a)・(c)とパターン(b)のどちらを想定して、接続詞が記述されているかを判断するといった工夫が必要になる。

ただし、3.4節でも述べた通り、スライドマップを用いることで、スライドの役割やスライド間の接続関係を意識して、学習スライド探索の効率化が図れる。そのため、口頭説明文を用いて自動生成できるスライドマップが限定的であったとしても、マップベースで学習スライド探索を支援することには一定の効果があるといえる。

5.5 議論

今回の分析では、調べ学習の対象となるP-ドキュメントを分析し、筆者らが人手で構築したスライドマップを用いて、可視化表現の有効性について検証してきた。しかしながら、Web上のP-ドキュメントなどを用いて、スライド調べ学習を支援する場合には、このマップをどのようにして生成するかも課題となる。本研究では、プレゼンテーション時にスライドと共に作成される口頭説明文をテキスト分析し、説明文に含まれる日本語接続詞を利用したマップ構築の自動化を検討した。ただし、前述した通り、テキスト分析には限界があることも認識している。口頭説明文には、必ずしも接続詞が付与されず全スライドの55.9%のスライドのみに接続詞が付与されていた。この理由として、口頭説明文が発表用に記載されたもので、必ずしも口頭説明の全てが網羅的に書かれていなかったことが挙

げられる。また、分析する口頭説明文の品質によって、スライドマップの生成精度に影響を及ぼしてしまうことも示唆された。

そこで、5.4.2 項で述べたとおり、口頭説明文を分析したスライドマップ生成時には、スライド間の接続関係の種類に応じて、P-ドキュメントの出現位置の傾向を活用することで生成精度の低下を抑えることができる。具体的には、P-ドキュメントの前半であまり出現しない接続関係を分析時に導出した場合に、別の接続関係を採用するようなアルゴリズムを組込むことを想定している。さらに、谷田ら⁽¹⁸⁾の研究で提案された研究グループごとや発表内容の分野ごとに P-ドキュメントが持つ典型的なセグメントを同定し、P-ドキュメントの持つ構造であるプレゼンテーションスキーマを考慮したスライドマップ生成により、接続関係の出現位置の傾向を捉え、生成精度の低下を防ぐことができる。

あわせて、プレゼンテーションを収録したビデオの音声を音声認識し、実際に用いられた口頭説明文をテキスト化することで、網羅的に書かれにくい口頭説明文の取得も想定している。これにより、より高い精度でのスライドマップの生成も期待できる。

また、口頭説明文から生成できる範囲でスライドマップを自動生成した場合の学び方として、学習者が学習スライド探索と並行してマップをオーサリングすることでインタラクティブにセグメント同定やスライド間の接続関係の理解を促す支援方法も検討している。例えば、接続詞が記述されておらず単純接続の関係でリンクされている各スライドを概観しながら、その接続関係をオーサリングしたり、1枚のスライドの前半部と後半部の記載内容を接続する接続詞が多かったことへの対応として、学習者が1枚のスライドのノードを2つのノードに分けるオーサリングを通して、論理展開の把握を促し、学習スライド探索を支援できる。

最後に、従来の P-ドキュメントでは口頭説明文を十分に残す理由がなかったことから、重要な説明に関する口頭説明文のみを記載したり、接続詞まで漏れなく

記載しない状況にあったと推察される。しかし、本研究で提案するスライドマップにより、自身の P-ドキュメントの構造を可視化することで、任意のスライド探索を効率化するというメリットが出てくれば、口頭説明文を十分に記載する可能性が高まる。

5.6 まとめ

本章では、スライドマップの実現性を確認するために、様々な作成者が作った P-ドキュメントに対して、スライド間の接続関係の出現傾向や口頭説明文中の日本語接続詞の記述回数を分析した。分析の結果、スライドタイトルや本文、図表といったスライドの基本構成に沿って記載された P-ドキュメントであれば、その種別に依らず、提案する 11 種の接続関係を用いてスライド間の接続関係を表現できることがわかった。一方、口頭説明文中の日本語接続詞は、全てのスライドに詳細に記述されるとは限らない。スライドマップの生成に向けては、スライド内容に基づいた接続関係の利用傾向を考慮したり、接続詞が口頭説明文内の接続なのか、スライド間の接続関係を表しているのかを判断したルール設計が必要になることについて論じた。

第6章 学習スライド探索支援に関する 評価実験

6.1 はじめに

提案するスライド探索支援ツールの有効性を確かめるために、従来から P-ドキュメントの閲覧に用いられてきた PowerPoint のユーザインタフェースと比較した評価実験について述べる。また、実験結果に基づく提案ツールの限界や課題について論じる。

6.2 目的

提案ツールが高いユーザビリティを持ち、「学習スライド探索」や「スライド内容の理解促進」に有効であるかを確認するために、16 名の実験参加者による評価実験を電気通信大学のヒトを対象とする実験に関する倫理審査会の規定に従って実施した。本実験では、実験参加者が PowerPoint のユーザインタフェース(以下、PowerPoint-UI)と、提案ツールのユーザインタフェース(以下、スライドマップ UI)の双方と用いて、学習スライド探索を行い、探索に要した時間やスライド内容の学習結果、主観評価結果を評価指標として、提案ツールの有効性を検証した。有効性の観点として、「学習スライドの探索」と「スライド内容の理解促進」、「インタフェースのユーザビリティ」について評価することとし、以下のそれぞれ実験仮説を設定した。

学習スライド探索の有効性

H1-1: スライドマップ UI は PowerPoint-UI より、短時間で学習観点に有効なスライドの探索を促進する。

H1-2: スライドマップ UI は PowerPoint-UI より, 学習観点到に有効なスライドの重点的な閲覧を促進する.

スライド内容の理解促進の有効性

H2: スライドマップ UI は PowerPoint-UI より, スライド内容の理解を促進する

ユーザインタフェイスのユーザビリティ

H3: スライドマップ UI は PowerPoint-UI より, 学習スライドを探索するうえで使いやすい.

なお, 比較条件として PowerPoint-UI を採用した理由は, PowerPoint が P-ドキュメントの閲覧に幅広く使われている一般的なアプリケーションであり, 各スライドのサムネイル画像を系列的に表示できるユーザインタフェイスを有しているためである. これをベースラインとして, P-ドキュメントの構造をスライドマップという形で表示する提案ツールのユーザインタフェイスと比較して, 実験参加者の認知負荷を高めずに学習スライド探索やスライド内容の理解に有効であるか検証した.

6.3 条件

本実験の実験参加者は情報系の理系大学生・大学院生 16 名 (学士 3 年~修士 2 年, 男性: 12 名, 女性: 4 名, 平均年齢: 22.7 ± 1.2 歳) である. 今回, 実験対象とした P-ドキュメントは, SlideShare から取得した 2 つのドキュメントであり, 1 つは再生可能エネルギーに関するドキュメント (以下, Doc1), もう 1 つは動物学に関するドキュメント (以下, Doc2) である. そして, PowerPoint-UI で Doc1 を対象とする条件 (以下, PPT-Cond) とスライドマップ UI で Doc2 を対象とする条件 (以下, SM-Cond) の 2 条件にて比較を行った.



図 6-1 両条件でのユーザインタフェイス表示イメージ

6.3.1 実験用インタフェイス

両ユーザインタフェイスでの表示イメージを図 6-1 に示す。PowerPoint-UI では、スライド表示エリアと同サイズでスライドを表示し、スライドマップ表示エリアに各スライドのサムネイル画像が一行に並ぶサムネイルビューを表示させてスライド探索を指示した。また、その時のサムネイル画像のサイズは、スライドマップ UI におけるサムネイル拡大表示時のサイズと同サイズに設定している。このようにした理由は、2 条件間でのスライドマップの有無以外の差分を極力無くし、提案するマップの有効性を正当に評価するためである。

6.3.2 実験用ドキュメント

本実験で用いる P-ドキュメントは SlideShare から取得したいくつかのドキュ

表 6-1 各条件でのスライド配置数・内包リンク数

| スライド配置数 | PPT-Cond (Doc1) | SM-Cond (Doc2) |
|-------------|-----------------|----------------|
| 主題シーケンスへの配置 | 10 枚 | 9 枚 |
| 補強シーケンスへの配置 | 6 枚 | 7 枚 |
| 反駁シーケンスへの配置 | 39 枚 | 39 枚 |
| 合計 | 55 枚 | 55 枚 |
| 利用リンク数 | PPT-Cond (Doc1) | SM-Cond (Doc2) |
| 主題シーケンスリンク | 9 リンク | 9 リンク |
| 補強シーケンスリンク | 5 リンク | 6 リンク |
| 反駁シーケンスリンク | 11 リンク | 9 リンク |
| シーケンス内リンク | 30 リンク | 31 リンク |

メント候補から、スライドマップ構造が類似するものとして選定した2つのドキュメントである。SlideShare から取得できる P-ドキュメントには、口頭説明文が記載されていないため、筆者が各ドキュメントのスライド内容に基づいてスライドマップを作成し、内包するセグメント数やリンク数など、スライドマップの各要素を比較し、類似する2つのドキュメント (Doc1 と Doc2) を選定した。これら選定された P-ドキュメントに含まれる全スライド数は55スライドで、内包するセグメント数は6セグメント、セグメント内の平均スライド数は9.2スライドと、それぞれ同数となった。また、表6-1に示すとおり、各シーケンスへのスライド配置数やドキュメント内で利用されているリンク数についても多少の差異はあるが、各項目でほぼ同数となっている。このように、同一の人物が作成したスライドマップの構造に基づいて、極力同等のドキュメントを Doc1 と Doc2 として採用することで、SM-Cond と PPT-Cond の各条件で用いる学習リソースによる実験結果への影響を最小限に抑えるような統制を行った。こうした統制により、実験結果の差が各参加者の用いるユーザインタフェイスのみの違いから生じるものとなるようにした。

加えて、実験実施前に各実験参加者に対して、今から学ぼうとする P-ドキュメントへの内容に関する事前知識を問うアンケート (5段階リッカート尺度で、5: 良く知っている, 3: どちらでもない, 1: 全く知らない) への回答を求めた。アンケ

ートの結果、16名の参加者の平均はDoc1が2.4、Doc2が1.0となり、いずれのドキュメントでも「どちらでもない」を表す3.0を超えていない結果となった。この結果から、どちらかのドキュメントだけを良く知っているという状態ではなく、実験参加者の事前知識に大きな差が無いことを確認している。こうした側面からも、各条件で用いる学習リソースの差が実験結果に大きく影響しないように統制を行った。

6.3.3 試行方法・回数

実験参加者には、筆者らが設定した学習観点を提示し、学習スライド探索を実施してもらった。提示した観点は表6-2に示す通り、各条件で2つずつある。そして、「試行1回目：1回目の観点を提示→参加者による学習スライド探索」、
「試行2回目：2回目の観点を提示→学習スライド探索」を条件ごとに行った。つまり、1人の実験参加者は、合計4回の学習スライド探索を実施した。1条件で2回ずつスライド探索を行わせた理由としては、本研究で想定しているスライド調べ学習の実施ケースを鑑みてのことである。まず、1度も概観したことのない初見のP-ドキュメントに対してスライド調べ学習を実施するケースは頻繁にあると想定しており、試行1回目がこのケースに該当する。この他に、1度以上ドキュメントの内容を概観し、ある程度構造を理解したP-ドキュメントに対して、学習観点を変えて、再度学習を行うというケースが想定され、試行2回目がこのケースに該当する。このように本実験では、想定される各ケースでスライド

表 6-2 各条件における学習観点と有効スライド

| 条件 | 試行1回目 | 試行2回目 |
|----------|---|---|
| PPT-Cond | 枯渇性エネルギーと比較した場合の環境負荷について 有効スライド: 18-24 (7スライド) | 日本における太陽光発電の普及に向けた課題について 有効スライド: 43-49 (7スライド) |
| SM-Cond | 動物園で学術的意義が大きい展示配置について 有効スライド: 16-22 (7スライド) | 雌でしか群れの展示ができない動物について 有効スライド: 47-53 (7スライド) |

マップが有効であるかを評価するために、1条件で2回ずつの試行を参加者に実施させた。

また、表6-2に設定した学習観点を学ぶのに有効であると筆者らが事前に判断した有効スライドの番号を記す。後述する理解度確認テストの設問は、この有効スライドの記載内容から出題している。表6-2に示した通り、試行ごとに有効スライド数は同数であり、試行1回目は、P-ドキュメントの中盤にあるセグメントに含まれるスライド、試行2回目はPドキュメントの終盤にあるセグメントに含まれるスライドとなっている。例えば、PPT-Condの試行1回目ではスライド18からスライド24の内容が学習観点を学ぶのに有効であることを示している。なお、有効スライドがどのスライドであるかは実験参加者には伝えておらず、与えられた学習観点からこれらスライドにたどり着くことを想定している。

加えて、本実験は、各実験参加者がそれぞれの条件下で学習スライド探索を実施する参加者内計画として設計した。つまり、各実験参加者は両条件のユーザインタフェイスを2回ずつ利用して、スライド探索を行うことになる。また、条件間での順序効果を相殺するために、参加者を8名ずつ2群に分け、群1は「PPT-Cond→SM-Cond」、群2は「SM-Cond→PPT-Cond」の順序でスライド探索の実施を指示した。なお、昨今の社会情勢により、多人数の実験参加者の確保が難しかったため、参加者内計画による実験計画を行った。

6.4 手順

本実験では、実験実施者が以下に述べる手順にて実験参加者に実験実施を指示した。実験参加者によって、説明内容の差が出ないように、全ての実験参加者に対して、同一の実験実施者がプリントアウトした実験手順書を読み上げる形で説明を行った。

手順 1: 実験レクチャ

実験参加者に対して、学習スライド探索の概要やその進め方に関する説明と、各条件で用いるユーザインタフェイス操作に関するレクチャを行った。このレクチャ時には、実際の学習で使う Doc1 や Doc2 ではなく、レクチャ用に準備した別のドキュメントを用いて、PPT-Cond と SM-Cond の各条件で用いるユーザインタフェイス操作を練習してもらった。練習時間に上限は設定せず、実験参加者からの申し出があるまで練習を実施してもらった。

手順 2: 提示した学習観点に基づく学習

実験参加者に対して、「指定したユーザインタフェイスを用いて、実験実施者が提示した学習観点に関係するスライドを探索し、そのスライド内容を学ぶこと。そして、学習後に理解度確認テストを実施する。また、実施時間は最大 20 分として、実施時間内に十分に探索を終えたと考えた場合には『実施完了』宣言すること」という指示を与えた。また、実施時には、メモ(A4 サイズで両面書き 1 枚)を可能とし、テスト時にはそのメモを参照しながら、解答可能だと伝えた。

手順 3: 理解度確認テスト・ユーザビリティアンケート

1 試行が終了するごとに、実験参加者は作成したメモを参照可能にしながら、提示した学習観点に対応する有効スライドの内容を問う理解度確認テストを実施した。図 6-2 に示す通り、理解度確認テストは観点ごとに 5 問ずつ出題され、設問内容はスライド中に記載された数値の解答を求めたり、スライド内容に書かれている内容を簡潔に記述するものとなっている。各設問の記載順は、P-ドキュメント中で設問に対応するスライドの順としている。また、理解度テストが完了したら、表 6-3 に示す通り、スライド探索が終わった際の達成感や探索時間についての 5 段階リッカート尺度の事後アンケートを実施した。

さらに、1つのユーザインタフェイス条件の2回目の試行が終了するごとに、表 6-4 に示す System Usability Scale (SUS) ⁽⁵²⁾ アンケートを実施した。

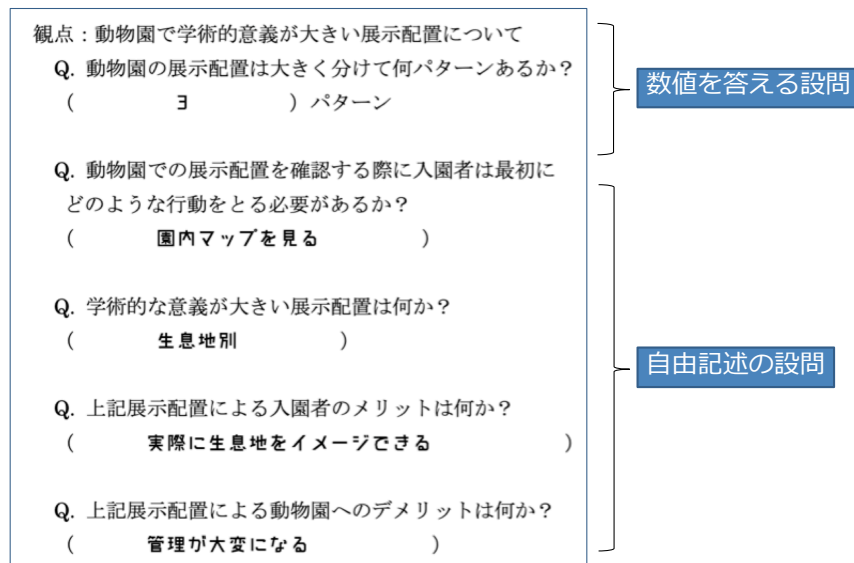


図 6-2 理解度確認テストの例

表 6-3 事後アンケートの設問項目

| | |
|----|---|
| Q1 | 与えられた観点を学ぶために必要なスライドを見つけることはどの程度達成できましたか？ (5: 完璧に達成できた -3: ある程度達成できた -1: 全くできなかった) |
| Q2 | 与えられた観点について、どの程度学ぶことができましたか？ (5: 十分にできた-3: どちらでもなかった -1: 全くできなかった) |
| Q3 | 必要なスライドを見つけるのに、与えられた時間の長さはどうでしたか？ (5:長かった-3: 適切だった-1: 短かった) |

表 6-4 SUS アンケートの設問項目

| | |
|-------|----------------------------------|
| Q1 | このツールはしょっちゅう使いたくなるだろう |
| Q2 * | このツールは必要以上に複雑だと感じた |
| Q3 | このツールは使いやすいと感じた |
| Q4 * | このツールを使えるようになるためには専門家の助けがあると感じた |
| Q5 | このツールは色々な機能がうまくまとまっていると感じた |
| Q6 * | このツールにはちぐはぐな点多すぎると感じた |
| Q7 | このツールの使い方はたいていの人がすぐに身に付けるだろうと感じた |
| Q8 * | このツールはとても扱いづらいと感じた |
| Q9 | このツールを使いこなせると確信している |
| Q10 * | このツールを使い始められるまで学ぶが多かった |

*は逆転項目の設問

SUS は、10 問の設問に対して 5 段階で回答するだけで、ユーザインタフェースのユーザビリティの受け止められ方を評価する測定手法であり、少ないサンプル数でも信用できる結果が取得できるという特徴を持つ。また、ユーザビリティの評価結果が 100 点を上限として、何点だったかというわかりやすい形で表現される。そして、その点数自体も直感に形容でき、80.3 点以上なら Excellent (素晴らしい)、68 点以上 80.3 点未満なら Good (良い)、68 点なら Okay (十分である)、51 点以上 68 点未満なら Poor (悪い)、51 点未満なら Awful (酷い) と解釈し、2 つのユーザインタフェース間でのユーザビリティ比較を客観的に行える。

手順 4: 主観評価アンケート

手順 2 と 3 を PPT-Cond と SM-Cond の各条件で 2 試行ずつ繰り返し、計 4 回の試行を完了したら、各条件に対して、表 6-5 に示す 5 段階リッカート尺度の主観アンケート (5:容易だった、役に立った, 3:どちらでもない, 1:難しかった, 役に立たなかった) への回答を求めた。

加えて、SM-Cond については、表 6-6 に示す通り、スライドマップ特有機能に関するアンケートについても 5 段階リッカート尺度 (5:参考になった, 3:どちらでもない, 1:参考にならなかった) での回答を求めた。また、本実験では、スライド探索支援の有効性を評価する定量指標として、各スライドの閲覧時間や閲覧回数を用いる。各条件で用いるユーザインタフェースには、閲覧したスライドとその閲覧時間を記録するロガーを実装しており、このログデータから学習時のスライドの平均閲覧回数や平均閲覧時間などを計算できる。

表 6-5 主観評価アンケートの設問項目

| | |
|----|--|
| Q1 | 与えられた観点での学習に必要なスライドを見つけることは容易でしたか |
| Q2 | セグメント（関連するスライドのまとめ）やセグメント間の切れ目を考えるのにUIが役に立ちましたか |
| Q3 | スライド同士の接続関係といったドキュメント全体の構造を考えるのにUIが役に立ちましたか |
| Q4 | プレゼンテーション中の主な（あるいは主要な）話題を表すスライドとそれ以外の話題を表すスライドを区別するのにUIが役に立ちましたか |

表 6-6 スライドマップ特有機能のアンケートの設問項目

| | |
|------|--|
| Q2-1 | スライド間のリンク表現の違いはスライド内容やスライド間の関係性を考える上でどの程度参考になりましたか？ |
| Q2-2 | スライドが配置されるエリアの違いはスライド内容やスライド間の関係性を考える上でどの程度参考になりましたか？ |
| Q2-3 | マウスオーバーでスライドサムネイル・タイトルを表示する機能はスライド内容やスライド間の関係性を考える上でどの程度参考になりましたか？ |
| Q2-4 | マップ上のサムネイルクリックで目的のスライドへジャンプする機能はスライド内容やスライド間の関係性を考える上でどの程度参考になりましたか？ |

6.5 結果

6.5.1 スライド探索時のスライド閲覧時間や閲覧回数

スライド探索中のログデータをもとに 16 名の実験参加者が 1 回のスライド探索に要したスライド探索平均所要時間や、各スライド探索における有効スライドの平均閲覧時間や平均閲覧回数の分析結果を図 6-3 に示す。各試行において UI 条件間について、ウィルコクソンの符号順位検定を行い有意差を求めた（グラフ中の記号は †: $p < .10$, *: $p < .05$, **: $p < .01$ の有意差を表す）。また、ノンパラメトリック検定における効果量として、各条件における平均閲覧時間・平均閲覧回数の相関の強さを表す r 族の効果量 $r^{(53)}$ をウィルコクソンの符号順位検定の統計量 Z から求めた。 r は 0.0 から 1.0 の間で値を取り、1.0 に近づくほど相関が強いことを示している。なお、本論文では r の値の解釈を Cohen⁽⁵⁴⁾ にしたがって、小: $0.1 \leq r < 0.3$, 中: $0.3 < r \leq 0.5$, 大: $r > 0.5$ とした。

まず、スライド探索所要時間について比較する。図 6-3 は 1 回の試行に要したスライド探索所要時間の全実験参加者の平均値を表しており、試行 1 回目（初見の P-ドキュメント）では、PPT-Cond: 18 分 44.3 秒、SM-Cond: 17 分 44.7 秒と

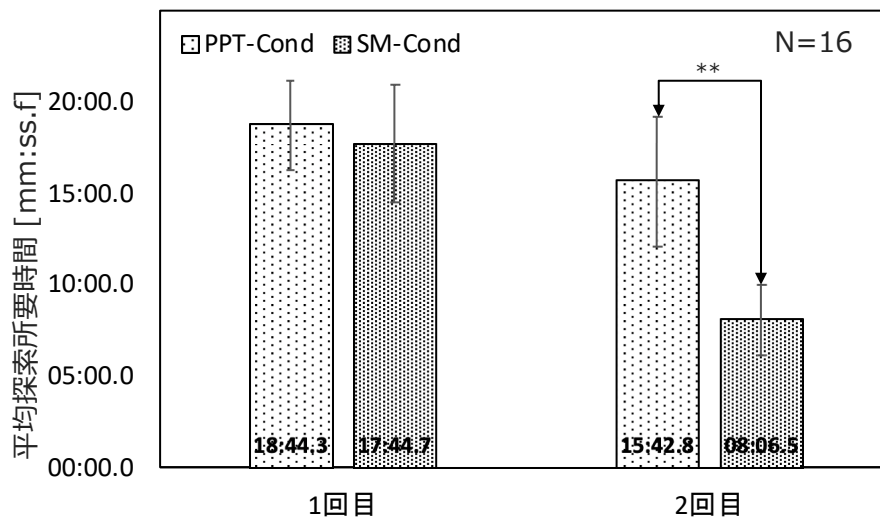


図 6-3 スライド探索平均所要時間の分析結果

いう結果となった。SM-Cond のスライド探索平均所要時間は PPT-Cond よりも 1 分ほど短いという差がみられたが、有意差はなかった ($Z = 1.24, p = 0.21, r = 0.31$)。しかしながら、試行 2 回目 (ある程度構造を理解したドキュメント) において、PPT-Cond: 15 分 42.8 秒, SM-Cond: 8 分 6.5 秒となり、SM-Cond が PPT-Cond よりも短い時間で 1% の有意差を持ち、かつ効果量が大きくなり、スライド探索が完了できることを確認した ($Z = 3.46, p < .01, r = 0.87$)。

次に、有効スライドの平均閲覧時間や平均閲覧回数について比較する。本実験では、全参加者は全ての試行 (各条件で試行 1 回目, 2 回目) において、全ての有効スライドを 1 回以上閲覧していた。そのため、より詳細にどのような閲覧が行われていたかを閲覧時間や閲覧回数から分析した。

図 6-4 (a) は、式(3)で示した学習観点に有効なスライドの平均閲覧時間の合計値を、全スライドの平均閲覧時間の合計値で除算した割合 S_{time} を表している。ここで、 i はスライド番号 ($1 \leq i \leq N$)、 j は実験参加者番号 ($1 \leq j \leq M$)、 V は学習観点に有効なスライド番号群 (表 6-2 に記載のスライド番号)、 $t_{\text{ave}}(i, j)$ は実験参加者 j のスライド i の平均閲覧時間を表す。

$$S_{\text{time}} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \frac{\sum_{k \in V} t_{\text{ave}}(k, j)}{\sum_{i=1}^N t_{\text{ave}}(i, j)} \quad (3)$$

この割合が高ければ、学習観点に有効なスライドを多くのスライド探索者がスライド探索中に長く閲覧していたことを表している。つまり、スライドマップが有効スライドのみを重点的に長時間閲覧するのに有効であったことを示している。有効スライドの平均閲覧時間の合計値を直接比較するのではなく、上記のような割合で比較する理由として、実験参加者ごとにスライド探索平均所要時間が異なり、平均閲覧時間を直接比較することが難しいためである。そこで、全スライドの平均閲覧時間の合計値で有効スライドの平均閲覧時間を除算し、参加者数で平均した結果を比較している。

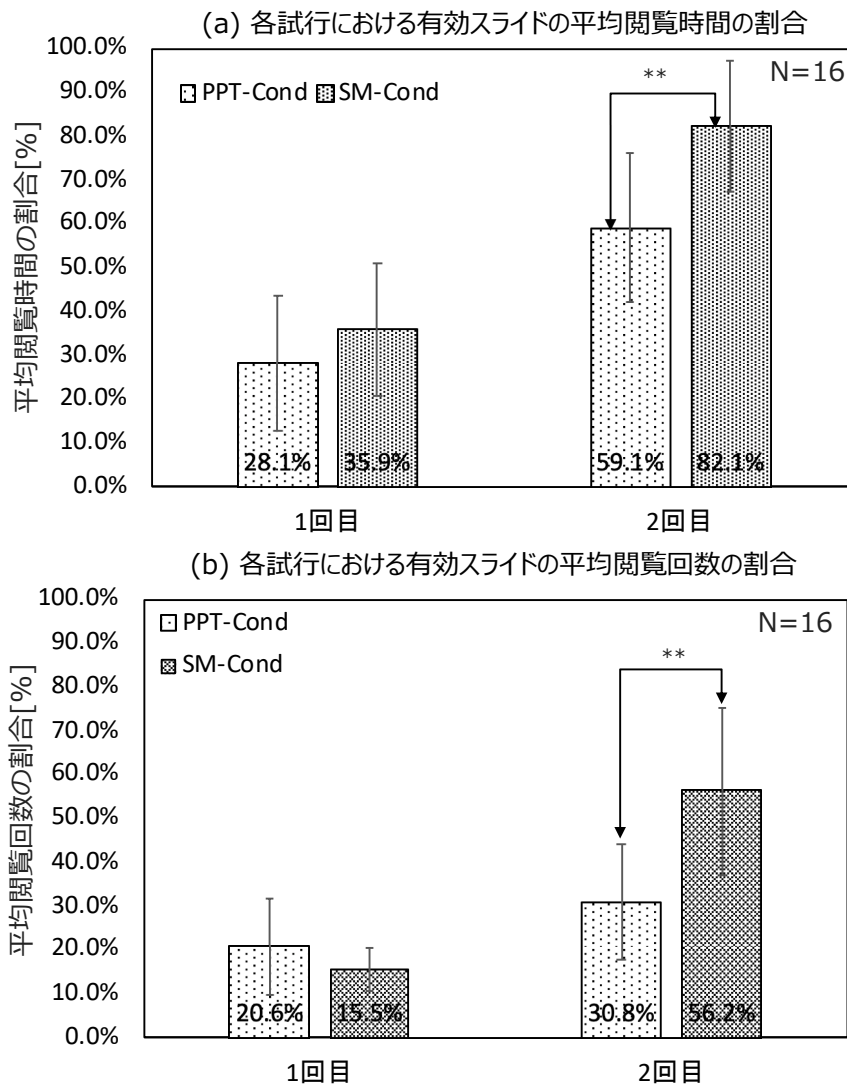


図 6-4 平均閲覧時間・平均閲覧回数の分析結果

試行 1 回目では、PPT-Cond: 28.1%, SM-Cond: 35.9% という結果になり、有意差 ($Z = 1.24, p = .21, r = 0.31$) は確認できなかった。一方、試行 2 回目では、PPT-Cond: 59.1%, SM-Cond: 82.1% という結果になり、1% の有意差かつ効果量が大となることを確認した ($Z = 2.89, p < .01, r = 0.72$)。これらから、SM-Cond は PPT-Cond よりも有効なスライドを閲覧する割合が高くなり、学習観点に有効なスライドのみに絞って学習スライド探索が可能であることを示している。

図 6-4 (b)は、式(4)で示した学習観点に有効なスライドの平均閲覧回数の合計値を、全スライドの平均閲覧回数の合計値で除算した割合 S_{count} を表している。ここで、 i はスライド番号 ($1 \leq i \leq N$)、 j は実験参加者番号 ($1 \leq j \leq M$)、 V は学習観点を学ぶのに有効なスライド番号群、 $c_{\text{ave}}(i, j)$ は実験参加者 j のスライド i の平均閲覧回数を表す。

$$S_{\text{count}} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M \frac{\sum_{k \in V} c_{\text{ave}}(k, j)}{\sum_{i=1}^N c_{\text{ave}}(i, j)} \quad (4)$$

この割合が高ければ、スライド探索中に学習観点に有効なスライドを何度も閲覧していたことを表す。つまり、スライドマップが有効スライドへの再訪問を促し、有効スライドのみを重点的に繰り返し閲覧するのに有効であったことを示している。こちらも有効スライドの平均閲覧時間と同じように、参加者ごとに異なる閲覧回数の平均を求めている。

試行 1 回目では、PPT-Cond: 20.6%、SM-Cond: 15.5%という結果になり、有意差 ($Z = 1.29, p = .20, r = 0.32$) は確認できなかった。一方、試行 2 回目では、PPT-Cond: 30.8%、SM-Cond: 56.2%という結果になり、1%の有意差かつ効果量が大であることを確認した ($Z = 2.84, p < .01, r = 0.71$)。

6.5.2 スライド探索後の理解度

理解度確認テストは有効スライドの記載内容に関する合計 5 問のテストであり、満点で 5 点（各問 1 点の配点）となる。複数の要素で解答された場合には、1 点を分割して採点した。例えば、2 つの要素で解答されている場合には、0.5 点としている。図 6-5 に、各条件における全実験参加者の理解度確認テストの平均得点を示す。なお、検定方法や記号は 6.5.1 項と同様である。試行 1 回目では、PPT-Cond: 3.8 点, SM-Cond: 4.7 点となり、1%の有意差かつ効果量が大となることを確認した ($Z = 3.01, p < .01, r = 0.75$)。試行 2 回目では、PPT-Cond: 3.7 点, SM-Cond: 4.1 点となり、5%の有意差かつ効果量が中となることを確認した ($Z = 1.67, p < .05, r = 0.42$)。

これらより、いずれの試行においても、SM-Cond は PPT-Cond よりも有意に有効スライド内容の確認が可能であったことを示している。そして、この結果からスライド探索時に支援ツールを用いてスライドマップを提示しても、有効スライド内容の把握において、認知負荷に大きな影響を与えないことを確認した。

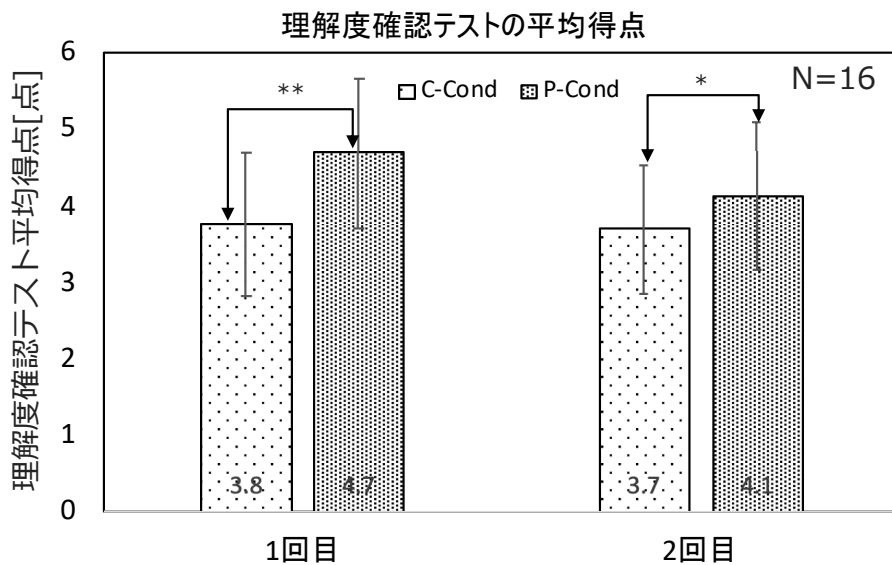


図 6-5 理解度確認テストの分析結果

6.5.3 スライド探索時のユーザビリティ

図 6-6(a)に、各条件での SUS スコアについて全実験参加者の平均値を表す。なお、検定方法や記号は 6.5.1 項と同様である。PPT-Cond は 64.5 点、SM-Cond は 84.7 点となり、1%の有意差かつ効果量が大となることを確認した($Z = 3.05$, $p < .01$, $r = 0.76$)。SUS は、6.4 節で述べた通り、情報システムのユーザインタフェースのユーザビリティを測る指標であり 100 点に近づくほど、ユーザビリティが高いといえる。また、スコアを直感的に解釈できることも特徴であり、SM-

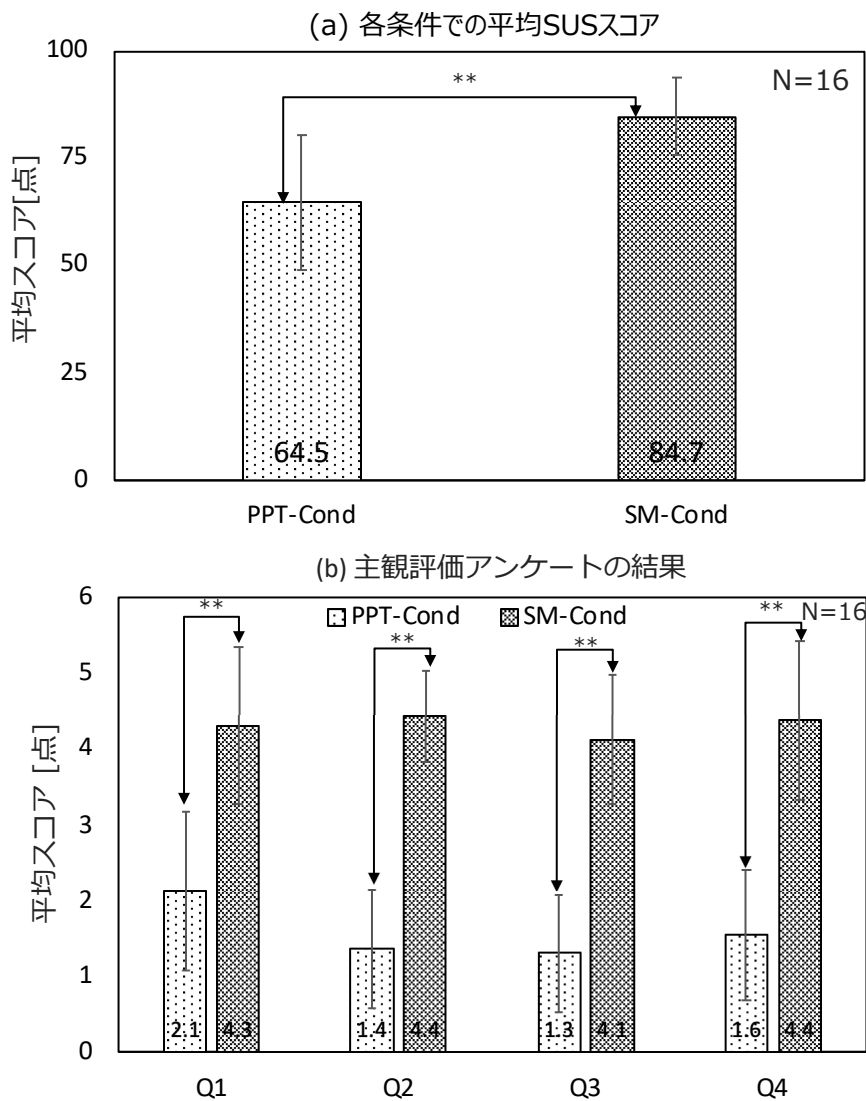


図 6-6 主観評価アンケートの分析結果

Cond (84.7 点) は 80.3 点以上となり, Excellent (素晴らしい) と解釈できる。一方, PPT-Cond (64.5 点) は, SUS の標準平均といわれる 68 点より小さく, Poor (悪い) と解釈できる。このことから, 提案ツールのように P-ドキュメントの構造を可視化して, 学習者に提示する情報量を増やしたとしても, スライド探索におけるユーザビリティは高まることが明らかになった。

図 6-6 (b) に, 各条件における主観評価アンケート (2 条件共通) の回答結果を示す。Q1-Q4 の全ての質問項目について, SM-Cond が PPT-Cond よりも平均スコアが高く, 1% の有意差かつ効果量が大となることが確認できた (Q1: $Z = 3.05, p < .01, r = 0.76$, Q2: $Z = 3.24, p < .01, r = 0.81$, Q3: $Z = 3.53, p < .01, r = 0.88$, Q4: $Z = 3.49, p < .01, r = 0.87$) 。

また, 図 6-7 にスライドマップ特有の機能に関する主観評価アンケートの回答結果を示す。それぞれの設問でのスコア平均値は, Q2-1: 3.6, Q2-2: 4.4, Q2-3: 4.0, Q2-4: 4.1 となっており, いずれの設問も 3.0 (どちらでもない) を超えていることから, スライドマップの各機能が学習スライド探索の際に参考になる情報提供に寄与する傾向となった。特に, Q2-2 の「スライドの配置エリアの違い」や Q2-3 の「マウスオーバでのスライドサムネイル・タイトルラベル表示機能」, Q2-4

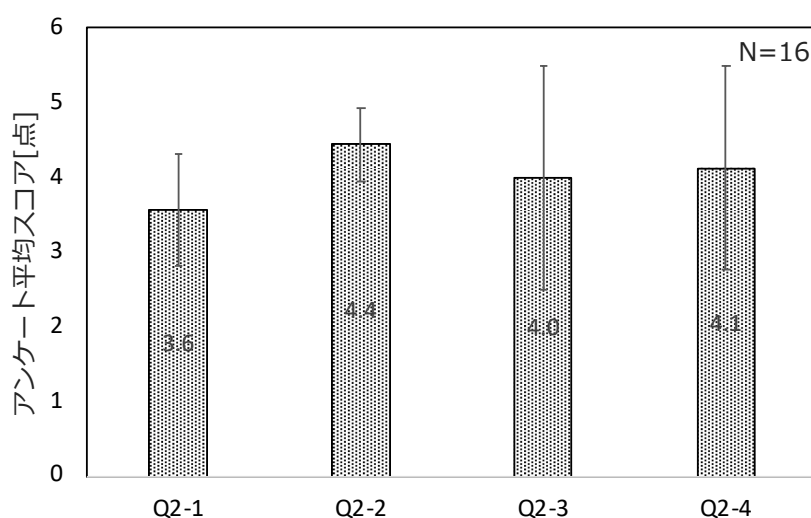


図 6-7 スライドマップ特有機能のアンケート結果

の「任意のスライドへのジャンプ機能」は4.0以上の高いスコアとなり、これらの機能が学習スライド探索時に特に役に立つことが示唆された。

6.5.4 スライド探索後の主観的な達成度

図 6-8 に、各試行が完了した際に実施した事後アンケートの回答結果を示す。ここでも検定方法や記号は 6.5.1 項と同様である。Q1-Q3 の全ての質問項目かつ試行 1 回目、試行 2 回目のいずれにおいても、SM-Cond が PPT-Cond よりも平均スコアが高いという結果を得た。試行 1 回目の比較では、いずれの設問でも 1% の有意差かつ効果量が大となることが確認できた (Q1: $Z = 3.23, p < .01, r = 0.81$, Q2: $Z = 3.04, p < .01, r = 0.76$, Q3: $Z = 2.62, p < .01, r = 0.66$)。試行 2 回目の比較では、Q1 において、5% の有意差かつ効果量が大 (Q1: $Z = 2.11, p < .05, r = 0.53$)、Q2 において、10% の有意傾向かつ効果量の中 (Q2: $Z = 1.79, p < .10, r = 0.45$)、Q3 において、1% の有意差かつ効果量が大 (Q3: $Z = 2.62, p < .01, r = 0.65$) が確認できた。

これらの結果から、いずれの試行においても SM-Cond は PPT-Cond を用いた場合よりも、「スライド探索(Q1)や学習観点を満たす学び(Q2)を達成できた」と実験参加者が主観的に感じることができると言えるユーザインタフェースであったこと

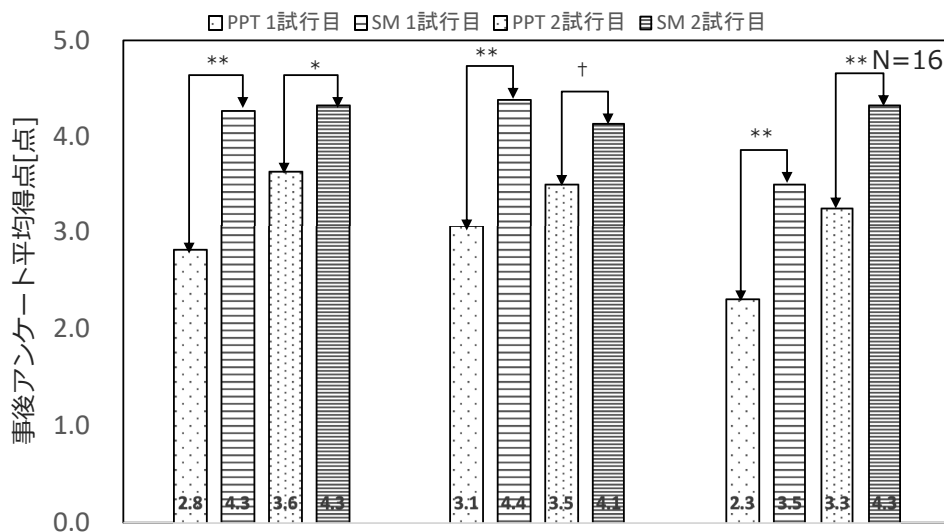


図 6-8 事後アンケート結果

とを示している。合わせて、Q3を見ると、SM-Condは、PPT-Condよりも「スライド探索に与えられた時間が長かった」と実験参加者が答えており、短い時間でもスライド探索が十分に行えると、実験参加者が主観的に感じたことを示している。これらの結果はSM-Condの方がPPT-Condよりも、学習者に与える情報量が多いにも関わらず、スライド探索やスライドを学ぶ際に認知的な負荷を感じずに学習が行えたことを示した結果であるといえる。

さらに、SM-Condの試行1回目とPPT-Condの試行2回目との各設問結果を比較した。いずれの設問でもSM-Condの方が平均スコアが高い結果となっている。Q1において、1%の有意差かつ効果量が大(Q1: $Z = 3.53, p < .01, r = 0.88$)、Q2において、5%の有意差かつ効果量が大(Q2: $Z = 2.42, p < .05, r = 0.61$)、Q3において、1%の有意差かつ効果量が大(Q3: $Z = 3.38, p < .01, r = 0.84$)がそれぞれ確認できた。これは、PPT-Condで、ある程度P-ドキュメントの構造を把握した場合よりも、SM-Condで、初見のP-ドキュメントを学ぶ方がスライド探索の達成度や学習観点を満たしたかの達成度が高く、短い時間でも十分に学習が行えるという結果を示している。したがって、SM-Condでは、実験参加者が認知的な負荷を感じにくい状態でスライド探索を実施できることを示唆している。

6.5.5 実験結果まとめ

6.5節で述べてきた評価実験結果に基づいて、各仮説H1-1, H1-2, H2, H3がそれぞれ成り立つかを確認する。まず、平均学習所要時間(図6-3)と事後アンケート(図6-8)のQ1, Q3の結果から、スライドマップUIはPowerPoint-UIよりも短時間に学習を終える傾向にあり、かつ、主観的にスライド探索をうまく達成できたと感じながら、与えられた時間が長いと感じる結果となった。したがって、客観的にも主観的にも短時間で学習スライドを探索しながら学習が行えたことが示唆され、仮説H1-1は概ね成り立つといえる。

次に、平均閲覧時間の割合（図 6-4 (a)）の結果から、スライドマップ UI は PowerPoint-UI より、初見のドキュメントや試行 2 回目のような一度見て、ある程度構造を把握したドキュメントのいずれでも、有効スライドの閲覧時間が増加する傾向になった。また、平均閲覧回数の割合（図 6-4 (b)）の結果より、試行 2 回目のような一度見て構造を把握した P-ドキュメントでは、有効スライド以外への閲覧回数が減少し、より重点的な閲覧が可能となった。これらは、スライドマップが初見のドキュメントの学習だけでなく、1 度見たドキュメントを対象に学習観点を変えて学ぶようなケースにも有効であることを示唆しており、仮説 H1-2 も概ね成立することが確認できた。以上のことから、スライドマップ UI はスライド調べ学習における「学習スライドの探索を短時間」かつ「学習スライドの閲覧を重点的」とする支援に概ね有効であることが確認できた。

次に、理解度確認テスト（図 6-5）と事後アンケート（図 6-8）の Q2 の結果から、有効スライド内容の理解度は同程度以上であり、かつ、主観的に学習観点をうまく学べたと感じる結果となった。特に、1 度見てドキュメント構造を把握している PPT-Cond の試行 2 回目よりも初見のドキュメントを対象にした SM-Cond の試行 1 回目の結果を比較すると、1%の有意差かつ効果量が大きとなり ($Z = 2.61$, $p < .01$, $r = 0.65$)、SM-Condの方がPPT-Condよりも理解度テスト結果が良く、学習観点をうまく学べたと感じているという結果となった。実験に用いた Doc1 と Doc2 については、その構造や内容の難易度が完全に統制されていない点はあるが、これらの結果から、SM-Cond がスライド内容の理解を促した傾向は示唆された。したがって、仮説 H2 も概ね成立し、スライドマップ UI はスライド調べ学習における「スライド内容の理解促進」を支援するのに概ね有効であることが確認できた。

最後に、SUS スコア（図 6-6 (a)）と各条件における主観評価アンケート（図 6-6 (b)）の結果から、スライドマップ UI は PowerPoint-UI よりも、ユーザビリティ

ィに関する評価が高く、主観的にもスライド調べ学習におけるスライド探索の支援に適した UI であるといえる。加えて、スライドマップ特有機能(図 6-7)のアンケート結果シーケンスエリアごとの配置や任意スライドへのジャンプがスライド探索に役立つという評価結果を得た。これらより、仮説 H3 は支持され、スライドマップ UI はスライド調べ学習の「ユーザインタフェイスのユーザビリティ」が高い評価となり、概ね有効であることが確認できた。

これまで述べてきた通り、本実験結果を通して、全ての仮説が成立することが確認でき、スライドマップ UI が学習スライド探索において、「高いユーザビリティ」を持ち、「学習スライド探索」や「スライド内容の理解促進」に有効であることが評価できた。

6.6 議論

6.6.1 実験結果に関する考察

今回の実験では、学習スライド探索において、総じてスライドマップ UI が PowerPointUI よりも有効であることが確認できた。6.5.3 も示した通り、実験参加者が学習スライドを探索するにあたり、スライドマップの各種機能がうまく機能していたことがその要因であるといえる。

特に、従来の PowerPoint のようなアプリケーションで P-ドキュメントを閲覧する際には意識が難しかったスライドの役割や周囲のスライドとの関係性について、スライドマップを用いると意識しやすくなり、学習スライドを探索しやすくなっていると推察できる。実際に、Q2-2「スライドの配置エリアの違いが役に立ったか？」が高い評価となり、スライド探索時に有効に機能したことを示している。また、数十枚のスライドから学習スライドを探索するには、内容を確認したいスライドへ素早くアクセスできることが望ましい。これも各スライドを2次元的に配置したマップ表現上で、任意のスライドをクリックするだけでジャンプ

できるスライドマップが効果的に機能したとみなせる。実際、Q2-4「任意のスライドへのジャンプ機能」が高い評価となったことから、この点においても有効であったことが示されている。

さらに、ここでは、スライドマップ UI が PowerPointUI よりも有意に良い結果とならなかったり、PowerPointUI の方が良い結果となった評価項目について論じる。まず、各条件における試行1回目のスライド探索平均所要時間において有意差が確認出来なかった点である。これは、実験計画の都合上、1試行におけるスライド探索の実施時間を最大20分と設定したことによると推察される。実施時間がもっと長く設定されていれば、PowerPointUI でのスライド探索平均所要時間が長くなり、スライドマップ UI よりも有意に時間を要した結果になる可能性がある。実際に各条件の1回目の試行において、実施時間が最大値の20分まで到達した実験参加者は、PowerPointUI では12名(80.0%)、スライドマップ UI では8名(50.0%)となり、PowerPointUI の方が時間を要する傾向がある。同じように、有効スライドの平均閲覧時間も実施時間の設定の影響により、統計的有意となる差が生じなかったと推察される。

次に、スライド探索平均所要時間や有効スライドの平均閲覧時間について、試行1回目と2回目ともに、スライドマップ UI が PowerPointUI よりも良い結果(平均所要時間: 短い, 平均閲覧時間: 高い割合)となった。一方で、有効スライドの平均閲覧回数について、試行1回目では、スライドマップ UI が PowerPointUI よりも低い割合となり、試行2回目では、スライドマップ UI が PowerPointUI よりも高い割合なっている。こうした結果の大小が変化した点についてスライドマップの使われ方から論じる。試行1回目では、全スライドの平均閲覧数がスライドマップ UI は PowerPointUI よりも多く(スライドマップ UI: 46.5回, PowerPointUI: 36.4回)、有効スライド周辺のスライドを閲覧しながら、有効スライドを閲覧する傾向にあった。一方で、試行2回目では、全スライドの平均閲覧

数がスライドマップUIはPowerPointUIよりも少なくなり(スライドマップUI: 9.8回, PowerPointUI: 20.1回), 有効スライドを重点的に閲覧する傾向となった。これらから, スライドマップを用いた試行1回目では, 有効スライドの探索のためにより広範囲のスライドを閲覧していたことが示唆される。そして, 試行1回目の閲覧によってP-ドキュメントの構造を十分把握できたため, 試行2回目では, どのスライドを閲覧するべきかについて探索範囲が絞ることが出来たと推察される。

6.6.2 実験対象に関する考察

今回の実験では, SlideShareから取得したP-ドキュメントを用いて, 情報系の理系大学生・大学院生を実験参加者として有効性を検証しており, スライドマップが有効となるP-ドキュメントや学習者にはいくつかの前提がある点について論じる。まず, SlideShareに共有されているP-ドキュメントは, 学会発表やセミナー, 輪講などの場において発表内容を聴衆に伝えるように洗練されたドキュメントが多く, 本実験でも論理展開(スライド間の接続関係)が的確になされているドキュメントを前提として, スライドマップが有効であることを確認している。一方で, 例えば, P-ドキュメント作成の経験が少ない研究室に配属されたばかりの学生が作った論理展開が大きく崩れているP-ドキュメントに対して, 提案するスライドマップが有効であるかは確認していない。本研究では, こうした論理展開が大きく崩れているP-ドキュメントは, 学習対象としても有効な知識構築が難しいと考えられるため, スライド調べ学習の対象のドキュメントとして想定していない。

次に, 本実験では, 情報系の理系大学生・大学院生を実験参加者として, スライドマップが有効であることを確認している。今回の参加者は, プレゼンテーションの実施経験やP-ドキュメントの作成経験があり, PowerPointのようなP-ドキュメント作成・閲覧アプリケーションの操作にもある程度慣れているという前

提がある。一方で、プレゼンテーション実施やP-ドキュメント作成の経験が全く無い学習者は、論理展開を意識したスライド内容理解がそもそも念頭になく、P-ドキュメントの先頭のスライドから順にスライド内容を学んでいき、スライドマップが有効に機能しない可能性がある。こうした学習者に対しては、学習ツールを与えるだけでなく、「論理展開を意識したスライド内容理解が重要であり、スライドマップを用いて、セグメントやスライド間の接続関係を把握しながら学ぶ」ことを伝えることで支援が可能である。言い換えれば、「論理展開を意識したスライド内容理解が重要」であることを理解できれば、学習者の属性には制約はない。

また、P-ドキュメント作成・閲覧アプリケーションの操作が不慣れな学習者に対してスライドマップが有効であるかは検証に至っていない。ただし、スライドマップの操作はキーボードの矢印キーとマウスクリック程度の操作であり、Webブラウザを操作できるリテラシがある学習者なら短時間で操作方法は習得可能であると想定している。

6.6.3 実験条件の統制

今回の実験では、2条件間での完全な統制であったり、実験で用いるユーザインタフェースの要件といった実験計画の点で議論の余地がある。まず、本実験で、Doc1とDoc2の構造や参加者の前提知識を完全に統制できていない点についてである。今まで述べてきた通り、主観的な印象評価や各ユーザインタフェースの操作ログによる実験結果から、効率的な学習スライド探索自体に有効であることは確認ができた。また、学習スライド探索を効率化することにより、内容を詳細に確認すべきスライドの範囲が絞られることになり、スライド内容自体の理解を促進する傾向が示唆された。その上で、スライドマップの有効性をより正確に評価するために、各条件を厳密に統制した追加検証も必要である。具体的には、実験参加者間計画として、同一ドキュメントを対象に利用するユーザインタフェイ

スのみを変えた 2 条件において、理解度確認テストの結果の比較が必要である。

次に、本実験では、PowerPoint という P-ドキュメントの閲覧に一般的に用いられるユーザインタフェースを比較条件として、スライドの役割やスライド間の接続関係といった PowerPoint-UI よりも多い情報量をスライドマップという形で学習者に提示しても、学習スライド探索に有効であることを示した。一方で、現在のスライドマップによる情報提示機能が最も良い提示方法であるかの妥当性は検証できていない。実際、スライドマップ特有の機能へのアンケートで Q2-1(接続関係のリンク表現の有効性)の結果は、他の設問に比べて有意に低いスコアになった。これは現在のリンク表現ではわかりにくい点があることを示している。そのため、より使いやすいと学習者が感じるスライドマップ中でのリンク表現を明らかにしながら、効率的な学習スライド探索を支援する必要がある。

そして、学習スライドの探索支援をより効率化するためには、各スライドに含まれるキーワードを索引としたり、セグメント間の関係性を表現する情報提示も必要になってくる。2.4.3 でも述べた通り、同一のキーワードを用いてスライドが記述されていない場合には適用が難しい場合もあるが、学習者が探索したいスライドへの訪問を促すための情報として有用である。

最後に 4.5 節で述べた通り、支援ツールを用いた学習スライド探索スキルの獲得についても更なる評価が必要である。今回の実験においては、スライドマップ自体の有効性を確認するために、スライド探索に必要な機能を全て利用可能な支援ツールの評価実験となった。一方で、最終的にはスライドマップがない状況でも、学習者自身での学習スライド探索を実施可能とするような Learner-Adaptable Fading/Scaffolding に基づくスライド探索支援ツールの更なる有効性検証も必要になる。

6.6.4 複数の P-ドキュメントへの対応

今回の実験では、学習観点を満たす学習スライドが含まれる 1 つの P-ドキュメントを対象に学習スライド探索を行い、スライドマップが学習スライド探索に有効であるかを検証した。しかし、本来なら、Web やローカルなりポジトリ上の複数の P-ドキュメントから学習スライドを含むドキュメントを探索した上で、探索したドキュメントに対して学習スライド探索を短時間かつ重点的に行える必要がある。

こうした現状の支援ツールの限界に対して、学習スライドを含む P-ドキュメント探索をスライド再利用性に基づいて高精度に行うことを検討している。中沢ら⁽⁵⁵⁾は、スライド中のテキストや画像情報を用いて、再利用関係にあるスライドをローカルなりポジトリから検索し、その再利用の変遷を可視化する手法を提案している。また、Sharmin⁽⁵⁶⁾も、任意のスライドを検索クエリとして、ローカルなりポジトリから過去の P-ドキュメントを編集バージョンも含めて検索し、ユーザが再利用したいスライドを効率的に発見する検索ツールを提案している。これらの研究では、スライドが再利用される際には、内容の追記、変更、他スライドとの統合など一部が加工された過去のスライド内容となる傾向があり、この傾向を活用した P-ドキュメント検索を実現している。こういったアプローチを取ることで、学習者は検索クエリとしていた学習スライドに、追記・変更された内容を短時間、かつ、重点的に行えるようになる。

6.6.5 学習スライドの理解支援

今回の実験では、実験参加者がスライドマップを用いて学習スライドを探索しながら、学習スライドに含まれる概念・知識をキーワードとして手書きのメモに書き出し、学習スライド内容を理解するように指示した。そのため、スライドマップはスライド探索の効率化に有効であったが、スライド内容の理解促進について、スライドマップのこういった要素が寄与したかまでは確認できていない。そ

して、本来なら学習スライド探索を進めながら、スライド内容理解についても、支援ツール上で実施可能として、学習者によるスライド内容の理解を促す必要がある。

こうした現状の支援ツールの限界に対して、Inoue ら⁽³⁹⁾や Tomoto ら⁽⁴⁰⁾が提案している知識マップ作成を通じた知識構築の支援機能を検討している。どちらの研究でも、キーワード間の関係づけを行い、キーワードを構造化した知識マップを作成することで、学習者自身での知識構築を促進する支援を提案している。本研究では、これらのアプローチにて、学習者自身でスライドから学習観点を学ぶのに必要だと思うキーワードを選択し、選択したキーワード間にどんな関係があるかを明確化する関係づけを行いながら知識マップを構築可能とする。また、知識マップ上に配置したキーワードを選択した場合には、そのキーワードを選択したスライドのサムネイル画像をスライドマップ上でハイライトし、学習スライドにリンクしている各スライドとの関係性の把握を支援する。こうしたスライドマップと知識マップとの連動により学習スライドの理解を促進する。

6.6.6 学習観点の展開

今回の実験では、実験参加者は実験指示者から与えられた学習観点に沿って、学習スライド探索を進めて、探索したスライド内容を学んだ。一方で、本来なら、スライド探索を進めながら、学んだ内容を振り返って学習者個々に元々の学習観点を展開しながら、新たな学習観点が展開しなくなるまで学習スライド探索を繰り返す必要があり、スライドマップがそういった展開に対応できる必要がある。

一般に学習者自身での学習観点（課題）の展開は、様々に進められるものであり、正解となる展開を一意に決めることが難しい。また、正解となる展開との比較による評価は、学習者による主体的な学習観点の展開を損ねる可能性もある。

そこで本研究では、太田ら⁽⁵⁷⁾が Web 調べ学習の文脈で提案している Linked Open Data (LOD) の DBpedia Japanese を用いて学習者が妥当な展開を行って

いるかを診断する手法の適用を検討している。これにより、学習者の主体性を損なわずに、学習者視点の展開を妥当なものとする支援を検討している。

6.6.7 スライド探索スキルの獲得

本研究では、本ツールを用いることで、「スライドの役割やスライドの接続関係に着目しながらセグメントを同定する」というスライド探索スキル自体を学習者が学ぶことも期待している。最終的には、ツールによる支援がなくても、通常の PowerPoint ユーザインタフェースを用いて、効率的なスライド探索を行えるようにすることが望ましい。

このようなスキル学習の機会を与える上で、本研究では、柏原らが提案する Learner-Adaptable Fading/Scaffolding⁽⁵⁸⁾に基づいたツール機能の拡張を検討している。Learner-Adaptable Fading/Scaffolding は、学習プロセス遂行における足場外し(Fading)や足場かけ(Scaffolding)を学習者自身で判断し、支援ツール機能の取り除きや利用可能を切替えながらツールを利用する手法である。この手法は、ツールの支援の度合いを切替えることで、認知的負荷を高め、学習プロセスやその学び方について学習者自身で考える機会を与えたり、ツール機能の取り除きから生じる学習の行き詰まりにより、ツール機能の必要性や重要性を考える機会を与えて、ツール自体の操作スキルや学び方に沿った学習プロセスの遂行を可能するものである。

図 6-9 に、本ツールにおけるスライドマップで提示する各種情報に対する Learner-Adaptable Fading/Scaffolding の適用について示す。スライドマップ上で提示する各種情報の提示機能を学習者自身で段階的に取り除きながら、セグメント同定に基づく学習スライド探索を進め、探索に行き詰まった場合には取り除いた提示機能を再び利用可能として、スライド探索を遂行できるようになっている。そして、最終的には、PowerPoint ユーザインタフェースのみでセグメント同定に基づく、学習スライド探索を遂行できるようになることを目指す。このような

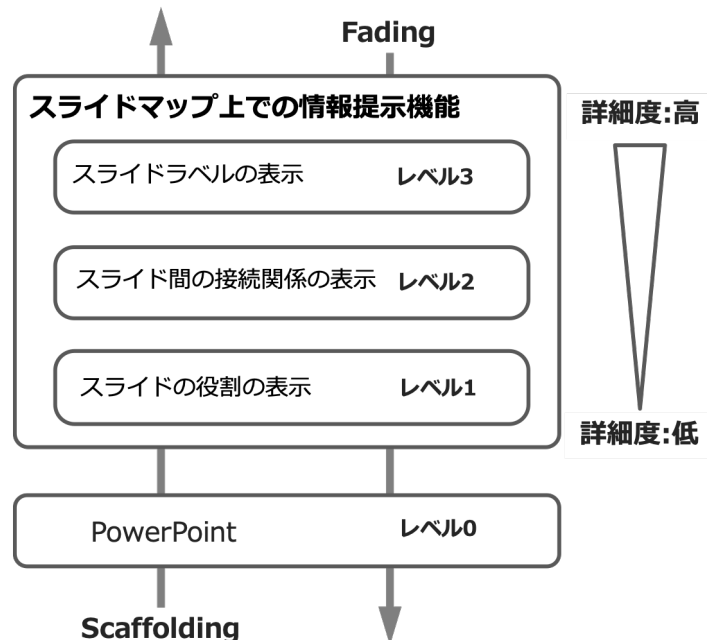


図 6-9 スライドマップの Learner-Adaptable Fading/Scaffolding

Fading や Scaffolding を実現するには、スライドマップを構成する情報の関係性を踏まえて、取り除く順序を決定する必要がある。そこで学習者に提示する情報の詳細度に着目した。

本研究では、1枚のスライドに関する情報ほど詳細度が高く、複数のスライド間に関する情報ほど詳細度が低いと定義し、詳細度が高い順に取り除くようにした。1スライドごとのスライドタイトルとスライド順を表すスライドラベルが最も詳細度が高く、続いて2枚のスライド間にある論理関係を表す接続関係、最後はP-ドキュメント中の全スライドを大別して3種類のどの役割を持つかというスライドの役割という順で詳細度が低くなっていくとした。また、学習者が利用できるスライドマップの情報提示機能の数を足場レベルとして、支援ツールが学習者に提供するセグメント同定に基づくスライド探索の遂行のための足場の高

さとみなしている。学習者はこの足場の高さを徐々に下げるように、情報提示機能の Fading を行う。

図 6-9 はスライドマップの情報提示機能を取り除く順を示している。具体的には、図 4-2 に示すスライドマップが足場レベル 3 となり、そこから、スライドラベルを非表示にしたマップが足場レベル 2、さらに、スライド間の接続関係を 11 種類の表現ではなく単なる直線のリンクとして表現して、3 つのスライド配置エリアのみが区別できるマップが足場レベル 1 となる。最後に、3 つのスライド配置エリアの区別もなくなり、1 列のスライドサムネイル画像列として表示するのが、足場レベル 0 で通常の PowerPoint のユーザインタフェースとなる。

以上述べてきたように、足場レベルが変化することで、学習者によるセグメント同定に基づくスライド探索がどのように変化するかを説明する。足場レベル 2 の場合には、スライドマップの提示情報中心にして、スライド間の接続関係やスライドの役割を確認し、セグメントの区切りを見つけていくことが可能である。これが、足場レベル 1 となると、スライドマップを通して、あるスライドに接続されているスライドが何かがわかっても、その具体的な論理展開が明示されていないため、学習者自身で接続関係されているスライド内容を確認しながら、その接続関係を検討し、セグメントの区切りを見つける必要がある。これは、スライド探索時に学習者自身で実施すべきセグメント同定の作業が増えることを意味している。このようにして、本支援ツールによる足場レベルを下げつつ、継続的な学習スライド探索を経験することで、セグメント同定を学習者自身で実施可能なスライド探索スキルの獲得を促す。

6.6.8 スライドマップの応用

ここでは、提案したスライドマップの P-ドキュメント作成への応用について述べる。P-ドキュメント作成ではスライド間の論理的な関係を考えながら作成する

ことが重要であるといわれている。しかしながら、初学者が作成する場合、スライド間の論理的な関係を意識しながらドキュメント作成ができずに作成を終えてしまうことがある。小尻ら⁽⁵⁹⁾は、科学技術プレゼンテーションにおける話題の論理モデルを定義し、そのモデルに基づいたスライドの記載内容の整理・作成支援を提案している。花植ら⁽⁶⁰⁾は研究プレゼンテーションの初学者が断片的に考えがちなスライド内容を「目的、手法、結論」という論理モデルと重要度や面白さという観点でのアノテーションの組み合わせにより整理・作成する支援を提案している。これらの研究では、論理モデルを提示することで、P-ドキュメント作成者がスライド間の接続関係を意識せずに、各スライドの作成に注力することを目指している。

本研究では、これら研究で提示していた論理モデルに代わり、スライドマップを提示し、スライド間の接続関係を常に意識させながら P-ドキュメント作成を行う支援を検討している。この実現に向けて、スライド探索支援ツールと同じように、PowerPoint のアドインとして、スライド作成画面に並べてスライドマップを表示する作成支援ツールを検討している。このツール上でスライド内容を検討しながら、スライドマップを編集することにより、今作っているスライドの役割やスライド間の接続関係を明示的に表現しながら、スライド作成が可能になる。またスライドマップを編集しながら、接続関係に違和感のあるスライドの並びや記載すべきスライドの抜けに気付くことを期待している。

また、このような P-ドキュメント作成支援環境が整うと、P-ドキュメントに対応するスライドマップ設定ファイルも同時に作成されることになる。そして、学生や教員などの P-ドキュメント作成者が作成した P-ドキュメントファイルとスライドマップ設定ファイルの双方を P-ドキュメント共有サービス上で共有することができれば、スライドマップを自動生成しなくても、スライド調べ学習が可能な新たな学習環境を世の中に提供できるようになる。

6.7 まとめ

本章では、提案するスライドマップを用いたスライド探索支援ツールの有効性について PowerPoint の標準ユーザインタフェースを比較条件にした評価実験について述べた。評価実験の結果、提案するスライドマップを用いると、比較条件に比べて初見の P-ドキュメントや、ある程度構造を把握した P-ドキュメントのいずれを対象にしても、学習スライドの探索を短時間で実施可能となり、学習スライドの閲覧が重点的になることを確認した。そして、理解度確認テストの結果からスライド内容の理解を促進することも確認した。また、スライド探索支援ツールは高いユーザビリティを持ち、学習スライド探索に使いやすいツールとなっていることが示唆された。一方で、本実験の条件設定から生じる実験結果や提案ツールの限界について論じ、スライドマップが有効である範囲を明確にし、今後の課題についても整理した。さらに、スライド探索支援の獲得に関して、Learner-Adaptable Fading/Scaffolding に基づく拡張について述べ、学習者自身によりツール機能の取り除きや利用可能を切替えることで、スライド探索スキルの獲得支援を期待している点についても説明した。

第7章 結論

本研究の目的は、知の宝庫であるプレゼンテーションドキュメント（P-ドキュメント）を用いたスライド調べ学習において、学習者が最初に直面する学習スライド探索の煩雑さを解消し、学習観点を満たすスライドを効率的に探索可能にすることである。

1章では、Web上のP-ドキュメント共有サービスが流行し、様々な分野のP-ドキュメントが入手可能となり、記載内容が端的かつ的確に書かれたP-ドキュメントは要点を分かりやすくなっていることで、P-ドキュメントを学習リソースとしての活用が進んでいることを述べた。その上で、P-ドキュメントは記載内容の論理構造を一覧できる目次に相当する情報が提供されないことが多いことから、論理構造を把握しにくい。その結果、学びたい内容が記載されたスライドを探索するのが非常に煩雑になってしまうという問題を有していることを示し、この問題を解決するスライド探索支援の実現を目的とした。

2章では、P-ドキュメント内から学習者が任意のスライドのみを探索し、その内容理解を進めるような調べ学習の側面を持つ学び方を「スライド調べ学習」と定義した。そして、その支援系の実現に向けて、先行研究であるWeb調べ学習を参考に、スライド調べ学習全体の学習プロセスをデザインしたスライド調べ学習モデルを提案し、最初のフェイズである学習スライド探索への着目を示した。

3章では、学習スライド探索フェイズにおける問題点やその解決に向けた支援の枠組みについて述べ、スライドの役割やスライド間の接続関係の把握を助け、セグメント同定を支援するスライドマップについて述べた。スライドマップは、スライド間の接続関係を日本語接続詞に基づく論理展開を参考に11種類の接続関係として整理し、その接続関係に基づいてスライドの役割を捉えた情報提示を行う。さらに、スライド内容の概観と同時並行的に行われるセグメント同定を支

援するのに、Cognitive Theory of Multimedia Learning に基づき、学習者の認知負荷を考慮しながら画像的情報による提示を行う表現となっている。

4章では、PowerPoint の標準ユーザインタフェースにアドインする形での実装により、スライド内容とスライドマップを並べて表示可能なスライド探索支援ツールを提案した。加えて、本ツール上でスライドマップを表示するのに必要なスライドマップ設定ファイルについても説明し、シンプルなフォーマットにより、マップ表示を実現していることを示した。

5章では、スライドマップの実現性を確認するために行った既存の P-ドキュメントの分析について述べ、P-ドキュメント中のスライドに対して、3章で検討した 11 種の接続関係が手動で付与できるかを検証した。37 本の P-ドキュメントに対して行った検証の結果、接続関係の種類によって付与回数の大小はあるものの、11 種類全ての接続関係を既存の P-ドキュメントのスライドに付与が可能であることが確認でき、本研究で検討した接続関係により、様々なスライド間の関係性を表現できることがわかった。また、スライドマップの自動生成に向けて、P-ドキュメント中の口頭説明文を分析し、日本語接続詞の記載頻度を検証したところ、分析した 286 枚のスライドのうち、55.9%のスライドの口頭説明文のみに日本語接続詞が記載されていた結果となった。したがって、P-ドキュメントに付与された口頭説明文からスライドマップを自動生成するのは限定的であり、生成後のマップを学習者自身で編集するなどの工夫が必要になることも述べた。

6章では、提案した学習スライド探索支援ツールの有効性を評価するのに、現在、P-ドキュメントを閲覧するのに一般的に使われている PowerPoint の標準ユーザインタフェースを比較条件とした評価実験について述べた。本実験では、PowerPoint と比較して、提案ツールが学習スライドを短時間に探索可能で、学習スライドへの重点的な閲覧を高め、探索に使いやすいと主観的に感じることを実験参加者内計画の実験により検証した。また、実験時にはスライドを探索するだ

けでなく、探索したスライド内容について学んでもらい、事後に理解度テストを実施した。その結果、提案ツール条件の方が比較条件よりも有意にテスト結果が良く、スライド内容理解を促進したことも確認した。ただし、各条件で用いた P-ドキュメントの構造や P-ドキュメントに対する事前知識について完全に統制ができていなかったため、スライドマップによるスライド内容の理解促進効果については条件を厳密に統制した上での正確な検証も必要であることを示した。さらに、提案ツールの限界についても論じ、複数の P-ドキュメントへの対応や学習スライド探索と連携した知識構築に関する課題を述べ、関連研究を交えて解決方針を整理した。加えて、スライドマップを応用した P-ドキュメント作成支援についても述べ、P-ドキュメント作成時に同時にスライドマップをドキュメント作成者が作り、それらを P-ドキュメント共有サービス上で共有することにより、スライドマップの自動生成をしなくても、本研究で提案しているスライド調べ学習が実施できる新しい学習環境が実現できるという展望を示した。

本研究の新規性や独自性は、P-ドキュメントの学習リソースへの活用に着目し、従来の Web 調べ学習支援に着想を得た「スライド調べ学習」のコンセプトやスライド調べ学習モデルを提案するとともに、学習スライド探索における学習者の煩雑さを具体的に解決するためのスライド間の接続関係に基づいたスライドマップを考案し、その有効性をユーザ実験に基づいて検証した点にある。これにより、「スライド調べ学習」自体の実現性を明らかにし、学習スライド探索フェイズより後段の知識構築や学習観点展開フェイズにおける問題点の解決が必要になる点を開拓したことも本研究の貢献である。また、スライドマップの生成について、口頭説明文のテキスト分析による自動生成の難しさを検証し、スライドマップ自体の作成支援も、スライド調べ学習研究の 1 つの研究課題となることを示したことも本研究の貢献の一つであるといえる。

今後は、提案したスライドマップの自動生成に向けたアルゴリズムや提案した

スライドマップよりも更にユーザビリティの高い可視化表現の考案, 複数の P-ドキュメントを対象にしたスライド探索支援について検討を順次進めていきたい. また, そうすることで, スライド調べ学習の全体を支援する新たな学習環境の実現に繋がると期待している.

参考文献

- (1) 国立教育政策研究所: “教育課程の編成に関する基礎的研究”, https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pf_pdf/20130627_4.pdf (2022.04.19 参照)
- (2) Griffin, P., Murray, L., Care, E., Thomas, A. and Perri, P.: “Developmental assessment: Lifting literacy through professional learning teams”, *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, Vol.17, No.4, pp.383-397 (2010)
- (3) 柏原昭博: “Web におけるナビゲーションを伴う学習活動と支援環境のデザイン”, *人工知能学会誌*, 25, 2, pp. 268-275 (2010)
- (4) Kashihara, A. and Akiyama, N.: “Learning Scenario Creation for Promoting Investigative Learning on the Web”, *The Journal of Information and Systems in Education*, Vol.15, No.1, pp.62-72 (2017)
- (5) Microsoft: “プレゼンテーション資料作成 |PowerPoint”, <https://www.microsoft.com/ja-jp/microsoft-365/powerpoint> (2022.04.18 参照)
- (6) 吉田文, 田口真奈: “大学教員の IT 利用実態調査”, NIME 研究報告第 38 号, 独立行政法人メディア教育開発センター(2008)
- (7) Corbeil, G.: “Can PowerPoint Presentations Effectively Replace Textbooks and Blackboards for Teaching Grammar? Do Students Find Them an Effective Learning Tool?” *CALICO Journal*, Vol.24, No.3, pp.631–656 (2007)
- (8) Mantei, E. J.: “Using internet class notes and PowerPoint in the physical geography lecture: Comparing the success of computer technology with traditional teaching techniques.” *Journal of College Science Teaching*, 29, pp.301–305 (2000)
- (9) 辻靖彦, 稲葉利江子, 高比良美詠子, 田口真奈: “コロナ禍初期における大学教員の ICT 利用実態に関する調査結果
～大学教員の授業における ICT 利用に関する縦断調査～”, <https://sites.google.com/ouj.ac.jp/ictsurvey/%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E5%A0%B1%E5%91%8A> (2021.08.25 参照)
- (10) LinkedIn Corporation: “SlideShare”, <http://www.slideshare.net/> (2021.11.13 参照)
- (11) Thelwall, M. and Kousha, K.: “SlideShare presentations, citations, users, and trends: A professional site with academic and educational uses”, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol.6, No.8, pp.1989-2003 (2017)

- (12) 早坂淳：“学習指導過程”，根津朋実・吉江森男編 著 “教職シリーズ 3 教育内容方法” 所収，培風館，pp.130-138 (2010)
- (13) 文部科学省：“小学校指導要領解説 総合的な学習時間編”(2017)
- (14) 柏原昭博，柿沼保宏，太田光一：“Web 調べ学習のためのマイクロワールドデザイン”，(第 31 回) 人工知能学会全国大会 (2017)
- (15) Brock, SE. and Y, Jogleka.: “Empowering PowerPoint: Slides and Teaching Effectiveness”, *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management* Vol. 6, pp. 85-94 (2011)
- (16) 櫻田潤：“シンプル・ビジュアル・プレゼンテーション”，KADOKAWA, 東京 (2015)
- (17) 高橋征義：“でかいプレゼン 高橋メソッドの本”，ソフトバンククリエイティブ，東京 (2005)
- (18) 谷田亮秀，長谷川忍，柏原昭博：“プレゼンテーションドキュメントの意味的構造同定とリフレクション支援”，人工知能学会先進的学習科学と工学研究会資料，pp. 91-96 (2010)
- (19) 斎藤圭祐，柏原昭博，長谷川忍：“プレゼンテーションセマンティクス理解支援システムの開発・評価”，教育システム情報学会第 3 回全国大会講演論文集，pp. 336-367 (2009)
- (20) 亀和田慧太，西本一志：“聴衆の注意遷移状況を提示することによるプレゼンテーション構築支援の試み”，情報処理学会論文誌，Vol.48, No.12, pp.3859-3872 (2007)
- (21) Shibata, Y., Kashihara, A. and Hasegawa, S.: “Skill transfer from learning to creating presentation documents”. 12th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET) doi: 10.1109/ITHET.2013.6671037 (2013)
- (22) 倉島保美：“論理が伝わる 世界標準の「書く技術」”，講談社，東京 (2012)
- (23) グロービス経営大学院：“グロービス MBA クリティカル・シンキング”，ダイヤモンド社，東京 (2012)
- (24) Kohlhase, A.: “Semantic PowerPoint: Content and Semantic Technology for Educational Added-Value Services in MS PowerPoint”, *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, pp. 3576-3583 (2007)
- (25) 初心者にも分かる PowerPoint: “PowerPoint セクション区切りの作成・解除 - PowerPoint ・ パワーポイントの使い方”，<https://office-powerpoint.com/powerpoint-basic/ppt012.html> (2021.11.14 参照)
- (26) Hung, W., Jonassen, D. H., and Liu, R.: “Problem-based learning”, *Handbook of research on educational communications and technology*, Vol. 3, No. 1, pp485-506 (2008)

- (27) Salomon, G.: “Information technologies: What you see is not (always) what you get”, *Educational Psychologist*, Vol. 20, No. 4, pp. 207-216 (1985)
- (28) Land, S. M.: “Cognitive Requirements for Learning Open-Ended Learning Environments”, *Educational Technology Research and Development*, Vol. 48, No. 3, pp.61-78 (2000)
- (29) Liew, G. M. and Kan, M. Y.: “Slide image retrieval: a preliminary study”. In *Proceedings of the 8th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pp. 359-362 (2008)
- (30) 羽山徹彩, 國藤進: “プレゼンテーションスライド情報検索のためのスライドページからの要求関連情報抽出”, *情報処理学会 研究報告デジタルドキュメント (DD)*, Vol.76, No.2, pp.1-7(2010)
- (31) Kan, M. Y.: “SlideSeer: A digital library of aligned document and presentation pairs” In *Proceedings of the 7th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries* , pp. 81-90 (2007)
- (32) Lin, M., Chau, M., Cao, J. and Nunamaker, J.F.: “Automated video segmentation for lecture videos: A linguistics-based approach”, *International Journal of Technology and Human Interaction (IJTHI)* Vol.1, No.2 pp. 27–45 (2005)
- (33) Soares, E. R. and Barrérem, E.: “Automatic Topic Segmentation for Video Lectures Using Low and High-Level Audio Features”, *WebMedia '18: Proceedings of the 24th Brazilian Symposium on Multimedia and the Web* pp.189–196 (2018)
- (34) Shah, R. R., Yu, Y., Shaikh, A. D., Tang, S. and Zimmermann, R.: “ATLAS: automatic temporal segmentation and annotation of lecture videos based on modelling transition time”, In *Proceedings of the 22nd ACM international conference on Multimedia*, pp. 209-212 (2014)
- (35) 坂本祥之, 清水敏之, 吉川正俊: “講義プレゼンテーションスライド部分対応付けを用いた学習支援”, 第 77 回全国大会講演論文集, No.1, pp. 615–617 (2015)
- (36) Wang, Y., Tomoyasu, K., and Sumiya, K.: “iPoster: A Collaborative Browsing Platform for Presentation Slides Based on Semantic Structure”, *Social Informatics (Socinfo2013)*, pp. 29-42, Springer, Berlin, Heidelberg (2014)
- (37) 北山大輔, 大谷亜希子, 角谷和俊: “プレゼンテーションコンテンツのためのシーンの意味的関係抽出とその応用”, *情報処理学会論文誌*, Vol.2, No.2, pp.71–85 (2009)
- (38) Marsh, E. J., and Sink, H. E.: “Access to handouts of presentation slides during lecture: Consequences for learning”. *Applied Cognitive Psychology*, Vol. 24, No. 5, pp.691–706 (2010)

- (39) 井上弘路, 柏原昭博: “講義スライドからの構造化支援”. 教育システム情報学会第 40 回全国大会講演論文集, pp. 313-314 (2015)
- (40) Tomoto, T. and Hirashima, T.: “Proposal of a Note-Rebuilding Method and Development of a Support System for Understanding for Lectures”, Transactions of Japanese Society for Information and Systems in Education, Vol. 31, No.4, (2014)
- (41) Wang, Y. and Sumiya, K.: “Dynamic Word Clouds: Context-based Word Clouds of Presentation Slides for Quick Browsing”, Proceedings. of IMSS2013, pp.108-117 (2013)
- (42) Shimada, A., Okubo, F., Yin, C. and Ogata, H.: “Automatic summarization of lecture slides for enhanced student preview technical report and user study”, IEEE Transactions on Learning Technologies, Vol.11, No.2, pp.165-178 (2017)
- (43) 増永良文: “マルチメディア電子教科書の開発研究”, 情報処理学会研究報告データベース・システム研究会報告, Vol.93, No.65, pp.175-184, (1993)
- (44) 森本祥一, 植竹朋文: “大学における教科書の電子化”, 専修大学情報科学研究所所報, Vol. 79, pp.15-21 (2012)
- (45) Mayer, R. E.: “Cognitive theory of multimedia learning”, The Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge University Press, pp.43-71 (2014)
- (46) 市川孝: “国語教育のための文章論概説”, 教育出版, pp. 78-79 (1978)
- (47) 田中章夫: “接続詞の諸問題—その成立と機能” 鈴木 一彦, 林 巨樹編『研究資料日本文法第 4 巻修飾句・独立句編』, 明治書院(1984)
- (48) 伊藤俊一, 阿部純一: “接続詞の機能と必要性”, 心理学研究, Vol.62, No. 5 pp.316-323 (1991)
- (49) 浅井美恵子: “論說的文章における接続詞について—日本語母語話者と上級日本語学習者の作文比較—”, 言葉と文化, Vol.4, pp.87-98 (2003)
- (50) 石黒圭: “文章は接続詞で決まる”, 光文社, 東京 (2008)
- (51) Kudo, T., Yamamoto, K., and Matsumoto, Y.: “Applying conditional random fields to Japanese morphological analysis”, In Proceedings of the 2004 conference on empirical methods in natural language processing, pp. 230-237 (2004)
- (52) Brooke, J. “SUS: A ‘quick and dirty’ usability scale”, Usability, Evaluation in Industry, pp.189-194 (1996)
- (53) 水本篤, 竹内理.: “研究論文における効果量の報告のために.-基礎的概念と注意点-”, 英語教育研究, Vol. 31, pp. 57-66 (2008)
- (54) Cohen, J.: “Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)”, Routledge, (1988)

- (55) 中沢拓磨, 久保田秀和, 角康之, 西田豊明.: “再利用部分の抽出によるプレゼンテーションストーリーの変遷の可視化”, 第 21 回 人工知能学会全国大会論文集, pp.1-4 (2007)
- (56) Sharmin, M., Bergman, L., Lu, J. and Konuru, R.: “On slide-based contextual cues for presentation reuse”, In Proceedings of the 2012 ACM international conference on Intelligent User Interfaces, pp. 129-138 (2012)
- (57) 太田光一, 佐藤禎紀, 柏原昭博, 長谷川忍, and 鷹岡亮.: “Web 調べ学習における課題展開診断手法の評価”, 教育システム情報学会 (JSiSE) 2018 年度第 3 回研究会, Vol.33, No.3, pp.1-8 (2018)
- (58) 柏原昭博, 伊藤真: “認知ツールの操作スキル向上支援を目的とした Fadable Scaffolding” 人工知能学会論文誌, Vol. 30, No. 3, pp.559-569 (2015).
- (59) 小尻智子, 渡邊雄大: “話題の論理モデルに基づいたプレゼンテーションのコンテンツ・マップ作成支援システム”, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. 101 No.6, pp.884-894 (2018)
- (60) 花植康一, 渡邊豊英: “プレゼンテーション・シナリオに注目したスライド作成支援”, 電子情報通信学会 第 18 回データ工学ワークショップ論文集 DEWS2007 E8-3 (2007)

研究業績(関連論文)

A. 学術論文

- 1). 後藤充裕, 柏原昭博: “プレゼンテーションドキュメント学習のためのスライド間の関係性の可視化”, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 39, No.3 pp.343-356 (2022) (第3章, 第6章に関連)

B. 国際会議発表論文

- 1). Mitsuhiro Goto, Akihiro Kashihara: “Evaluating Visualization for Slide-Based Investigative Learning with Connection between Presentation Slide ”, The 18th International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age (CELDA 2021), pp.235-242 (2021) (第2章, 第4章に関連)
- 2). Mitsuhiro Goto, Akihiro Kashihara: “Understanding Presentation Document with Visualization of Connections between Presentation Slides”, Proceedings of 20th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES2016), Procedia Computer Science Vol.96, pp.1285–1293 (2016) (第5章に関連)

C. 研究会発表論文

- 1). 後藤充裕, 柏原昭博: “Web上のプレゼンテーションドキュメントを活用したスライド調べ学習”, 第42回教育システム情報学会全国大会予稿集, pp.389-390 (2017)
- 2). 後藤充裕, 柏原昭博: “スライド間の接続関係の可視化に基づくプレゼンテーションドキュメント理解支援”, 電子情報通信学会教育工学研究会技術研究報告(信学技法), ET2015-142, pp. 273-278 (2016)
- 3). 梅津寛香, 後藤充裕, 柏原昭博: “スライドマップ構築支援とその評価,” 2021年度教育システム情報学会学生研究発表会(関東地区), pp.57-58 (2022)

研究業績(その他の論文)

A. 学術論文

- 1). 後藤充裕, 柏原昭博, 長谷川忍: “研究ミーティングのためのポータブルレビュー支援システムの開発”, 教育システム情報学会誌 Vol.27, No.2, pp.199-210 (2010)
- 2). Tatsuya Ishino, Mitsuhiro Goto and Akihiro Kashihara: “Robot Lecture for Enhancing Presentation in Lecture”, Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL) 17,1 (2022)

B. 国際会議発表論文

- 1). Mitsuhiro Goto, Tatsuya Ishino, Keisuke Inazawa, Narimune Matsumura, Tadashi Nunobiki and Akihiro Kashihara: “Authoring Robot Presentation for Promoting Reflection on Presentation Scenario”, The 14th Annual ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction, pp.660-661 (2019)
- 2). Tatsuya Ishino, Mitsuhiro Goto and Akihiro Kashihara: “A Robot for Reconstructing Presentation Behavior in Lecture”, 6th International Conference on Human-Agent Interaction (HAI), pp. 67-75 (2018)
- 3). Mitsuhiro Goto, Akihiro Kashihara and Shinobu Hasegawa: “A Portable System for Reviewing Research Meeting”, Proc. of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia, & Telecommunications (ED-MEDIA2009), pp.3381-3388 (2009)
- 4). Mitsuhiro Goto, Akihiro Kashihara and Shinobu Hasegawa: PodReview: “Portable Review of Research Meeting”, Proc. of The 16th International Conference on Computers in Education (ICCE2008), pp.407-408 (2008)

C. 研究会発表論文

- 1). 後藤充裕, 石野達也, 稲澤佳祐, 松村成宗, 布引純史, 柏原昭博: “聴衆のプレゼンテーション理解を促進するロボットの非言語動作の検証”, 第 82 回 先進的学習科学と工学研究会(SIG-ALST), pp.13-18 (2018)
- 2). 後藤充裕, 石野達也, 稲澤佳祐, 松村成宗, 布引純史, 柏原昭博: “プレゼンタ動作を再現・再構成するロボットプレゼンテーションシステム”, 教育システム情報学会 (JSiSE) 2017 年度 第 5 回研究会 Vol.32, No.5, pp.121-128 (2017)
- 3). 石野達也, 後藤充裕, 柏原昭博: “ロボットを用いたプレゼンテーション代行による講義理解支援”, HAI シンポジウム 2017, P-23 (2017)
- 4). 石野達也, 後藤 充裕, 柏原昭博: “代講を目的としたロボットによるプレゼンテーション”, 人工知能学会先進的学習科学と工学研究会 (第 81 回) 資料 SIG-ALST-B508-05, pp.26-29 (2017)

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの方に支えていただきました。博士課程後期に加え、単位取得退学後の期間にも、広い視野からの確なご指導を賜りました指導教員である電気通信大学大学院 情報理工学研究科 柏原 昭博教授に深く感謝致します。社会人学生として受け入れていただき、私の仕事の都合に合わせてご指導いただきましたこと、そして、私がかくじけそうになったときに、時に優しく、時に厳しく、激励して頂きましたこと、本当に心より御礼申し上げます。

本論文の審査を引き受けて下さり、貴重なご助言とご教示を頂きました審査員の電気通信大学大学院 情報理工学研究科 西野 哲朗 教授、田中 健次 教授、橋山 智訓 教授、江木 啓訓 准教授に深く御礼申し上げます。

そして、私の研究活動に対して理解を持ち、日々励ましてくれた妻に深く感謝致します。最後に、本研究遂行にあたり、日頃から多くのご援助、ご助言をくださり、共に汗を流した柏原研究室の学生の皆様にも深く感謝いたします。

著者略歴

後藤 充裕 (ごとう みつひろ)

2008年 電気通信大学情報通信工学科卒

2010年 同大大学院電気通信学研究科修士課程修了

2010年 日本電信電話株式会社入社

2015年 電気通信大学大学院情報理工学研究科入学

2021年 同大大学院情報理工学研究科単位取得退学