

# オンライン講義における質問生成とスライド自動提示による学習支援システム

## Online Learning Support System by Question Generation and Automatic Slide Presentation

井上 沙紀<sup>†</sup>      王 元元<sup>††</sup>      河合 由起子<sup>†††, ††††</sup>      角谷 和俊<sup>†</sup>  
 Saki Inoue      Yuanyuan Wang      Yukiko Kawai      Kazutoshi Sumiya

### 1. はじめに

近年、オンライン教育が普及し、学生がリモートで講義を受講する機会が増加している。今後オンライン教育が教育システムの中核的な役割を担うことが期待される一方で、教師との意思疎通の難しさや一方の講義スタイルであることが懸念される。

この懸念点に対し、我々はよき思考者はよき質問者である [1] という批判的思考の立場から、学生の批判的思考を促進するオンライン学習支援を提案している [3]。そこで、本研究では、質問生成支援および質問と関連するスライドの自動推薦によって、ユーザの学習を支援するためのオンライン学習支援システムを提案し、評価実験と考察を行った。

生田ら [8] によると、多くの学生は、授業中に質問を思いついていないために質問をしないということが明らかにされている。さらに川崎 [10] によると、学生にとって質問行動は、学業において有益な行動ではあるが、自らの技能や知識の不足が露呈する可能性を伴う危険な行動であるとされている。そこで、本研究は学生による質問の生成を発想段階から支援するだけでなく、学習者個人の中で質問が思考・解決されることを最終的な目標としている。

図1は、本研究で提案する学習支援システムのUI想定である。UIは「質問生成」画面からユーザの行動に準じて「スライド提示」に遷移する。まず、質問生成画面では、ユーザから見て左上に、ユーザが現在閲覧しているスライドの「ターゲットスライド」が表示され、右上にはターゲットスライド内のキーワードが重要度に対応した状態で提示される。さらに、ユーザが「重要キーワード提案」を選択すると、ターゲットスライド内のキーワードが重要度によって色付けされ、視覚的に重要なキーワードを把握できるようになる。本稿ではキーワードの重要度算出について3.1節にて説明する。そして画面下部には6つの質問形式が提示される。この質問形式については3.3節にて詳しく説明する。ユーザは生成したい質問がある場合に、キーワードと質問形式をそれぞれ選択したあと、質問生成ボタンを押すことで簡単に関連するス

ライドを閲覧することができる。質問生成におけるUIの意図は、ユーザの質問発想を支援することにある。本システムにより、ユーザは、質問の生成を常に提案される状態にある為、質問の発想や質問行動の増加につながると考えられる。次にスライド提示画面では、質問生成画面でキーワードなどが配置されていた画面右部分が遷移し、上部に生成した質問、下部に質問に対応した推薦候補スライドが、ランキング順に提示される。質問に対応するスライド提示の方式については3.4節で述べる。

### 2. システム概要と関連研究

#### 2.1 システム概要

図2に本研究のシステム概要図を示す。講義者は、作成した講義スライドを学生らに配信するとともに、スライドをLecture Slide DBという講義資料を収集するデータベースに登録する。ユーザである学習者は、本システムを利用して、提示されたキーワードと質問形式から質問生成を行う。その後、提案手法による質問に対応したスライドの探索とスライドのランキング提示が行われる。

#### 2.2 関連研究

##### 2.2.1 質問生成支援

生田ら [9] は批判的思考を促進する質問語幹リストによる学生への質問生成の指導を提案している。本研究ではこの質問語幹リストを参考にキーワードベースの質問形式を作成し、それに関連する推薦候補スライドを自動的に推薦する手法を提案した。

篠ヶ谷ら [6] は予習時の質問生成への介入及び質問に対する解答作成の効果と、その学習者の特性について検討しており、質問を低次質問と高次質問に分類している。本研究では、この低次質問と高次質問の定義を改定し、キーワードベースの質問生成フレームとして使用することとした。

##### 2.2.2 スライド探索・提示

我々はインデントによる階層に値を付与し、推薦候補スライドに対する質問キーワードの寄与率を算出した [11]。インデント階層に付与する値については、この研究のアイデアを踏襲しているが、ターゲットスライドにおいて

<sup>†</sup> 関西学院大学, Kwansei Gakuin University  
<sup>††</sup> 山口大学, Yamaguchi University  
<sup>†††</sup> 京都産業大学, Kyoto Sangyo University  
<sup>††††</sup> 大阪大学, Osaka University

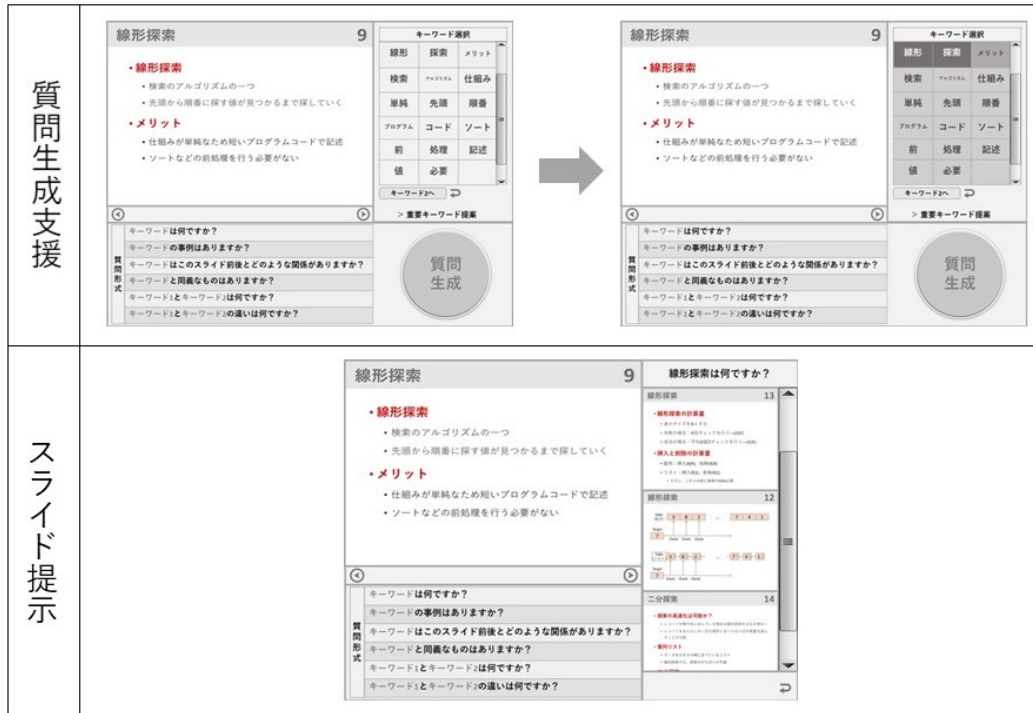


図 1: 提案する学習支援システムの UI

キーワードの重要度を算出し、ランキングするという点は本研究のオリジナルな点である。

毛利ら [12] は構造化学習のための学習支援システムとして、講義シーンの構造による分類とシーン同士の関連付けを提案している。本研究は、講義スライドの階層構造やキーワードの出現率を用いて、学習者が生成した質問に関連する推薦候補スライドをランキング形式で提示するという点で異なっている。

坂本ら [5][7] はスライド全体の構成を単語の出現やインデント情報により抽出した。そしてセグメントと呼ばれるシートの集合を作成し、セグメント同士を対応付けることでセグメント間の推薦を可能にした。本研究は、スライドから単語を抽出する際にインデント構造を利用するという点で異なっている。また、将来的にスライドの集合であるページ群の定義やその推薦への拡張の際に参考にできると考えている。

我々はこれまでにスライド映像の階層構造やビデオの発言量からシーン間の意味的関係性を判定し、プレゼンテーションコンテンツ間の視聴区間検索と関連シーンの提示を提案した [4]。本研究では映像コンテンツを利用していないが、将来的に映像コンテンツや他コンテンツへの拡張の際に参考にできると考えている。さらに、我々はスライド情報を要約し、ユーザがプレゼンテーションコンテンツのコンテキストを視覚的に理解できるように、コンテキストベースのワードクラウドを開発して

いる [2]。本研究は、ユーザの質問内容に応じたスライドを推薦するという点で異なっている。

### 3. 学習支援システムの提案手法

#### 3.1 重要キーワードの抽出による質問生成支援

講義で使用される PowerPoint スライドには、インデントによる階層構造をもつという性質がある。本研究では、この階層構造からターゲットスライドに出現する各キーワードの重要度を算出することで、キーワードをランキング表示でユーザに提示する。

#### 3.2 重要キーワードの抽出とランキング

まず事前処理として蓄積するスライドのインデントによる階層構造に階層レベルを付与する。最大の階層レベルをとるのはタイトルの  $n = 1$  であり、以降は階層が降りるごとに階層レベルは 1 ずつ増加していく。次に形態素解析を行い、ターゲットスライドからキーワードとして名詞を取り出し、スライド  $x$  におけるキーワード  $k$  の重要度を次式により算出する。

$$I(x, k) = \alpha(x, k) \times \beta(x, k) \quad (1)$$

$$\alpha(x, k) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{l_n(x, k)} \times \frac{1}{L(x, k)} \quad (2)$$

$$\beta(x, k) = \sum_{m=1}^M |l_m(x, k)| \times \frac{1}{M} \quad (3)$$

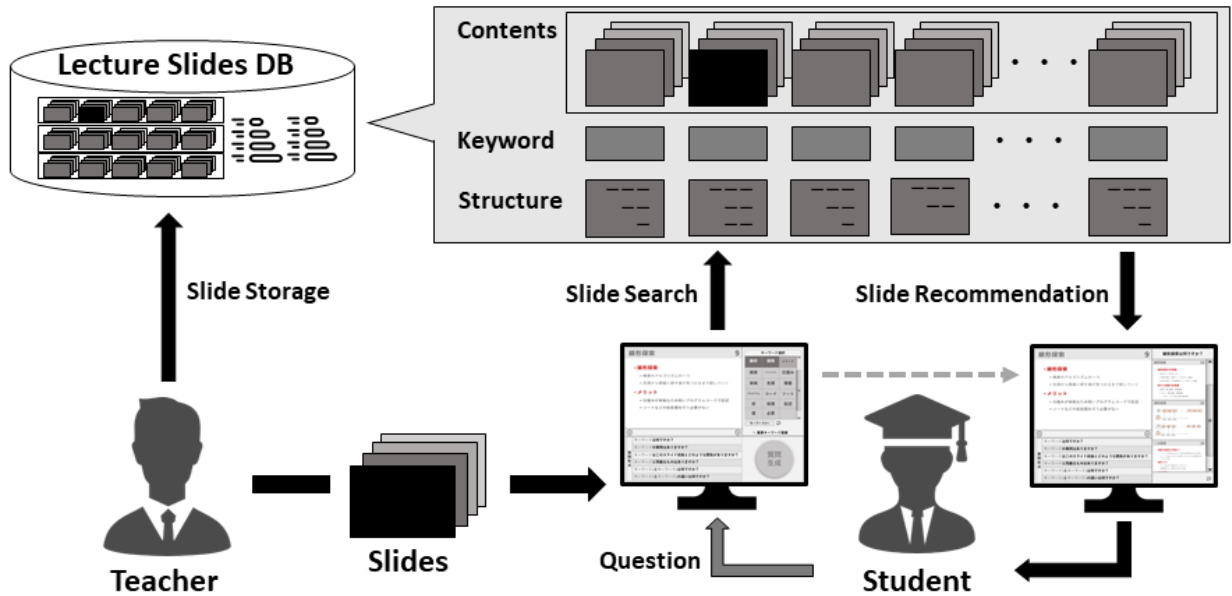


図 2: システム概要図

式 (1), (2), (3) で,  $N$  は異なるインデント階層の種類,  $l_n(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層  $n$ ,  $L(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層の総数,  $M$  はスライド  $x$  のインデントの総数,  $|l_m(x, k)|$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現したインデント  $m$  の総数を表す. ここで算出したスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  の重要度をもとに, ターゲットスライド内のキーワードをランキング表示でユーザに提示する.

### 3.3 質問形式の提示

低次質問	$Q_{L_1}$ : $k$ は何ですか?
	$Q_{L_2}$ : $k$ の事例はありますか?
	$Q_{L_3}$ : $k_1$ と $k_2$ は何ですか?
高次質問	$Q_{H_1}$ : $k$ と同義なものがありますか?
	$Q_{H_2}$ : $k$ はターゲットスライド前後とどのような関係がありますか?
	$Q_{H_3}$ : $k_1$ と $k_2$ の違いは何ですか?

表 1: 低次質問形式と高次質問形式

本システムでは, ユーザが質問を生成する際の雛形となる質問形式を提示する. 表 1 の質問形式は生田ら [9] の作成した質問語幹リストや篠ヶ谷ら [6] の質問の分類を参考に作成した. 本研究では, 低次質問はキーワードそのものの事実を確認する質問であり, 高次質問はキーワード間やその知識との関連付けを促す質問であると再定義している. また, ユーザが選択するキーワードが 1 つである場合をシングルキーワードの質問と捉え, 複数の場合をマルチキーワードの質問と捉える. 質問形式においては  $Q_{L_3}$  と  $Q_{H_3}$  がマルチキーワードに対応している.

### 3.4 質問に対応するスライドの自動提示

本システムでは, 表 1 の質問形式において, スライドの構造や単語の出現率などから関係する推薦候補スライドをランキング形式で推薦する. 我々は [3] において質問に対応した推薦候補スライドのランキング化手法を提案した. 質問形式ごとの計算式は以下である.

$Q_{L_1}$ :  $k$  は何ですか?

$$Q_{L_1}(x, k) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{l_n(x, k)} \times \frac{1}{L(x, k)} \times (D(x, k) + 1) \quad (4)$$

式 (4) で,  $D(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  の出現インデントの下位階層レベルの数,  $l_n(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層レベル  $n$ ,  $L(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層数を表す.

$Q_{L_2}$ :  $k$  の事例はありますか?

$$Q_{L_2}(x, k) = L_m(x, k) \times \frac{1}{M(x)} \quad (5)$$

式 (5) で,  $M(x)$  はスライド  $x$  におけるインデント総数,  $L_m(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  の出現するインデント数を表す.

$Q_{H_1}$ :  $k$  と同義なものはありますか？

$$Q_{H_1}(x_{target}, x, k) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{|l_n(x_{target}) - l_n(x, k)| + 1} \quad (6)$$

式 (6) で,  $l_n(x_{target}, k)$  はターゲットスライドにおけるキーワード  $k$  が最初に出現した階層レベル  $n$ ,  $l_n(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が最初に出現した階層レベル  $n$  を表す.

$Q_{H_2}$ :  $k$  はターゲットスライド前後とどのような関係がありますか？ ターゲットスライド以前の推薦候補スライドの式は式 (7) で算出し, ターゲットスライド以降の推薦候補スライドの式は式 (8) で算出する.

$$Q_{H_2}^{Before}(x, k) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{l_n(x, k)} \times \frac{1}{L(x, k)} \times (D(x, k) + 1) \quad (7)$$

$$Q_{H_2}^{After}(x, k) = \sum_{n=1}^N \frac{1}{l_n(x, k)} \times \frac{1}{L(x, k)} \quad (8)$$

式 (7),(8) で,  $D(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  の出現階層の低位階層レベルの数であり,  $l_n(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層レベル  $n$ ,  $L(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層数である.

$Q_{L_3}$ :  $k_1$  と  $k_2$  は何ですか？

$$Q_{L_3}(x, k_1, k_2) = w_1 \sum_{n=1}^N \left( \frac{1}{l_n(x, k_1, k_2)} \times \frac{1}{N(x)} \right) + w_2 \left( \frac{L(x, k_1)}{F_{k_1}} + \frac{L(x, k_2)}{F_{k_2}} \right) \quad (9)$$

式 (9) で,  $w_1, w_2$  は 2 項間に作用する重みであり, 重みは  $w_1 + w_2 = 1.00$  と定義した. 最適な重みについては, 検討を行っていない為, 今回は  $w_1 = 0.50, w_2 = 0.50$  を暫定式として設定した.  $F_k$  はターゲットスライドでキーワード  $k$  が最初に出現した階層レベルである. また,  $l_n(x, k_1, k_2)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k_1$  と  $k_2$  が出現した階層レベル  $n$  であり,  $L(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が最初に出現した階層数,  $N(x)$  を表す.

$Q_{H_3}$ :  $k_1$  と  $k_2$  の違いは何ですか？

$$Q_{H_3}(x, k_1, k_2) = \sum_{n=1}^N \frac{l_n(x, k_1, k_2)}{N(x)} + \left( \frac{F_{k_1}}{L(x, k_1)} + \frac{F_{k_2}}{L(x, k_2)} \right) \quad (10)$$

式 (10) で,  $F_k$  はターゲットスライドでキーワード  $k$  が最初に出現した階層レベルである. また,  $l_n(x, k_1, k_2)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k_1$  と  $k_2$  が出現した階層レベル  $n$  であり,  $L(x, k)$  はスライド  $x$  におけるキーワード  $k$  が出現した階層数を表す.

## 4. 評価実験

関西学院大学の学生 5 名に対して, Google フォームを用いて, 本システムに関するアンケートを行った.

### 4.1 評価方法と結果

**質問形式の評価** 質問形式の分類が適切であるかを評価する. 被験者は 3.3 節で提案した 6 つの質問形式と低次・高次質問の定義をそれぞれ提示され, 各質問形式がどちらの定義に当てはまると考えるかを回答した. 回答方法は選択式である. 表 2 のように質問形式全体で 0.80, 低次質問のみで 0.73, 高次質問のみで 0.87 と質問形式の分類は適切であったと考えられる. 一方で,  $Q_{H_1}$  は事前に高次質問と分類していたが, その値は 0.40 と低次質問であると回答した被験者の方が多いことがわかる. また,  $Q_{L_2}$  は事前に低次質問と分類していたが, その値は 0.60 と高次質問と回答した被験者がいることもわかった.

**生成される質問の評価** 6 つの質問形式と抽出したキーワードで作成された質問が, 学習者の理解にとって役立つものであるかを学習者のレベル想定に応じて評価する. この時, 学習者のレベルは, 過去に講義内容について学習したことがなく, その分野の基礎を理解していない学習者を「初学者」, 過去に学習したことがあり, その分野の基礎を理解している学習者を熟学者とした. また, キーワードについては重要度の高いもの, 中程度のもの, 低いものをそれぞれ 1 語抽出して提示した. 回答方法は非常にそう思わない～非常にそう思うまでの 5 段階評価である. 結果として, 初学者・熟学者を問わず  $Q_{L_2}$  「キーワードの事例はありますか」が常に上位にランキングされた. また, 全体的な傾向としては, 初学者を想定した場合は, 高次質問を含むほとんどの質問が高く評価されたのに対して, 熟学者を想定した場合は, 初学者の場合より低次質問が低く, 高次質問が高く評価された.

**重要キーワード算出の評価** 被験者はターゲットスライドを閲覧し, 登場する全てのキーワードの重要度を評価

質問形式	低次	高次	割合	Ave	Overall Ave
$Q_{L1}$ : $k$ は何ですか？	4	1	0.80	<b>0.73</b>	<b>0.80</b>
$Q_{L2}$ : $k$ の事例はありますか？	3	2	0.60		
$Q_{L3}$ : $k_1$ と $k_2$ は何ですか？	4	1	0.80		
$Q_{H1}$ : $k$ と同義なものはありますか？	3	2	0.40	<b>0.80</b>	
$Q_{H2}$ : $k$ はターゲットスライド前後とどのような関係がありますか？	0	5	1.00		
$Q_{H3}$ : $k_1$ と $k_2$ の違いは何ですか？	0	5	1.00		

表 2: 質問形式の低次・高次分類

質問形式	シングルキーワード						Multi	
	$Q_{L1}$	$Q_{L2}$	Ave	$Q_{H1}$	$Q_{H2}$	Ave	$Q_{L3}$	$Q_{H3}$
講義スライド「自然言語処理の基礎」	0.40	0.50	<b>0.45</b>	0.90	0.50	<b>0.70</b>	<u>-0.90</u>	0.90
講義スライド「ゲーム理論とオークション」	0.85	<u>-0.05</u>	<b>0.40</b>	0.35	0.95	<b>0.65</b>	0.00	<u>-0.33</u>

表 3: 提案手法と評価実験の順位相関

した。回答方法は非常に重要でない～非常に重要であるまでの5段階評価である。そこで、ユーザ評価から得られる重要度のランキングを正解データと仮定し、提案手法により算出した重要度のランキングと比較する。結果として、ユーザ評価から得た重要度のランキングと提案手法による重要度のランキングはスピアマンの順位相関により0.77と算出され、高い相関があることがわかった。一方で、提案手法で算出されたランキングでは名詞の一般性が考慮されず、一般的な名詞が上位に、専門用語が下位にランキングされるケースがあった。

**質問に対応するスライド提示の評価** 3.4節のスライド提示を評価するため、提案手法により質問ごとに提示される推薦候補スライドが学習者の理解に役立つかを調査する比較実験を行った。まずは事前調査としてスライドに関連する学習経験を問う。その後、6つの質問形式とキーワード、ターゲットスライド、キーワードの出現する推薦候補スライドをそれぞれ提示し、被験者は推薦候補スライドを非常にわかりにくい～非常にわかりやすいまでの5段階評価で評価した。使用する講義スライドは著者が作成した仮想のスライドであり、「自然言語処理の基礎」と「ゲーム理論」の2種類である。提案手法の計算式により算出されたスライドのランキングとアンケートのユーザ評価によるランキングを、スピアマンの順位相関を用いて比較した。その結果が表3である。質問形式はキーワードが1つであるシングル質問と複数であるマルチ質問に分かれるが、シングルの低次質問は、2種の講義ごとの平均が0.45と0.40であり、同じくシングルの高次質問は、平均が0.70と0.65である為、シングルの質問はどちらも正の相関があるといえる。一方でマ

ルチの低次質問は-0.90と0.00であり、同じくマルチの高次質問は0.90と-0.33である為、相関がない、または負の相関があることがいえる。よって、本稿で提案した手法では、マルチの質問に対しては適切なスライド提示が出来ていないことがわかった。

$Q_{L1}$ : キーワードが上位階層に出現しており、キーワードの出現階層が下位インデントを持つ場合に高くランキングされるべきであり、それが正しく判定されていた

$Q_{L2}$ : キーワードが上位階層に出現しており、特にキーワードがタイトルに出現する場合に高くランキングされるべきであり、それが正しく判定されていた。

$Q_{H1}$ : キーワードの出現する階層と同階層にインデントが存在する場合に高くランキングされるべきであり、提案式(6)ではキーワードの上位階層への出現のみを考慮している為、不十分である。

$Q_{H2}$ : キーワードが上位階層に出現しており、キーワードの出現階層が下位インデントを持つ場合に高くランキングされるべきであり、それが正しく判定されていた。

$Q_{L3}, Q_{H3}$ : どちらもキーワードが上位階層に出現しており、キーワードの出現階層が下位インデントを持つ場合に高くランキングされるべきであり、式(9)(10)は不十分である。

#### 4.2 質問に対応するスライド提示の考察と今後の課題

図3のように提案手法の算出した数値と実際のスライド、ユーザ評価を比較して、各質問に対応するスライドについて考察した。そこで、各質問に対して評価が高かったスライドの特徴を以下に示す。

- キーワードが上位、下位にインデント ( $Q_{L1}, Q_{H2}, Q_{L3}, Q_{H3}$ )



$Q_{L2}$ : 「形態素解析」の事例はありますか？

提案手法：0.13

0.17

0.20

0.33

<b>コーパスと辞書</b> 4位 13 ・コーパス ・言語の使用方法を記録・蓄積した文書書体 ・均衡コーパス ・言語の使用形態を忠実に反映するように設計・抽出 ・辞書 ・形態素解析辞書 ・MRD	<b>形態素解析</b> 3位 16 ・形態素を切り出す技術 ・形態素 ・意味を持つ最小の言語単位 ・単語分割+品詞付与 ・分かち書き	<b>自然言語のベクトル化</b> 2位 20 ・自然言語を数値化する ・形態素解析→ベクトル化 ・ベクトル化の前処理 ・クレンジング処理(余計なHTMLタグを削除) ・形態素解析 ・単語の正規化 ・ストップワードの除去(辞書・頻出後を除去) ・単語のベクトル表現 ・応用処理(文章分類)	<b>形態素解析</b> 1位 21 ・分割処理 ・ツール(形態素解析器) ・MeCab ・JUMAN++ ・Janome
---	--	---	--

アンケート：9

18

11

18

<b>コーパスと辞書</b> 4位 13 ・コーパス ・言語の使用方法を記録・蓄積した文書書体 ・均衡コーパス ・言語の使用形態を忠実に反映するように設計・抽出 ・辞書 ・形態素解析辞書 ・MRD	<b>形態素解析</b> 1位 16 ・形態素を切り出す技術 ・形態素 ・意味を持つ最小の言語単位 ・単語分割+品詞付与 ・分かち書き	<b>自然言語のベクトル化</b> 3位 20 ・自然言語を数値化する ・形態素解析→ベクトル化 ・ベクトル化の前処理 ・クレンジング処理(余計なHTMLタグを削除) ・形態素解析 ・単語の正規化 ・ストップワードの除去(辞書・頻出後を除去) ・単語のベクトル表現 ・応用処理(文章分類)	<b>形態素解析</b> 1位 21 ・分割処理 ・ツール(形態素解析器) ・MeCab ・JUMAN++ ・Janome
---	--	---	--

図 3: 提案手法とユーザ評価の比較

- キーワードが上位, タイトル出現 ( $Q_{L2}$ )
- キーワードが上位, 同階層の他インデント ( $Q_{H1}$ )

上記の考察により, 推薦されるべきスライドが  $Q_{L1}$ ,  $Q_{H2}$ ,  $Q_{L3}$ ,  $Q_{H3}$  で類似する可能性が示唆された. そこで, 各質問に対する計算式の今後の課題を以下に示す.

[1] タイトルに付与する重みの検討 ( $Q_{L2}$ ), [2] キーワードと同階層の他インデント数の考慮 ( $Q_{H1}$ ), [3] ターゲットスライド前後の式の統一 ( $Q_{H2}$ ), [4] 同階層へのキーワード出現条件の緩和 ( $Q_{L3}$ ,  $Q_{H3}$ )

## 5. おわりに

本研究では, 質問生成支援および質問と関連するスライドの自動推薦によって, ユーザの学習を支援するためのオンライン学習支援システムを提案し, 構想段階であるシステム構築の予備検討として評価実験とその考察を行った. 評価実験の結果, 本研究で提案した重要度の算出やシングルキーワードの質問に対応するスライドのランキング提示は有効であることを確認した. さらに, 学習者のレベルによって学習に役立つ質問は変化するであろうという知見を得た.

今後の課題は, 質問形式や計算式の改良, 複合語の取り扱い, スライド間の値の変化率, 複数スライドのページ群の検討, 規模を拡大した評価実験の実施などが挙げられる. さらに, 今後はスライドのメタデータ抽出やデータベース構築などの実装を行う予定である.

## 謝辞

本研究の一部は, 2020 年度国立情報学研究所公募型共同研究 (20FC04) の助成を受けたものである. ここに記して謝意を表す.

## 参考文献

- [1] A. King. Designing the instructional process to enhance critical thinking across the curriculum: Inquiring minds really do want to know: Using questioning to teach critical thinking. *Teaching of Psychology*, Vol. 22, No. 1, pp. 13–17, 1995.
- [2] Y. Wang and K. Sumiya. Dynamic word clouds: Context-based word clouds of presentation slides for quick browsing. In *Intelligent Interactive Multimedia Systems and Services*, 2013.
- [3] 井上沙紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊. 学生の批判的思考を促進するオンライン学習支援. 第 20 回情報科学技術フォーラム (FIT2021), 2021 (発表予定).
- [4] 王元元, 北山大輔, 角谷和俊. スライドと映像のメタデータをを用いたシーンの意味的關係に基づくプレゼンテーション管理システム. 第 1 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2009) E9-4, 2009.
- [5] 坂本祥之, 清水敏之, 吉川正俊ほか. 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, Vol. 2015, No. 1, pp. 615–616, 2015.
- [6] 篠ヶ谷圭太. 予習時の質問生成への介入および解答作成が授業理解に与える影響とそのプロセスの検討. *教育心理学研究*, Vol. 61, No. 4, pp. 351–361, 2013.
- [7] 坂本祥之, 清水敏之, 吉川正俊. プレゼンテーションスライドからの構成抽出. 第 5 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2013) D5-4, 2013.
- [8] 生田淳一, 丸野俊一. 小学生は授業中に質問を思いつているのか—疑い知ろうとする気持ちの生起と教師に対する質問生成・表出との関連. *九州大学心理学研究*, Vol. 5, pp. 9–18, 2004.

- [9] 生田淳一, 丸野俊一. 質問作りを中心にした指導による児童の授業中の質問生成活動の変化. 日本教育工学会論文誌, Vol. 29, No. 4, pp. 577-586, 2006.
- [10] 川崎直樹. 大学生の質問・発言行動と恥への対処行動との関連. 人間福祉研究, Vol. 11, pp. 149-157, 2008.
- [11] 桐原牧紀, 王元元, 河合由起子, 角谷和俊. e-learning における講義コンテンツの階層構造に基づくスライド推薦方式の提案. 第 13 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2021) H14-4, 2021.
- [12] 毛利亜紀, 船曳信生, 中西透ほか. 構造化学習のための講義シーンの分類・関連付け手法の提案. 情報処理学会研究報告コンピュータと教育 (CE), Vol. 2008, No. 13 (2008-CE-093), pp. 87-92, 2008.